

UŽSAKOVAS: AB „LTG INFRA“

RANGOVAS: UAB „EKSPERTIKA“

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

OBJEKTAS: 02 - PĖSČIŲJŲ VIADUKO PANEVĖŽIO STOTYJE 53+948
KM TECHNINĖS BŪKLĖS TYRIMAS

DALIS SK



DIREKTORIUS

VADOVAS

2021
KAUNAS

TURINYS

IVADAS.....	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
2.2. PAŽAIDŲ NUOTRAUKOS	12
2.1.2. IŠVADOS PAGAL APŽIŪROS REZULTATUS	28
2.2. PERDANGOS IR ATRAMŲ MEDŽIAGŲ TYRIMŲ DUOMENYS	29
2.3. PERDANGOS IR ATRAMŲ BETONO KOKYBINIŲ RODIKLIŲ TYRIMAS.....	31
2.3.1. KARBONIZACIJOS TYRIMAS BETONE	31
2.4. PERDANGOS IR ATRAMŲ BETONO APSAUGINIŲ SLUOKSNIŲ STORIŲ TYRIMAS	32
2.5. PERDANGOS DEFORMACIJŲ TYRIMO DUOMENYS.....	34
2.5. VIADUKO ATRAMŲ POSVYRIŲ TYRIMO DUOMENYS.....	42
3. VIADUKO ĮRĄŽŲ TEORINIAI SKAIČIAVIMAI.....	45
3.1. PROJEK TINĖS VIADUKO APKROVOS	45
3.2. PERDANGOS ĮRĄŽŲ TEORINIAI SKAIČIAVIMAI ESAMAM PERDANGOS SKERSPJŪVIUI.....	46
3.3. VIADUKO PERDANGOS VIRPESIŲ TEORINIAI SKAIČIAVIMAI	51
4. VIADUKO PERDANGOS ĮRĄŽŲ TEORINIAI SKAIČIAVIMAI JEI SIJOS BŪTŲ REMONTUOJAMOS	57
5. VIADUKO STATINIS BANDYMAS.....	64
6. VIADUKO DINAMINIS BANDYMAS	65
6.1. BANDYMO TIKSLAS IR PROGRAMA	65
6.2. MATAVIMO PRIETAISAI IR JŲ IŠDĖSTYMAS	66
6.3. DINAMINIŲ BANDYMŲ REZULTATAI IR ANALIZĖ	68
6.4. VIADUKO PERDANGOS DINAMINIO BANDYMO GRAFIKAI.....	72
6.4.1. PIRMOJO TARPATRAMIO PERDANGOS DINAMINIO BANDYMO GRAFIKAI .	72
6.4.2. ANTROJO TARPATRAMIO PERDANGOS DINAMINIO BANDYMO GRAFIKAI	74
6.4.3. TREČIOJO TARPATRAMIO PERDANGOS DINAMINIO BANDYMO GRAFIKAI	76
7. VIADUKO PERDANGOS ATITIKIMAS PIRMAM IR ANTRAM RIBINIAMS BŪVIAMS	78
8. VIADUKO PERDANGOS SIJŲ LAIKOMOSIOS GALIOS SKAIČIAVIMAS	82

8.1. VIADUKO PIRMOJO TARPATRAMIO PERDANGOS SIJŲ S-1-1 IR S-1-2 LAIKOMOSIOS GALIOS SKAIČIAVIMAS	82
9. PĖSČIŲJŲ VIADUKO PRITAIKYMAS ŽMONĖMS SU NEGALIA PAGAL PRM TSS REIKALAVIMUS	87
10. IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS	94
10.1. REKOMENDACIJOS.....	103
LITERATŪRA.....	106
PRIEDAS.....	107

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 Panevėžio geležinkelio stotyje 53+948 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.

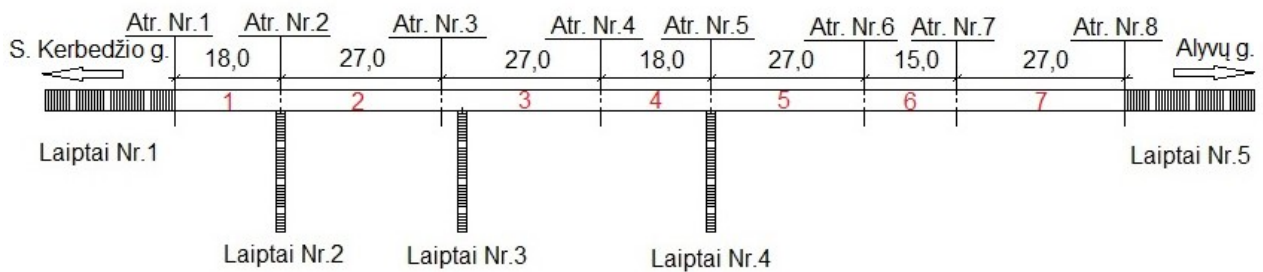
Išbandant viaduką vadovautasi tiltų bandymų taisyklėmis ST 188710638.10:2005 ir SNIp 3.06.07-86 normomis. Pėsčiųjų viaduko tyrimai ir techninės būklės vertinimas atliktas vadovaujantis Lietuvos Respublikos teisės aktais ir LG normatyviniais dokumentais:

- 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;

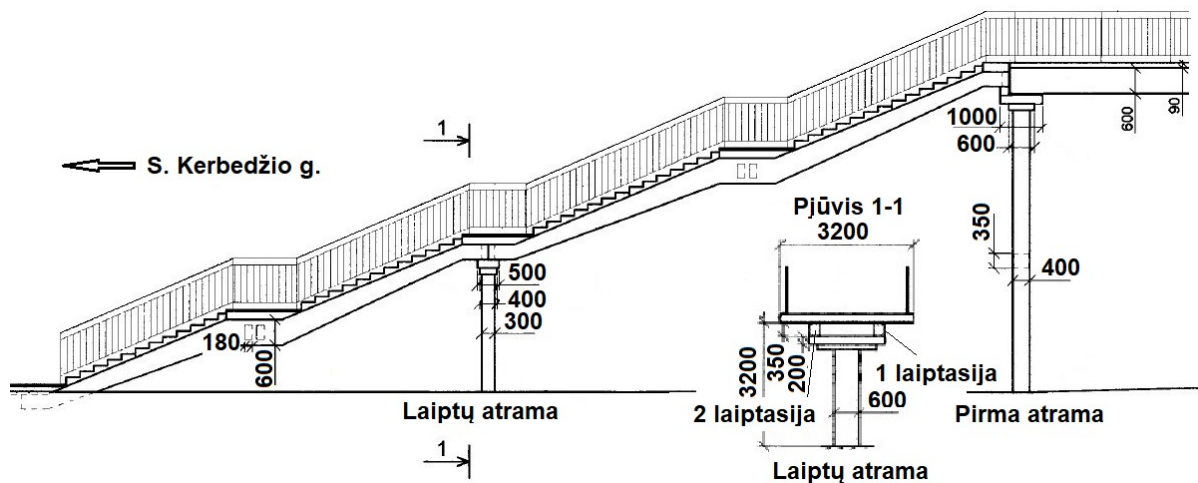
- „Techninio geležinkelių naudojimo nuostatai“ ADV/001;
- „Geležinkelių kelio priežiūros taisyklės“ K/111;
- „Kelio statinių priežiūros instrukcija“ 147/K.

Ataskaitoje priimti viaduko tarpatramių, perdangų sijų ir laiptų žymėjimai parodyti 1 – 6 paveiksluose, kuriuose žymima:

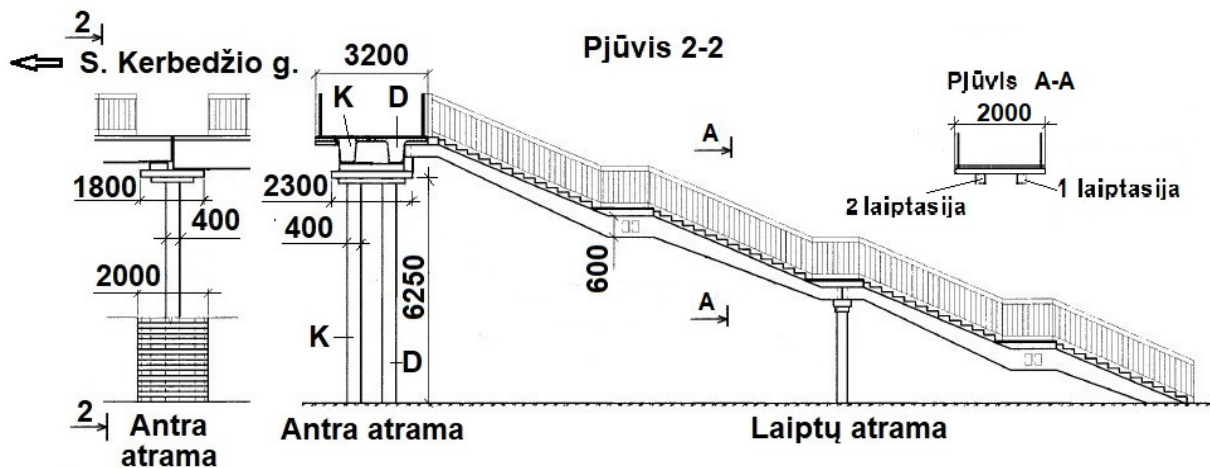
- raudonos spalvos skaičiai 1 pav. – perdangų tarpatramių numeriai;
- atramos nuo Nr. 1 iki Nr. 8 numeruojamos nuo S. Kerbedžio g. pusės;
- laiptai nuo Nr. 1 iki Nr. 5 numeruojami nuo S. Kerbedžio g. pusės;
- laiptų atramų ir laiptasijų numeriai pateikti 2 – 6 paveiksluose;
- perdangos sijoms nurodoma perdangos tarpatramio numeris ir krypties, kurioje pusėje yra sija (žiūrint nuo Kerbedžio g.) žyma – „K“ arba „D“ (kairė arba dešinė pusė).
- atramų kolonomis nurodoma atramos numeris ir krypties, kurioje pusėje yra kolona (žiūrint nuo Kerbedžio g.) žyma – „K“ arba „D“ (kairė arba dešinė pusė).



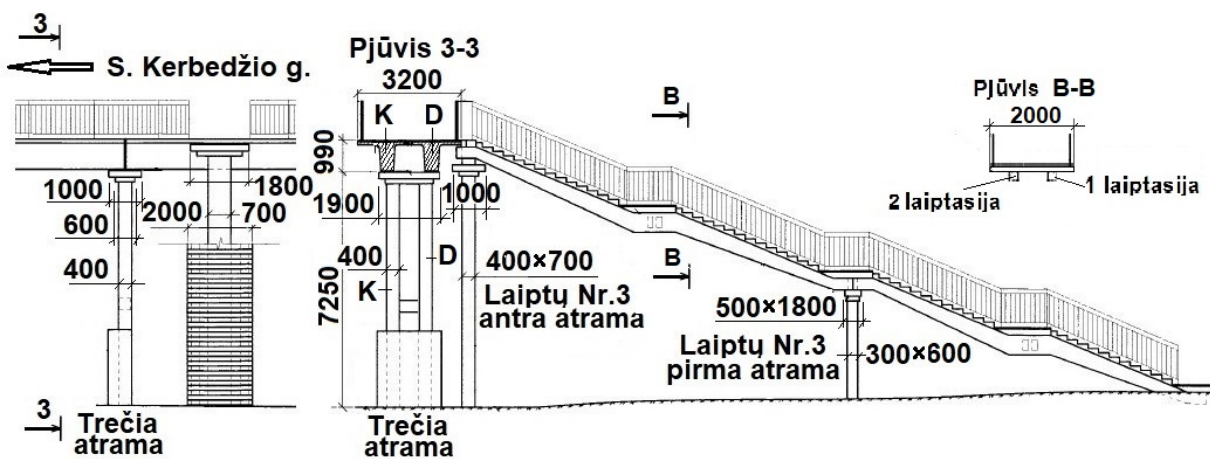
1. pav. Viaduko elementų žymėjimas plane



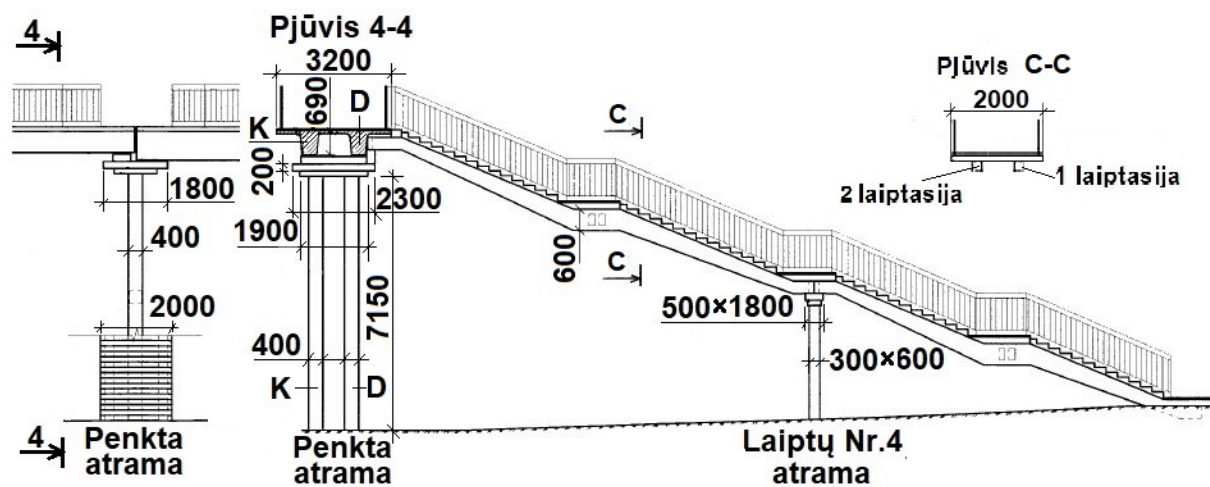
2. pav. Laiptų Nr. 1 elementų žymėjimas



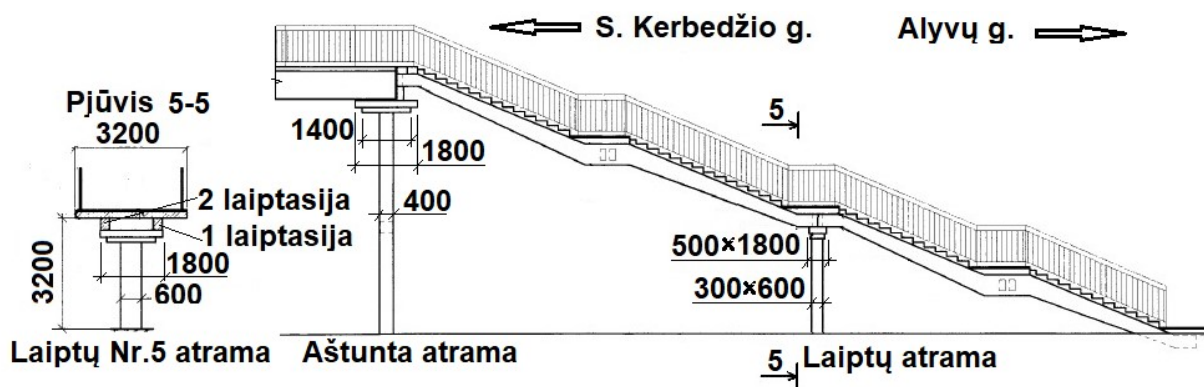
3. pav. Laiptų Nr. 2 elementų žymėjimas



4. pav. Laiptų Nr. 3 elementų žymėjimas



5. pav. Laiptų Nr. 4 elementų žymėjimas



6. pav. Laiptų Nr.5 elementų žymėjimas

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 Panevėžio geležinkelio stotyje archyvinė dokumentacija

Dokumento pavadinimas	Dokumento duomenys, rengėjas, data, pastabos
Pėsčiųjų tilto kortelė	„AB“ Lietuvos geležinkeliai, kortelės Nr. 142
Tilto konstrukcijų tipiniai projektai	Pėsčiųjų viadukas buvo suprojektuotas pagal tipinius projektus: 1. 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] 2. Типовые конструкции Серия 501-166, „Пешеходные мосты через железные дороги с вариантом северного исполнения. Рабочие чертежи. Инв. N 728/2-78. Москва, 1978 г.“ [2] 3. Типовой проект пешеходных мостов через железные дороги Серия 501-166. Рабочие чертежи. Инв. N 728/1-К. Москва, 1975 г.“ [3]
Esminių apžiūrų, ir bandymų ataskaitos	Pėsčiųjų tilto per geležinkelį Radviliškis – Obeliai – Valstybės siena 53+948 km apžiūra. VĮ Transporto ir kelių tyrimo institutas, 2011 m, Kaunas.
Kultūros paveldas	Pėsčiųjų viadukas virš geležinkelio Panevėžio 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	Radviliškis–Eglainė (Panevėžio stotis)
Kilometras, piketas	53+948 km
Kelių skaičius po viaduku	17 kelių
Viaduko ilgis su laiptais	204,30 m
Viaduko perdangų ilgis be laiptų	159,30 m
Viaduko plotis	3,20 m
Einamosios dalies plotis	3,0 m
Viaduko tarpatramių skaičius ir ilgis (m)	7 tarpatr.: 18,0+27,0+27,0+18,0+27,0+15,0+27,0
Viaduko sijų skaičiuojamieji ilgiai (m)	17,40+26,40+26,40+17,40+26,40+14,40+26,40
Atstumas nuo bėgio viršaus iki sijų apačios	nuo 6,87 m iki 7,46 m
Projektavimo normos ir apkrovos	CH 200-62, projektinė kintama apkrova – 4 kN/m ² su patikimumo koeficientu 1,4
Viaduko statybos metai	1980 m.
Viaduko kapitalinis remontas	Duomenų nėra

Viaduko bendri vaizdai pateikti 1.1 ir 1.2 pav., elementų žymėjimas pateiktas įvade, paveiksluose nuo 1 iki 6.



1.1. pav. Viaduko bendras vaizdas. Kairėje S. Kerbedžio gatvė, pirmojo tarpatramio nesimato



1.2. pav. Viaduko einamosios dalies vaizdas, žiūrint nuo 1 atramos

1.2. VIADUKO TECHNINĖS CHARAKTERISTIKOS

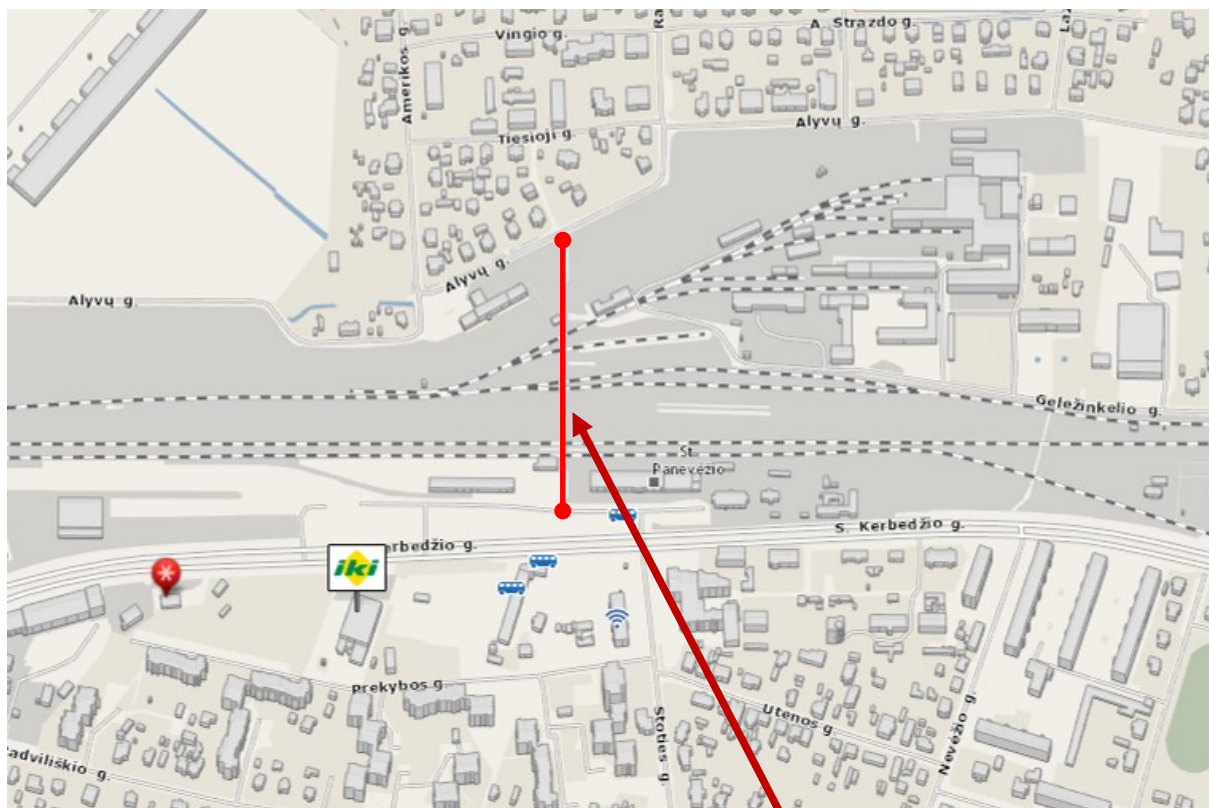
Pėsčiųjų viaduko techninės charakteristikos pateiktos 2.1 lentelėje.

2.1 lentelė. Viaduko techninės charakteristikos

Statinio tipas	Sijinis, gelžbetoninis, surenkamas, karpytos sistemos
Perdanga	Sijinė, gelžbetoninė, surenkama. Perdangą skersine kryptimi sudaro dvi tėjinio skerspjuvio sijos. 18,0 m ir 15,0 m ilgio sijos yra 0,69 m aukščio, 27,0 m ilgio sijos – 0,90 m aukščio. 27,0 m ilgio sijos tempiamoje zonoje armuotos paprasta A-II klasės rumbuota Ø32 mm skersmens armatūra, o gniuždomoje zonoje – Ø22 mm skersmens rumbuota AII klasės armatūra. 18,0 ir 15,0 m ilgio sijos tempiamoje zonoje armuotos paprasta A-II klasės rumbuota Ø28 mm (18 m ilgio sijos) ir Ø22 mm (15 m ilgio sijos) skersmens armatūra, o gniuždomoje zonoje – Ø10 mm skersmens rumbuota AII klasės armatūra
Einamosios dalies danga	Asfaltbetonis, dangos storis svyruoja nuo 2 iki 3 cm per viaduko ilgį
Deformaciniai pjūviai	8 vnt., pjūvių konstrukcija – skardos kompensatorius užpildytas bitumu
Turėklai	Metaliniai 1,20 m aukščio, porankiai iš lovių, užpildas - tvorelė, statramsčiai stačiakampio skerspjuvio (suvirinti du loviai)
Vandens surinkimo ir nuvedimo sistema	Sistema neįrengta, ant pakloto susikaupęs vanduo nuteka į kraštus ir žemyn
Ramtai	Nėra
Taurai	Koloniniai. Atramoje yra dvi stačiakampio skerspjuvio kolonos, sujungtos horizontaliu ryšiu, kolonų viršūs sujungti kintamo skerspjuvio rygeliais. Trečios atramos viršutinė dalis koloninė, apačia masyvi
Atraminiai guoliai	Elastomeriniai
Kūgių šlaitai	Elementų nėra
Vandentėkmės reguliavimo statiniai	Elementų nėra
Laiptai	Iš viso yra 5 vnt. laiptų iš surenkamų konstrukcijų. Viaduko galuose yra 3,20 m pločio laiptai. Prie antros atramos, trečios ir penktos atramų yra laiptai į peroną, į vieną pusę (į dešinę, žiūrint nuo S. Kerbedžio gatvės). Į peroną einantys laiptai yra 2,0 m pločio
Erdvė po tiltu	Po viaduku yra 17 vnt. geležinkelio kelių
Inžinerinės sistemos	Ant viaduko ir laiptų yra įrengtas apšvietimas

1.3. VIADUKO VIETA

Pėsčiųjų viadukas yra Panevėžio stotyje 53 + 948 km. Jo vietą žemėlapyje žr. 1.3 paveiksle



1.3. pav. Viaduko vaizdas žiūrint nuo S. Kerbedžio gatvės

2. VIADUKO BŪKLĖ

2.1. BŪKLĖS IR DEFEKTŲ APŽVALGA

Pėsčiųjų viaduko Panevėžio stotyje 53 + 948 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 Panevėžio stotyje apžiūros rezultatai

<i>Defektas arba pažaida</i>	Defektas įtakoja / neįtakoja viaduko laikomąją galią
<i>Pakloto elementai</i>	
● Asfalto danga pakankami lygi, tačiau kai kur supleišėjusi (žr. 2.1. pav.)	Neįtakoja
● Turėklų būklė nebloga, jie kokybiškai perdažyti. Apatinėje statramsčių dalyje yra nedidelių korozijos židinių (žr. 2.2 pav.)	Neįtakoja
● Deformaciniai pjūviai nesandarūs, einamojoje dalyje plyšiai. Vanduo drėkina perdangos galus ir atramų rygelius (žr. 2.3 ir 2.4 pav.)	Įtakoja
● Pažaidų dėl nesandarios hidroizoliacijos nenustatyta	Neįtakoja
<i>Perdangos elementai</i>	
● Pirmojo ir antrojo tarpatramio perdangos sijos supleišėjusios dėl sankabų korozijos (žr. 2.5 ir 2.6 pav.). Pagalbinė armatūra koroduoja ir kituose tarpatramiuose	Įtakoja
● Antrojo tarpatramio perdangos sijose yra armatūros korozijos požymių, sijose nedidelės mechaninės pažaidos (žr. 2.7 pav.)	Įtakoja
● Perdangos sijų kraštai apirę per visą perdangos ilgį. Pažaidos nėra didelės (žr. 2.8 pav.)	Įtakoja
● Septintojo tarpatramio K sijos lentyna ir sijos galas ties 8 atrama supleišėję. Taip pat supleišėjusi laiptasijos atraminė prizmė (žr. 2.9 pav.)	Įtakoja
<i>Atramų elementai</i>	
● Pirmoje atramoje koroduoja kolonų sankabų armatūra, yra korozijos požymių kolonose ir prie žemės paviršiaus, pažaidos dar nežymios (žr. 2.10 pav.)	Įtakoja
● Antroje atramoje pažaidų nėra	-
● Trečios atramos kolonų apatinė dalis suremontuota (žr. 2.11 pav.)	-
● Ketvirtos atramos rygelio apatinėje dalyje yra korozijos židinių (žr. 2.12 pav.). Kolonos supleišėjusios mikroplyšiais (žr. 2.13 pav.)	Įtakoja
● Penktos atramos rygelyje neišlaikytas sankabų betono apsauginio sluoksnio storis. Sankabos “išlindusios” į paviršių (žr. 2.14 pav.)	Įtakoja
● Šeštos atramos rygelio apatinėje dalyje yra korozijos židinių (žr. 2.15 pav.)	Įtakoja
● Septintoje ir aštuntoje atramose pažaidų neužfiksuota	-
<i>Laiptų konstrukcijos</i>	
● Laiptai Nr. 1	
- Dėl armatūros korozijos supleišėjusios apatinio ir viršutinio maršų laiptasijos (žr. 2.16, 2.17 ir 2.18 pav.)	Įtakoja

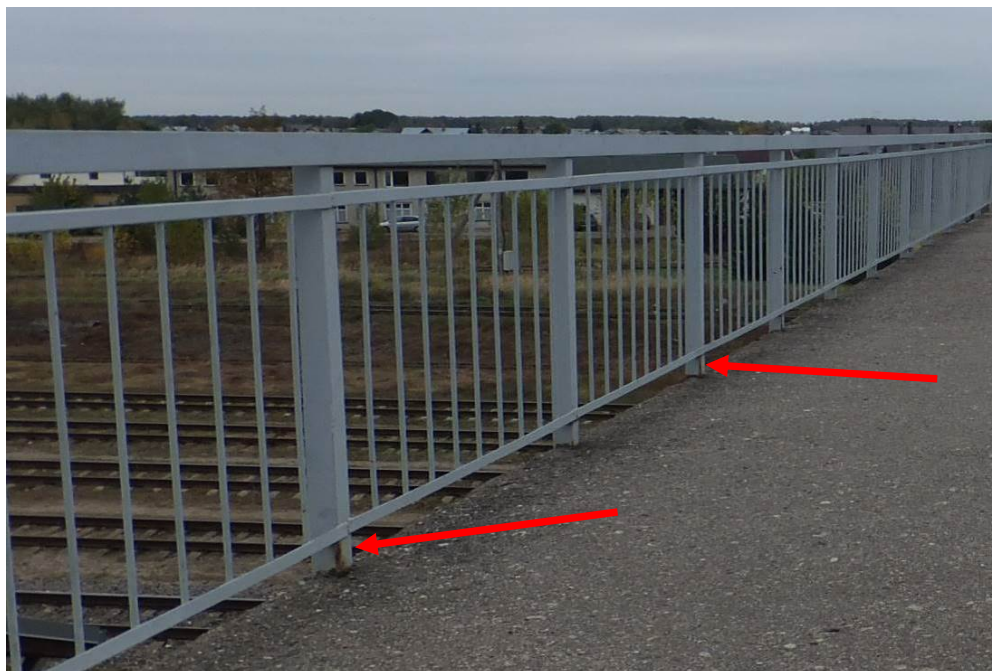
2.1 lentelės tęsinys

<i>Defektas arba pažaida</i>	Defektas įtakoja / neįtakoja viaduko laikomąją galią
• Laiptai Nr. 1	
- Laiptų kolonos apatinė dalis supleišėjusi (žr. 2.19 pav.)	Įtakoja
-Apatinės aikštelės danga ir aikštelės virš atramos fasadas apirę (žr. 2.20 pav.)	Neįtakoja
- Laiptų sujungime su viaduku neįrengta deformacinio pjūvio konstrukcija. (žr. 2.21 pav.)	Neįtakoja
• Laiptai Nr. 2	
- Maršų plokščių apatinėje dalyje yra skersinių plyšių, laiptasijų armatūra pažeista korozijos (žr. 2.22 pav.)	Įtakoja
- Laiptų pakopų paviršiai apirę, pakopas aprėminantis kampuočiai yra aukščiau pakopų paviršiaus, nesaugu (žr. 2.23 pav.)	Neįtakoja
- Supleišėjęs (sulūžęs per vidurį) laiptasijų atraminis blokas (žr. 2.24 pav.)	Neįtakoja
• Laiptai Nr. 3	
- Laiptasijų konstrukcijos supleišėjusios (žr. 2.25 pav.)	Įtakoja
- Maršų plokščių apatinėje dalyje yra skersinių plyšių (žr. 2.26 pav.)	Įtakoja
- Apirę laiptų pakopų ir aikštelės paviršiai (žr. 2.27 pav.)	Neįtakoja
• Laiptai Nr. 4	
- Laiptų (visų) sujungimuose su viaduku neįrengta deformacinių pjūvių konstrukcija	Įtakoja
- Dėl armatūros korozijos supleišėjusios ketvirtų laiptų laiptasijos (žr. 2.28 pav.)	Įtakoja
- Laiptų pakopų ir aikštelių paviršiai apirę (žr. 2.29 pav.)	Neįtakoja
• Laiptai Nr. 5	
- Laiptasijų konstrukcijos suremontuotos, bet ir vėl supleišėjusios (žr. 2.30 pav.)	Įtakoja
- Laiptų ir perdangos deformacinis pjūvis nesandarus (žr. 2.31 pav.)	Įtakoja
-Laiptų turėklai parūdiję (žr. 2.32 pav.)	Neįtakoja
- Apirę laiptų pakopų paviršiai (žr. 2.33 pav.)	Neįtakoja
- Supleišėjęs 2 laiptasijos galas ir atrėmimo prizmė po ja (žr. 2.9)	Įtakoja

2.2. PAŽAIDŲ NUOTRAUKOS



2.1 pav. Supleišėjusi asfalto danga, vaizdas trečiame tarpatramyje



2.2 pav. Turėklų būklė nebloga. Apatinėje statramsčių dalyje yra nedidelių korozijos židinių



2.3 pav. Plyšys deformaciniame pjūvyje, vaizdas tarp antro ir trečio tarpatramių



2.4 pav. Nesandarus deformacinis pjūvis, vaizdas tarp pirmo ir antro tarpatramių. Sutrūkęs ant rygelio esantis blokas anksčiau tarnavo laiptų atrėmimui, tačiau šiuo metu laiptai išardyti



2.5 pav. Supleišėjusi pirmojo tarpatramio perdangos „K“ sija. Sankabų armatūros korozija. Analogiškai supleišėjusi ir „D“ sija



2.6 pav. Supleišėjusi antrojo tarpatramio perdangos „D“ sija. Sankabų armatūros korozija



2.7 pav. Antrojo tarpatramio perdangos sijos. Mechaninės pažeidos, armatūros korozijos pradžia



2.8 pav. Perdangos sijų kraštai apirę per visą perdangos ilgį. Vaizdas trečiame tarpatramyje



2.9 pav. Septinto tarpatramio K sijos lentyna ir sijos galas ties 8 atrama supleišėję. Taip pat supleišėjusi laiptasijos atrėmimo prizmė ir laiptasijos galas



2.10 pav. Pirmos atramos D kolona. Plyšiai dėl sankabų armatūros korozijos. Yra plyšių dėl korozijos ir abiejų kolonų apatinėje dalyje



2.11 pav. Suremontuota trečioji viaduko atrama



2.12 pav. Ketvirta atrama. Armatūros korozija apatinėje rygelio dalyje



2.13 pav. Ketvirta atrama. Kolonose yra mikroplyšių



2.14 pav. Penktos atramos rygelio sankabų armatūros korozija



2.15 pav. Šeštos atramos rygelio apačioje koroduoja armatūra



2.16 pav. Pirmų laiptų pirma laiptasija apatiniame marše supleišėjusi dėl armatūros korozijos



2.17 pav. Pirmų laiptų 1 sijos vaizdas iš apačios. Plyšiai dėl armatūros korozijos



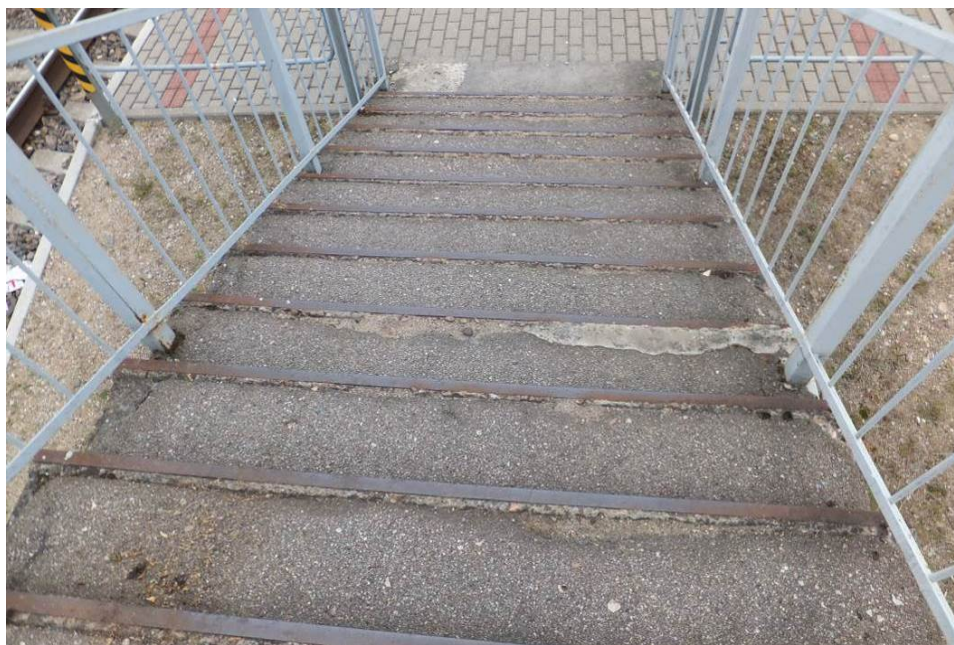
2.18 pav. Pirmų laiptų viršutinio maršo sankabų armatūros korozija



2.19 pav. Pirmų laiptų atramos apačia suremontuota, tačiau ir vėl supleišėjusi



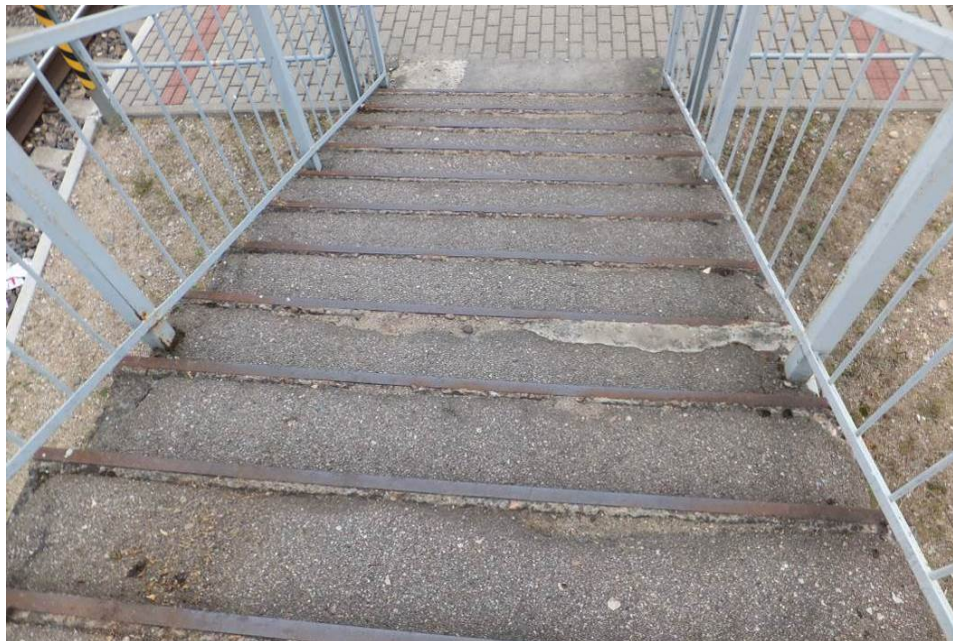
2.20 pav. Pirmų laiptų apatinės aikštelės danga suirusi. Apiręs aikštelės virš atramos fasadinis paviršius



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



2.22 pav. Antrų laiptų laiptasijos ir maršų plokštės supleišėjusios dėl armatūros korozijos



2.23 pav. Antrų laiptų pakopų paviršiai apirę, pakopas aprėminantis kampuotis yra aukščiau pakopų paviršiaus, nesaugu



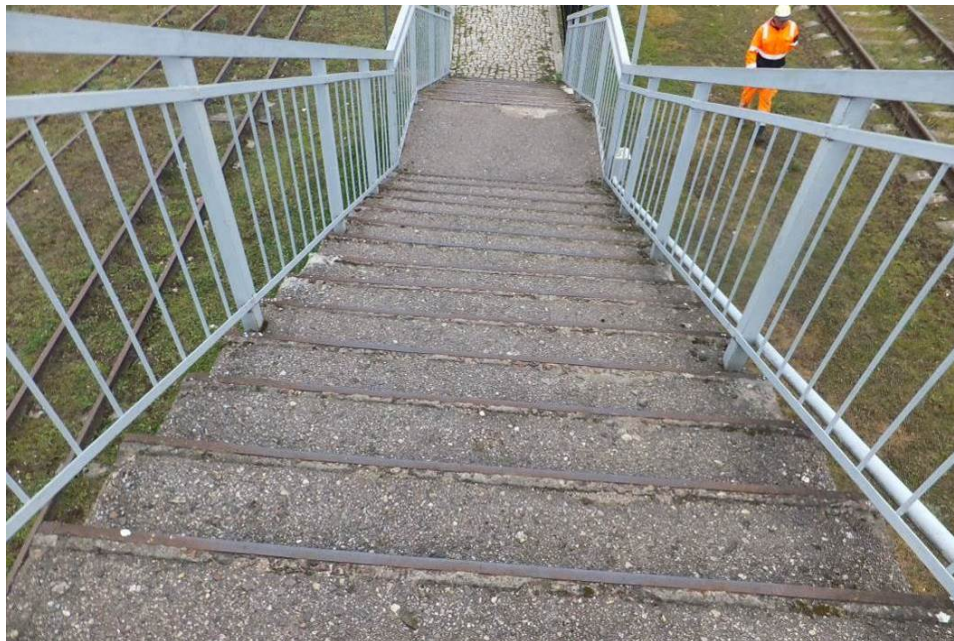
2.24 pav. Supleišėjęs antrų laiptų laiptasijų atraminis blokas, esantis ant antros atramos rygelio



2.25 pav. Dėl armatūros korozijos supleišėjusios trečių laiptų laiptasijos



2.26 pav. Trečių laiptų maršų plokštės supleišėjusios



2.27 pav. Apirę trečių laiptų pakopų ir aikštelių paviršiai



2.28 pav. Dėl armatūros korozijos supleišėjusios ketvirtų laiptų laiptasijos



2.29 pav. Apirę ketvirtų laiptų pakopų ir aikštelių paviršiai



2.30 pav. Penktų laiptų laiptasijos suremontuotos, bet vėl yra plyšių



2.31 pav. Penktų (ir visų kitų) laiptų ir perdangos deformacinis pjūvis nesandarus



2.32 pav. Penktų laiptų turėklai parūdiję



2.33 pav. Apirę penktų laiptų pakopų paviršiai

2.1.2. IŠVADOS PAGAL APŽIŪROS REZULTATUS

Viaduko apžiūros metu nustatėme:

Paklotas

- nesandari perdangos sijų deformacinių pjūvių konstrukcija;
- neįrengta lietaus vandens surinkimo sistema. Vanduo nuo viaduko nubėga per jo sijų plokščių kraštus ir drėkina perdangos plokštes;
- apie hidroizoliacijos tipą duomenų nėra, tačiau manome, kad ji bituminė, teptinė. Vandens prasisunkimo požymių nerasta;
- asfalto danga kai kur supleišėjusi, ties viaduko kraštais apirusi;
- turėklų elementai perdažyti, būklė patenkinama;

Perdanga;

- perdangos sijų plokščių kraštai (sijų išorinių plokščių kraštai) patakuoti, vietomis apirę ties turėklų statramsčiais ištrupėję;
- pirmojo ir antrojo tarpatramių perdangos sijos supleišėjusios dėl sankabų armatūros korozijos, plyšių atsivėrimo plotis – nuo 0,1 iki 0,2 mm. Kituose tarpatramiuose taip pat matyti sankabų ir paskirstomosios armatūros korozijos požymių;
- antrojo tarpatramio sijose yra mechaninių pažeidimų, kurios užtaisytos remontiniais mišiniais;

– septintojo tarpatramio sijų sandūroje su penktais laiptais sijos galas ties deformaciniu pjūviu supleišėjęs.

Atramos

- bendra atramų būklė yra gera;
- pirmoje atramoje koroduoja kolonų sankabų armatūra, yra korozijos požymių kolonose ir prie žemės paviršiaus, pažaidos dar nedidelės;
- antroje, septintoje ir aštuntoje atramose pažaidų nerasta;
- trečioji atrama suremontuota, užbetonuota kolonų apatinė dalis;
- ketvirtos ir šeštos atramų rygeluose yra nedidelių armatūros korozijos židinių;
- antros ir trečios atramų pamatų rostverkuose yra plyšiai, tačiau pavojaus atramų atabilumui nėra;
- penktoje atramoje užfiksuota rygelio sankabų korozija;
- elastomerinių atraminių guolių būklė yra gera.

Laiptai

- visų laiptų būklė yra bloga;
- laiptų sujungimuose su viaduku neįrengta deformacinių pjūvių konstrukcija;
- laiptasijų ir maršo plokščių konstrukcijos supleišėjusios dėl armatūros korozijos;
- 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 viadukų apžiūros rezultatus nustatyta, kad atramų būklė yra gera, perdangos būklė yra patenkinama (konstrukcijų remontas yra būtinas), laiptų būklė yra bloga, juos netikslinga remontuoti.

2.2. PERDANGOS IR ATRAMŲ MEDŽIAGŲ TYRIMŲ DUOMENYS

Viadukas Panevėžio geležinkelio stotyje pastatytas 1980 m. Viadukas suprojektuotas pagal tipinius projektus [1, 2, 3]. Tipiniuose projektuose 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 tarpatramio perdangos 1 sijos ir antrojo tarpatramio perdangos 2 sijos betono stipriai gniuždant,

pirmos atramos 1 kolonos ir pirmos atramos rostverko betono stipriai gniuždant, trečios atramos 1 kolonos ir trečios atramos rostverko betono stipriai gniuždant, penktos atramos 1 kolonos ir penktos atramos rostverko betono stipriai gniuždant, laiptų atramos ties III atrama. 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	52,5
2	II	II tarpatramio perdangos 2 sija	S-2-2	47,0
3	I	1 atramos 1 kolona	K-1-1	67,0
4	III	3 atramos 2 kolona	K-3-2	68,0
5	V	5 atramos 1 kolona	K-5-1	77,0
6	I	Ties 2 atrama esančių laiptų kolona	L-2	50,0
7	I	Laiptasijos ties II atrama	L-2	34,0

Pagal 2.2 lentelėje pateiktus rezultatus perskaičiuotas perdangos, atramų kolonų 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	44,5
2	II	II tarpatramio perdangos 2 sija	S-2-2	39,0
3	I	1 atramos 1 kolona	K-1-1	59,0
4	III	3 atramos 2 kolona	K-3-2	60,0
5	V	5 atramos 1 kolona	K-5-1	69,0
6	I	Ties 2 atrama esančių laiptų kolona	L-2	42,0
7	I	Laiptasijos ties II atrama	L-2	26,0

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, III ir IV atramų kolonų stipris gniuždant atitinka C50/60 klasės betono stiprį gniuždant pagal STR 2.05.05:2005;
- laiptų kolonų ties 2 atrama stipris gniuždant atitinka C35/45 klasės betono stiprį gniuždant pagal STR 2.05.05:2005;
- laiptasijų ties II atrama stipris gniuždant atitinka C20/25 klasės betono stiprį gniuždant pagal STR 2.05.05:2005.

2.3. PERDANGOS IR ATRAMŲ BETONO KOKYBINIŲ RODIKLIŲ TYRIMAS

2.3.1. Karbonizacijos tyrimas betone

Viaduko apžiūros metu pirmos atramos, antros atramos, ketvirtos atramos, šeštos atramos ir aštuntos atramos kolonose, bei perdangų sijų plokštėse ir laiptų maršuose buvo išmatuotas karbonizacijos gylis betone. Pagrindinės betono karbonizacijos priežastys yra šios: oras, kuriame yra anglies dioksido (CO_2), cementas, kuriame yra kalkių $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ir vanduo betone. Kai betone yra nuo 0,5% iki 1% laisvo vandens, o santykinė drėgmė – nuo 50% iki 60%, vyksta karbonizacijos reakcija: $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$.

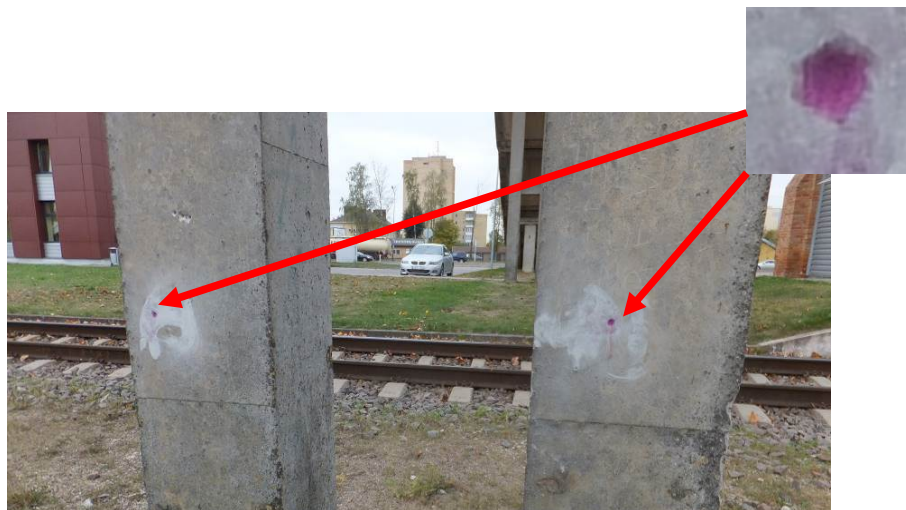
Reakcijos metu betone vandenilio jonų aktyvumo rodiklis pH sumažėja nuo 12,6 iki 10,0, jeigu susiformavęs tik kalcio karbonatas (CaCO_3); tačiau pH gali būti mažesnis, kaip 10,0, jeigu susiformuoja $\text{CaCO}_3 + \text{Ca}(\text{CO}_3\text{H})_2$.

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

Eil. Nr.	Matavimo vieta	Karbonizuoto betono sluoksnio storis, mm
1	Atramos Nr.1 kolonos (abi)	iki 3
2	Atramos Nr. 2 kolonos (abi)	1–3
3	Atramos Nr. 4 kolonos (abi)	nuo 1 iki 2
4	Atramos Nr. 6 kolonos (abi)	2
5	Atramos Nr. 8 kolona	1–3
6	Perdangos sijų plokštės (1, 3 ir 5 tarpatramiai)	nuo 0 iki 3
7	Laiptų maršai	nuo 12 iki 18

Karbonizuoto betono sluoksnio storio matavimas atramų kolonose pateiktas 2.34 pav.

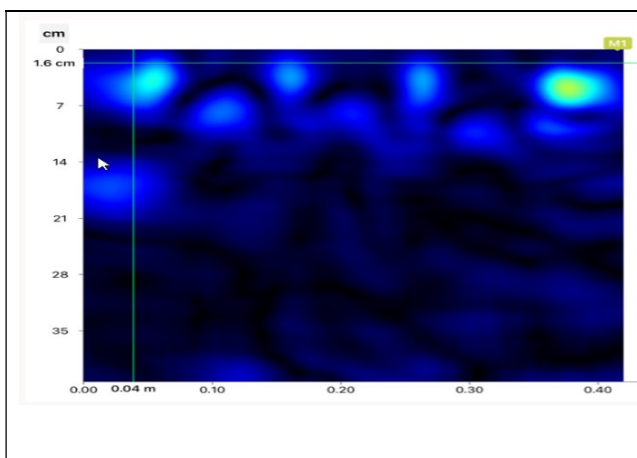


2.34 pav. Karbonizacijos matavimai antros atramos kolonose

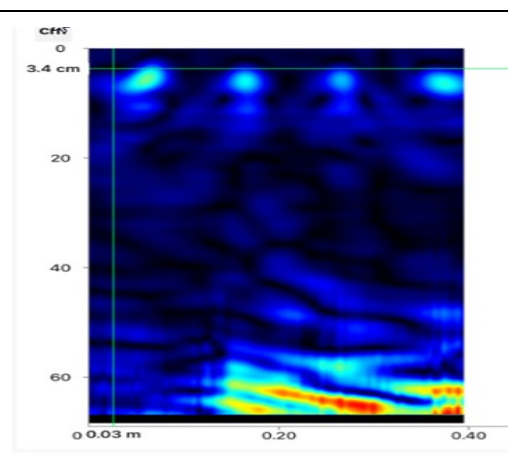
Išvada: išanalizavus viaduko konstrukcijose pamatuoto karbonizuoto betono sluoksnio storio rezultatus nustatyta, kad viaduko perdangos sijų ir atramų konstrukcijų betonas mažai paveiktas karbonizacijos procesu. Laiptų maršų konstrukcijose karbonizacijos procesai jau pažengę.

2.4. PERDANGOS IR ATRAMŲ BETONO APSAUGINIŲ SLUOKSNIŲ STORIŲ TYRIMAS

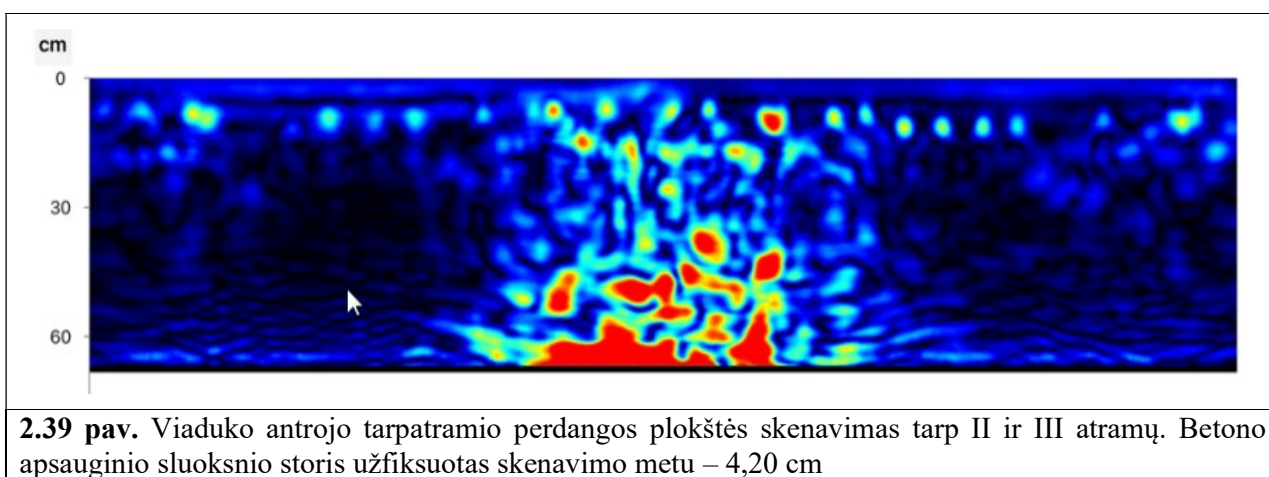
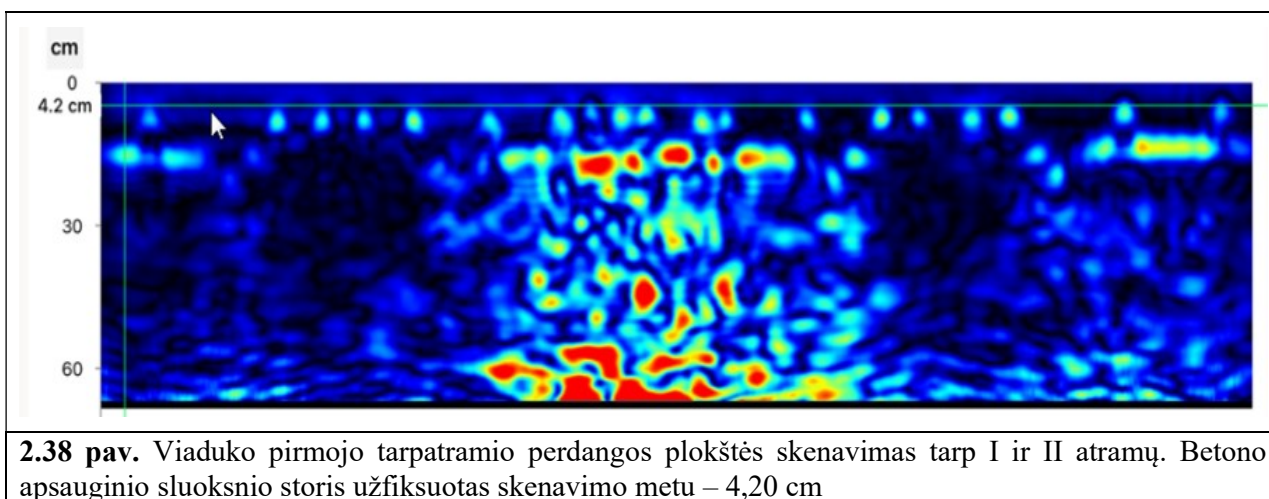
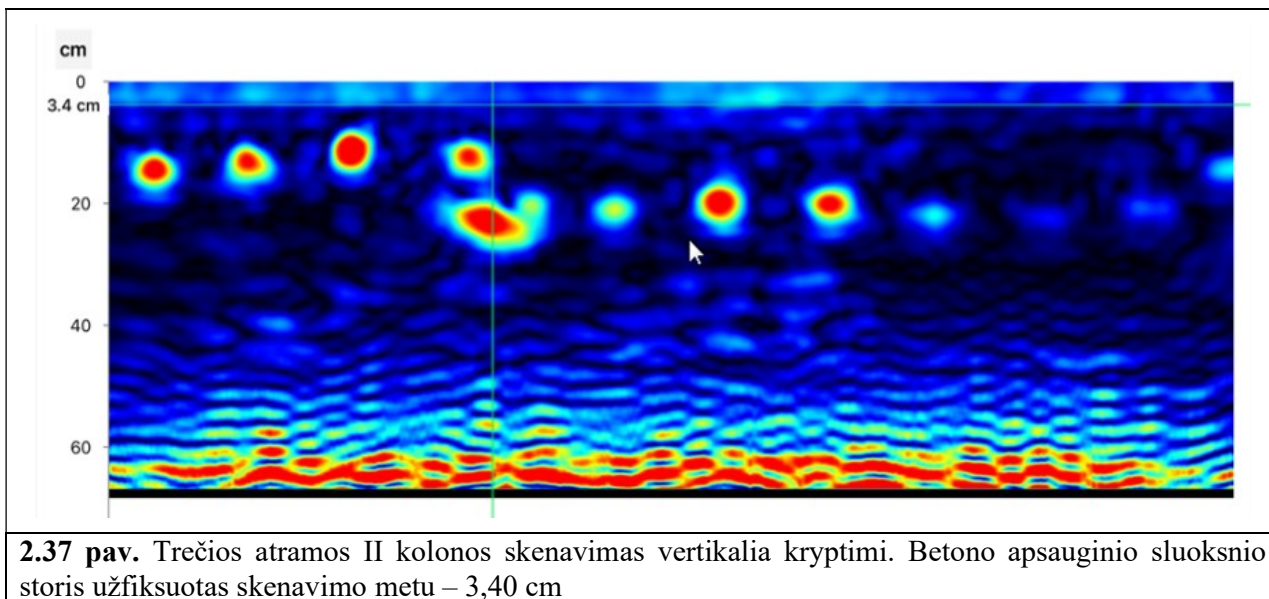
Viaduko apžiūros metu panaudojant lazerinį apsauginio sluoksnio storio matavimo prietaisą (Schmidt concrete rebar detector) buvo atliktas antros atramos skenavimas horizontalia ir vertikalia kryptimis (žr. 2.35 ir 2.36 pav.), trečios atramos kolonos skenavimas vertikalia kryptimi (žr. 2.37 pav.), perdangos plokštės skenavimas tarp 1 ir 2 atramų (žr. 2.38 pav.) ir perdangos plokštės skenavimas tarp 2 ir 3 atramų (žr. 2.39 pav.).



2.35 pav. Pirmos atramos 1 kolonos skenavimo horizontalia kryptimi bendras vaizdas. Horizontalia kryptimi matyti viena pagrindinės armatūros strypų eilė. Betono apsauginio sluoksnio storis – 1,60 cm



2.36 pav. Pirmos atramos 1 kolonos skenavimo vertikalia kryptimi bendras vaizdas. Vertikalia kryptimi matyti viena pagrindinės armatūros strypų eilė. Betono apsauginio sluoksnio storis – 3,40 cm



Viaduko laikančiųjų konstrukcijų skenavimo vietos 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 1 kolonos skenavimas horizontalia kryptimi	16,0
2	Pirmos atramos 1 kolonos skenavimas vertikalia kryptimi	34,0
3	Trečios atramos 2 kolonos skenavimas vertikalia kryptimi	34,0
4	Pirmojo tarpatramio perdangos plokštės skenavimas tarp I ir II atramų	42,0
5	Antrojo tarpatramio perdangos plokštės skenavimas tarp II ir III atramų	42,0

Išvados: pagal viaduko laikančiųjų konstrukcijų skenavimo rezultatus nustatyta, kad:

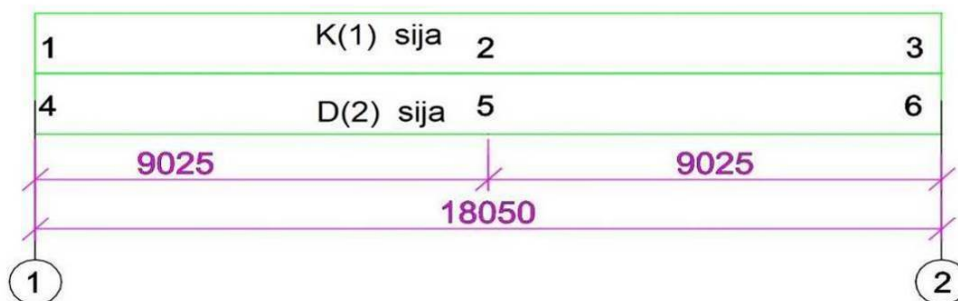
- viaduko kolonų apsauginis betono sluoksnio storis iki pagrindinės armatūros – 34,0 mm;
- viaduko kolonų apsauginis betono sluoksnio storis iki pagalbinės armatūros – 16,0 mm;
- viaduko skirtingų tarpatramių perdangų plokščių apsauginis betono sluoksnio storis iki pagrindinės armatūros – 42 mm;
- išanalizavus 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 tipiniuose projektuose [1, 2, 3] pateiktais storiais.

2.5. PERDANGOS DEFORMACIJŲ TYRIMO DUOMENYS

Viaduko apžiūros metu buvo atlikta I, II, III, IV, V, VI ir VII tarpatramių perdangų sijų niveliacija iš apačios siekiant įvertinti esamų skirtingų tarpatramių perdangų deformacijas (įlinkius), atsiradusius statinio eksploatacijos metu. Pirmojo tarpatramio perdangos bendras vaizdas pateiktas 2.40 pav., sijų niveliavimo taškai pateikti 2.41 pav. niveliacijos rezultatai pateikti 2.6 lentelėje.



2.40 pav. Viaduko pirmojo tarpatramio perdangos bendras vaizdas



2.41 pav. Viaduko pirmojo tarpatramio perdangos niveliacijos taškai

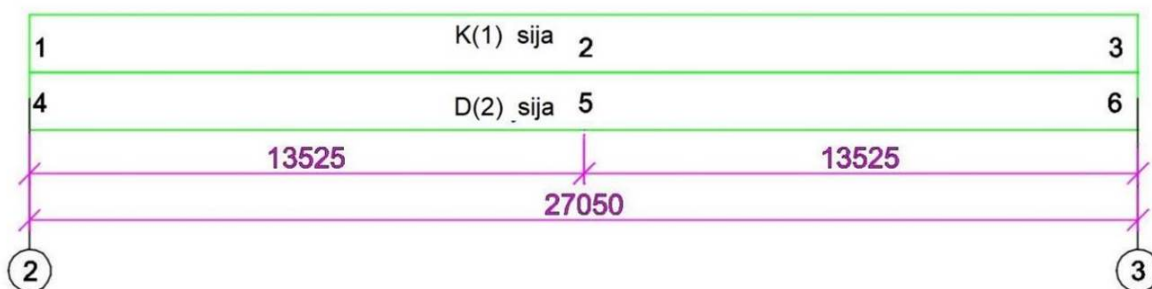
2.6 lentelė. Pirmojo tarpatramio perdangos niveliacijos rezultatai

Eil. Nr.	Sija	Niveliavimo taškai	Altitudė m	Įlinkis (-), išlinkis (+) mm
1	1	Atrama Nr. 1 (1)	60.980	- 18,5
2		Vidurys (2)	60.966	
3		Atrama Nr. 2 (3)	60.989	
4	2	Atrama Nr. 1 (4)	60.979	- 16,5
5		Vidurys (5)	60.964	
6		Atrama Nr. 2 (6)	60.982	
Bendras perdangos įlinkis				<u>- 17,5</u>

Viaduko antrojo tarpatramio perdangos bendras vaizdas pateiktas 2.42 pav., sijų niveliavimo taškai pateikti 2.43 pav. niveliacijos rezultatai pateikti 2.7 lentelėje.



2.42 pav. Viaduko antrojo tarpatramio perdangos bendras vaizdas



2.43 pav. Viaduko antrojo tarpatramio perdangos niveliacijos taškai

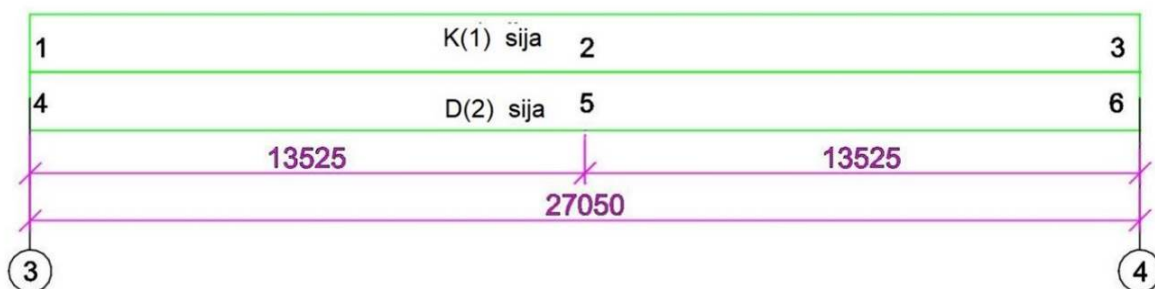
2.7 lentelė. Antrojo tarpatramio perdangos niveliacijos rezultatai

Eil. Nr.	Sija	Niveliavimo taškai	Altitudė m	Įlinkis (-), išlinkis (+) mm
1	1	Atrama Nr. 2 (1)	60.779	- 16,0
2		Vidurys (2)	60.750	
3		Atrama Nr. 3 (3)	60.753	
4	2	Atrama Nr. 2 (4)	60.766	- 20,0
5		Vidurys (5)	60.737	
6		Atrama Nr. 3 (6)	60.748	
Bendras perdangos įlinkis				<u>- 18,0</u>

Viaduko trečiojo tarpatramio perdangos bendras vaizdas pateiktas 2.44 pav., sijų niveliavimo taškai pateikti 2.45 pav. niveliacijos rezultatai pateikti 2.8 lentelėje.



2.44 pav. Viaduko trečiojo tarpatramio perdangos bendras vaizdas



2.45 pav. Viaduko trečiojo tarpatramio perdangos niveliacijos taškai

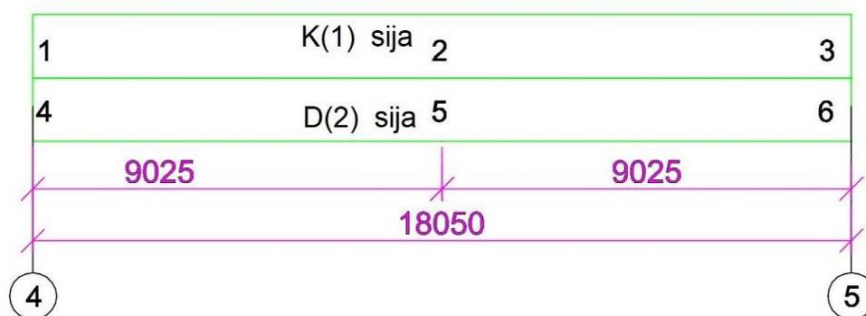
2.8 lentelė. Trečiojo tarpatramio perdangos niveliacijos rezultatai

Eil. Nr.	Sija	Niveliavimo taškai	Altitudė m	Įlinkis (-), išlinkis (+) mm
1	1	Atrama Nr. 3 (1)	60.767	- 27,5
2		Vidurys (2)	60.744	
3		Atrama Nr. 4 (3)	60.776	
4	2	Atrama Nr. 3 (4)	60.763	- 12,5
5		Vidurys (5)	60.748	
6		Atrama Nr. 4 (6)	60.758	
Bendras perdangos įlinkis				<u>- 18,0</u>

Viaduko ketvirtojo tarpatramio perdangos bendras vaizdas pateiktas 2.46 pav., sijų niveliavimo taškai pateikti 2.47 pav. niveliacijos rezultatai pateikti 2.9 lentelėje.



2.46 pav. Viaduko ketvirtojo tarpatramio perdangos bendras vaizdas



2.47 pav. Viaduko ketvirtojo tarpatramio perdangos niveliacijos taškai

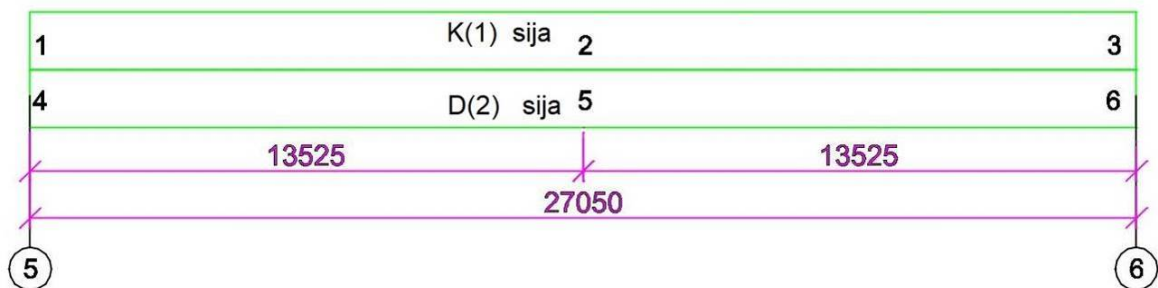
2.9 lentelė. Ketvirtojo tarpatramio perdangos sijų niveliacijos rezultatai

Eil. Nr.	Sija	Niveliavimo taškai	Altitudė m	Įlinkis (-), išlinkis (+) mm
1	1	Atrama Nr. 4 (1)	61.002	- 17,0
2		Vidurys (2)	60.986	
3		Atrama Nr. 5 (3)	61.004	
4	2	Atrama Nr. 4 (4)	61.003	- 16,0
5		Vidurys (5)	60.986	
6		Atrama Nr. 5 (6)	61.001	
Bendras perdangos įlinkis				<u>- 16,5</u>

Viaduko penktojo tarpatramio perdangos bendras vaizdas pateiktas 2.48 pav., sijų niveliavimo taškai pateikti 2.49 pav. niveliacijos rezultatai pateikti 2.10 lentelėje.



2.48 pav. Viaduko penktojo tarpatramio perdangos bendras vaizdas



2.49 pav. Viaduko penktojo tarpatramio perdangos niveliacijos taškai

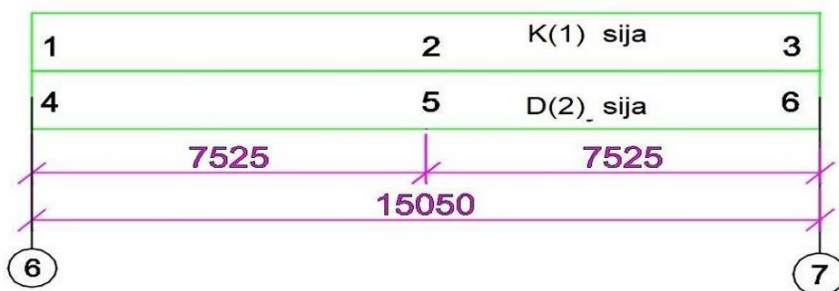
2.10 lentelė. Penktojo tarpatramio perdangos sijų niveliacijos rezultatai

Eil. Nr.	Sija	Niveliavimo taškai	Altitudė m	Įlinkis (-), išlinkis (+) mm
1	1	Atrama Nr. 5 (1)	60.800	- 10,0
2		Vidurys (2)	60.805	
3		Atrama Nr. 6 (3)	60.830	
4	2	Atrama Nr. 5 (4)	60.784	- 5,5
5		Vidurys (5)	60.796	
6		Atrama Nr. 6 (6)	60.819	
Bendras perdangos įlinkis				<u>- 7,75</u>

Viaduko šeštojo tarpatramio perdangos bendras vaizdas pateiktas 2.50 pav., sijų niveliavimo taškai pateikti 2.51 pav. niveliacijos rezultatai pateikti 2.11 lentelėje.



2.50 pav. Viaduko šeštojo tarpatramio perdangos bendras vaizdas



2.51 pav. Viaduko šeštojo tarpatramio perdangos niveliacijos taškai

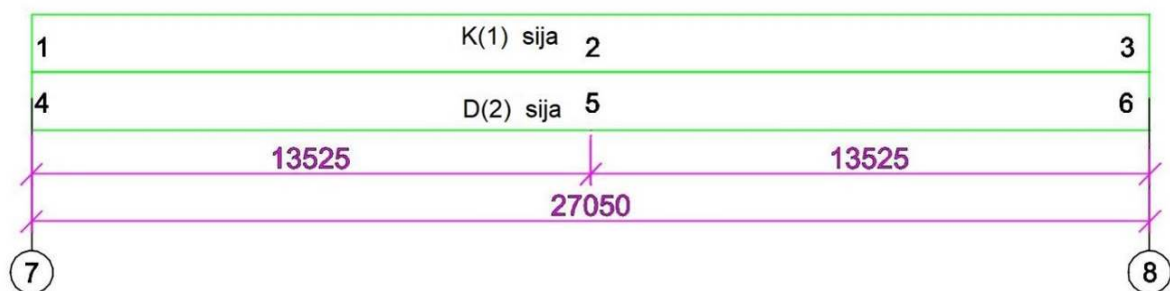
2.11 lentelė. Šeštojo tarpatramio perdangos sijų niveliacijos rezultatai

Eil. Nr.	Sija	Niveliavimo taškai	Altitudė m	Įlinkis (-), išlinkis (+) mm
1	1	Atrama Nr. 5 (1)	61.044	- 1,0
2		Vidurys (2)	61.072	
3		Atrama Nr. 6 (3)	61.102	
4	2	Atrama Nr. 5 (4)	61.054	- 1,5
5		Vidurys (5)	61.072	
6		Atrama Nr. 6 (6)	61.093	
Bendras perdangos įlinkis				- 1,25

Viaduko septintojo tarpatramio perdangos bendras vaizdas pateiktas 2.52 pav., sijų niveliavimo taškai pateikti 2.53 pav. niveliacijos rezultatai pateikti 2.12 lentelėje.



2.52 pav. Viaduko septintojo tarpatramio perdangos bendras vaizdas



2.53 pav. Viaduko septintojo tarpatramio perdangos niveliacijos taškai

2.12 lentelė. Septintojo tarpatramio perdangos sijų niveliacijos rezultatai

Eil. Nr.	Sija	Niveliavimo taškai	Altitudė m	Įlinkis (-), išlinkis (+) mm
1	1	Atrama Nr. 6 (1)	60.898	- 13,5
2		Vidurys (2)	60.826	
3		Atrama Nr. 7 (3)	60.781	
4	2	Atrama Nr. 6 (4)	60.888	- 4,5
5		Vidurys (5)	60.833	
6		Atrama Nr. 7 (6)	60.787	
Bendras perdangos įlinkis				<u>- 9,0</u>

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 17,40 m, tai $f_u = (1/600) \cdot 17,40 = 0,029 \text{ m} = 29,0 \text{ mm}$;
- kai sijos skaičiuojamasis ilgis 14,40 m, tai $f_u = (1/600) \cdot 14,40 = 0,024 \text{ m} = 24,0 \text{ mm}$;

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

- kai sijos skaičiuojamasis ilgis 26,40 m, tai $f_u = (1/400) \cdot 26,40 = 0,065 \text{ m} = 65,0 \text{ mm}$;
- kai sijos skaičiuojamasis ilgis 17,40 m, tai $f_u = (1/400) \cdot 17,40 = 0,0435 \text{ m} = 43,5 \text{ mm}$;
- kai sijos skaičiuojamasis ilgis 14,40 m, tai $f_u = (1/400) \cdot 14,40 = 0,036 \text{ m} = 36,0 \text{ mm}$;

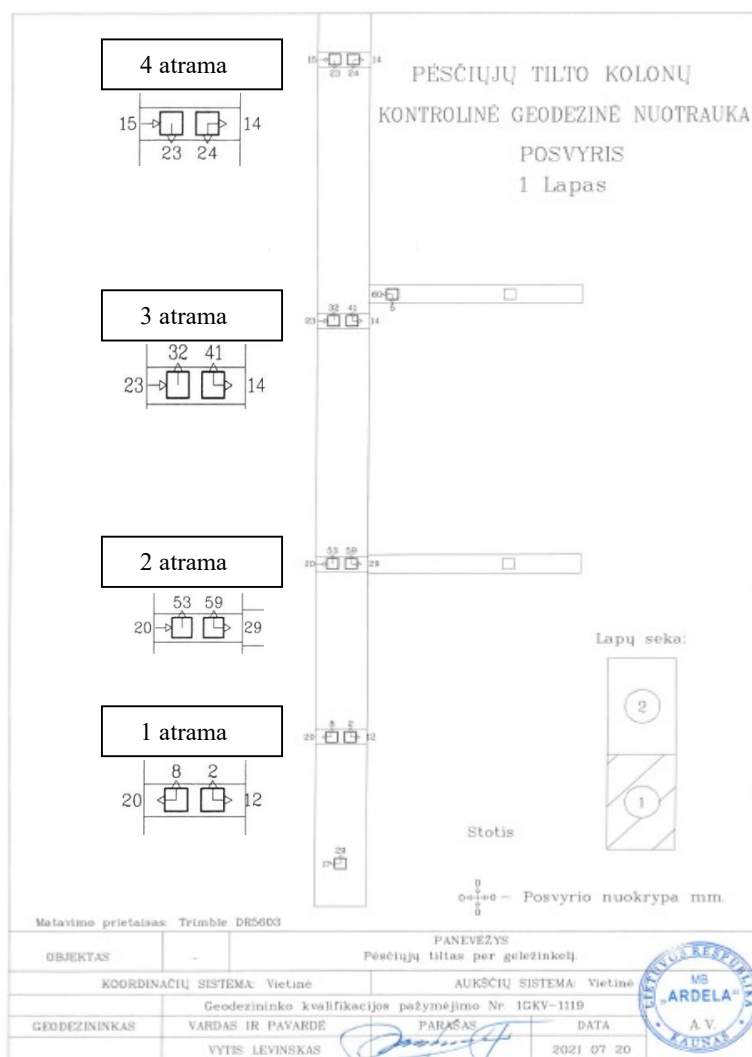
Išvados: išanalizavus 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 2.10, 2.11 ir 2.12 lentelėse pateiktus viaduko perdangų sijų niveliacijos rezultatus nustatyta, kad:

- pirmojo tarpatramio perdangos sijų (18 m) vidutinis įlinkis yra -17,5 mm;
- antrojo tarpatramio perdangos sijų (27 m) vidutinis įlinkis yra -18,0 mm;
- trečiojo tarpatramio perdangos sijų (27 m) vidutinis įlinkis yra -18,0 mm;
- ketvirtojo tarpatramio perdangos sijų (18 m) vidutinis įlinkis yra -16,5 mm;

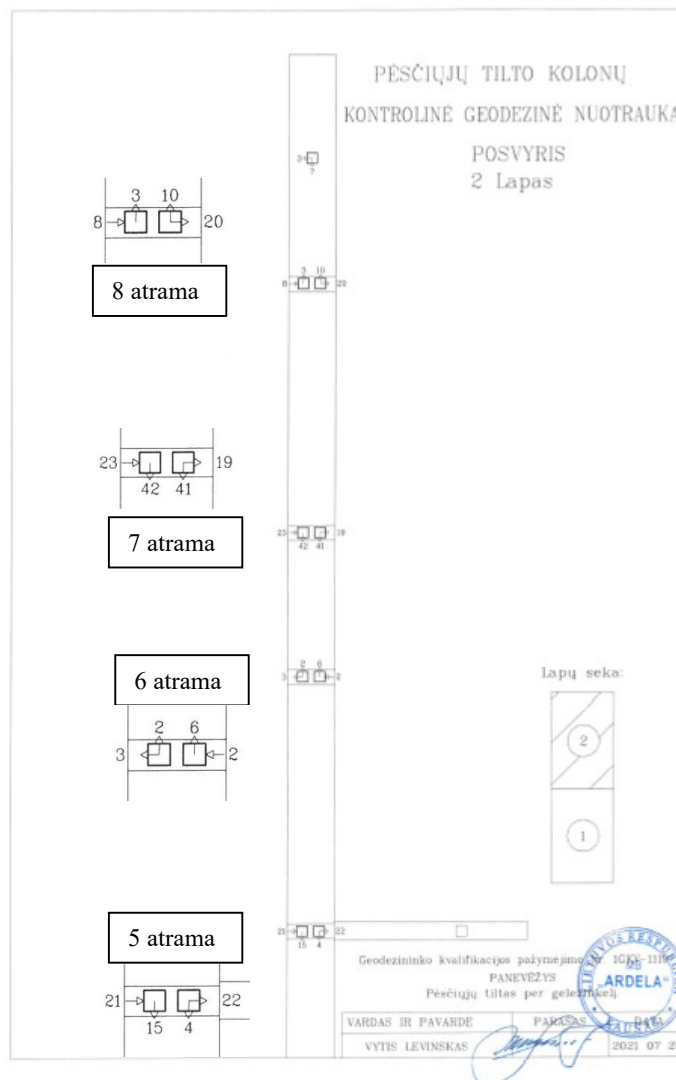
- penktojo tarpatramio perdangos sijų (27 m) vidutinis įlinkis yra -7,75 mm;
- šeštojo tarpatramio perdangos sijų (15 m) vidutinis įlinkis yra -1,25 mm;
- septintojo tarpatramio perdangos sijų (27 m) vidutinis įlinkis yra -9,0 mm.
- pėsčiųjų viaduko Panevėžio geležinkelio stotyje visų tarpatramių perdangų sijos yra įlinkusios, tačiau sijų įlinkiai neviršija LST EN 1990:2002 A1:2005 ir CH 200-62 normų ribinių įlinkių reikšmių.

2.5. VIADUKO ATRAMŲ POSVYRIŲ TYRIMO DUOMENYS

Viaduko tyrimo metu buvo atliktas visų jo atramų kolonų posvyrių matavimas x ir y kryptimis. Matavimus atliko geodezininkas V. Levinskis iš MB „Adrela“. Atramų posvyrių matavimo rezultatai pateikti 2.54 ir 2.55 pav.



2.54 pav. Pirmos – ketvirtos atramų kolonų išdėstymas ir matavimo rezultatai



2.55 pav. Penktos – aštuntos atramų kolonų išdėstymas ir matavimo rezultatai

Viaduko atramų kolonų posvyrių x ir y kryptimis tyrimų rezultatai pateikti 2.13 lentelėje.

2.13 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	2	12
2			K-1-2	8	20
3	I ir II	2	K-2-1	59	29
4			K-2-2	53	20
5	II ir III	3	K-3-1	41	14
6			K-3-2	32	23

7	III ir IV	4	K-4-1	24	14
8			K-4-2	23	15
9	IV ir V	5	K-5-1	4	22
10			K-5-2	15	21
11	V ir VI	6	K-6-1	6	2
12			K-6-2	2	3
13	VI ir VII	7	K-7-1	41	19
14			K-7-2	42	23
15	VII	8	K-8-1	10	20
16			K-8-2	3	8

Išvada: pagal 2.13 lentelės 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, ir papildomų posvyrių viaduko eksploatavimo metu kolonose neatsirado.

Pagal STR 1.03.01:2016 „Statybiniai tyrimai. Statinio avarija“, ribinis kolonos posvyris yra $(1/100) \times l_{sk}$. Didžiausi kolonų posvyriai užfiksuoti 7 atramos kolonose išilgine viaduko kryptimi. Nustatyti kolonų posvyriai – 42 mm ir 41 mm siekia tik, apytikriai pusę ribinio kolonos posvyrio $(1/100) \times l_{sk}$, kurio dydis 75 mm. Kitų viaduko kolonų posvyriai žymiai mažesni.

3. VIADUKO ĮRAŽŲ TEORINIAI SKAIČIAVIMAI

3.1 PROJEK TINĖS VIADUKO APKROVOS

Pėsčiųjų viadukas Panevėžio stotyje pastatytas 1980 m. Viaduko perdangos sijos suprojektuotos pagal 1975 m. ir 1978 m. patvirtintus tipinius projektus [1, 2, 3]. Pagrindinės laikančiųjų konstrukcijų skaičiavimui naudotos medžiagų, apkrovų, virpesių charakteristikos pagal minėtus tipinius projektus 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
Gelžbetoninių perdangos sijų medžiagų charakteristikos		
1	Projektinis betonas	M400
2	Betono atsparumas šalčiui	300
3	Skačiuojamasis betono stipris gniuždant	$R_{pr.} = 185 \text{ kg/cm}^2 = 18,5 \text{ MPa}$
Gelžbetoninių perdangos sijų medžiagų charakteristikos		
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.5cn2
7	Išilginės tempiamos ir gniuždomos armatūros klasė	AII
8	Armatūros skačiuojamasis atsparumas	$R_a = 2400 \text{ kg/cm}^2 = 240 \text{ MPa}$
9	Armatūros tamprumo modulis	$E_a = 2,1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$
Skačiavimuose priimtose apkrovos vienai sijai		
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 skačiuojant plyšių atsivėrimui	1,927 t/m = 18,90 kN/m
8	Skačiuojamoji apkrova	2,386 t/m = 23,41 kN/m
Statybinės sijų pakylas		
1	24 m ilgio sija	12 cm
2	27 m ilgio sija	16 cm
Virpesių periodai		
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 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 kg/m^2 žmonių minią	$T = 0,43 \text{ s}$
Sijų įrašos		
1	Atlaikomas 24 m ilgio sijos lenkimo momentas	$M_{atl.} = 179 \text{ tm} = 1756 \text{ kNm}$
2	Atlaikomas 27 m ilgio sijos lenkimo momentas	$M_{atl.} = 230 \text{ tm} = 2256 \text{ kNm}$
Perdangos sijų įlinkiai skačiuojant pagal CH 200-62		
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



3.3 pav. Viaduko antrojo tarpatramio perdangos modelis



3.4 pav. Viaduko šeštojo tarpatramio perdangos modelis

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

Viaduko pirmojo tarpatramio perdangos (18,0 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 Panevėžio 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	9,64+0,628 kN/m	Perdangos vidurys	389	438
Skersinė jėga, kN		Virš 1 atramos	90	101

3.3 lentelė. Pėsčiųjų viaduko Panevėžio 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	215	301
Skersinė jėga, kN		Virš 1 atramos	49	69

Pastabos:

- pirmojo tarpatramio perdangos sijos viduryje suminis charakteristinis lenkimo momentas nuo projektinių nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio – $M_{ch} = 389 + 215 = 604$ kNm;
- pirmojo tarpatramio perdangos sijos viduryje suminis skaičiuojamasis lenkimo momentas nuo projektinių nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio – $M_{sk} = 438 + 301 = 739$ kNm;
- pirmojo tarpatramio perdangos sijos atlaikomasis momentas $M_{atl} = 743$ kNm (žr. 8 skyrių);
- pirmojo tarpatramio perdangos sijos stiprumo atsargos koeficientas nuo projektinių nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio – $RF = 743 / 739 = 1,01$.

Viaduko antrojo tarpatramio perdangos (27,0 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 Panevėžio 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	1134	1269
Skersinė jėga, kN		Virš 1 atramos	172	192

3.5 lentelė. Pėsčiųjų viaduko Panevėžio 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	Perdangos vidurys	495	693
Skersinė jėga, kN		Virš 1 atramos	75	105

Pastabos:

- antrojo tarpatramio perdangos sijos viduryje suminis charakteristinis lenkimo momentas nuo projektinių nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio – $M_{ch} = 1134 + 495 = 1629$ kNm;
- antrojo tarpatramio perdangos sijos viduryje suminis skaičiuojamasis lenkimo momentas nuo projektinių nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio – $M_{sk} = 1269 + 693 = 1962$ kNm;
- antrojo tarpatramio perdangos sijos atlaikomasis momentas $M_{atl} = 2458$ kNm (žr. 8 skyrių);
- antrojo tarpatramio perdangos sijos stiprumo atsargos koeficientas nuo projektinių nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio – $RF = 2458 / 1962 = 1,25$.

Viaduko šeštojo tarpatramio perdangos (15,0 m) sijoje atsirandančių įrašų skaičiavimas nuo projektinės nuolatinės apkrovos pateiktas 3.6 lentelėje, o nuo projektinės kintamos apkrovos pateiktas 3.7 lentelėje.

3.6 lentelė. Pėsčiųjų viaduko Panevėžio geležinkelio stotyje šeštojo 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	9,64+0,628 kN/m	Perdangos vidurys	266	297
Skersinė jėga, kN		Virš 1 atramos	74	83

3.7 lentelė. Pėsčiųjų viaduko Panevėžio geležinkelio stotyje šeštojo 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	147	206
Skersinė jėga, kN		Virš 1 atramos	41	57

Pastabos:

- šeštojo tarpatramio perdangos sijos viduryje suminis charakteristinis lenkimo momentas nuo projektinių nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio – $M_{ch} = 266 + 147 = 413$ kNm;
- šeštojo tarpatramio perdangos sijos viduryje suminis skaičiuojamasis lenkimo momentas nuo projektinių nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio – $M_{sk} = 297 + 206 = 503$ kNm;
- šeštojo tarpatramio perdangos sijos atlaikomas momentas $M_{atl} = 519$ kNm (žr. 8 skyrių);
- šeštojo tarpatramio perdangos sijos stiprumo atsargos koeficientas nuo projektinių nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio – $RF = 519 / 503 = 1,03$.

Viaduko pirmojo tarpatramio perdangos (18,0 m) įlinkio skaičiavimo rezultatai nuo nuolatinės ir kintamos apkrovų poveikio pateikti 3.8 lentelėje, antrojo tarpatramio perdangos (27,0 m) įlinkio skaičiavimo rezultatai nuo nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio pateikti 3.9 lentelėje ir šeštojo tarpatramio perdangos (15 m) įlinkio skaičiavimo rezultatai pateikti 3.10 lentelėje.

3.8 lentelė. Pėsčiųjų viaduko Panevėžio geležinkelio stotyje pirmojo tarpatramio perdangos (18,0 m) įlinkio skaičiavimo rezultatai nuo nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio

Deformacijos tipas	Apkrovos tipas	Pjūvis	Perdangos deformacijos
Įlinkis	Nuolatinė apkrova	Perdangos vidurys	21,2 mm
	Kintama apkrova		10,5 mm
Suminės perdangos deformacijos nuo nuolatinių ir kintamų apkrovų			31,7 mm

3.9 lentelė. Pėsčiųjų viaduko Panevėžio geležinkelio stotyje antrojo 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			65,3 mm

3.10 lentelė. Pėsčiųjų viaduko Panevėžio geležinkelio stotyje šeštojo tarpatramio perdangos (15,0 m) įlinkio skaičiavimo rezultatai nuo nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio

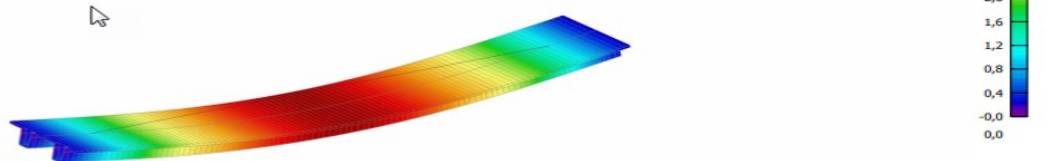
Deformacijos tipas	Apkrovos tipas	Pjūvis	Perdangos deformacijos
Įlinkis	Nuolatinė apkrova	Perdangos vidurys	10,40 mm
	Kintama apkrova		5,10 mm
Suminės perdangos deformacijos nuo nuolatinių ir kintamų apkrovų			15,5 mm

3.3. VIADUKO PERDANGOS VIRPESIŲ TEORINIAI SKAIČIAVIMAI

Su kompiuterine programa „SCIA ENGINEERING“ (licencijos Nr. 660246) buvo atlikti pirmojo, antrojo ir šeštojo 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 3.5 pav.

2.2.1.1. 3D displacement; U_total

Values: U_{total}
Modal shapes are normalized, so that the generalized modal mass of each mode is equal to 1kg.
Mass combination: CM1/1 - 2,33
Selection: All
Location: In nodes avg.. System: Global

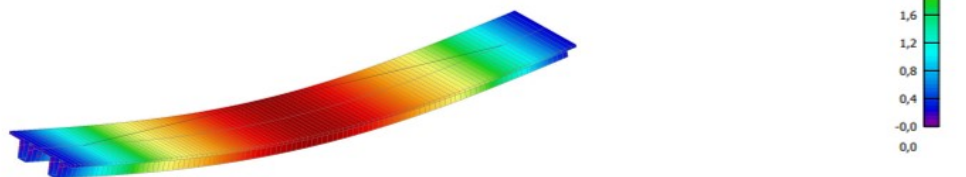


3.5 pav. Viaduko pirmojo tarpatramio perdangos (18,0 m) I vertikalių virpesių forma. Apskaičiuotas perdangos dažnis nuo jos savojo svorio apkrovos – 2,33 Hz

Pirmojo tarpatramio perdangos I vertikalių savųjų svyravimų forma ir dažnis, vertinant perdangos savąjį svorį ir 150 kg/m^2 žmonių minios įtaką, pateikti 3.6 pav.

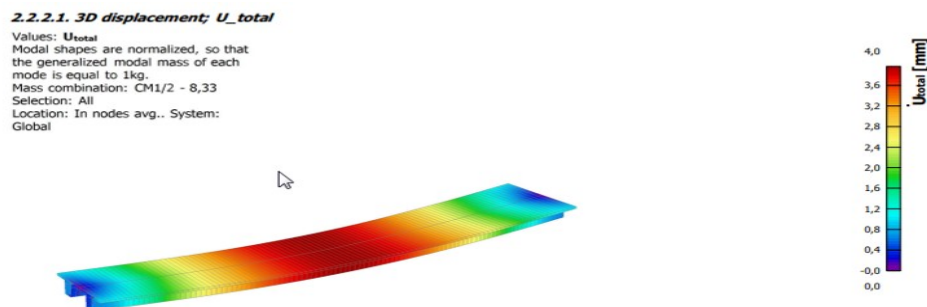
2.2.3.1. 3D displacement; U_total

Values: U_{total}
Modal shapes are normalized, so that the generalized modal mass of each mode is equal to 1kg.
Mass combination: CM2/1 - 2,25
Selection: All
Location: In nodes avg.. System: Global



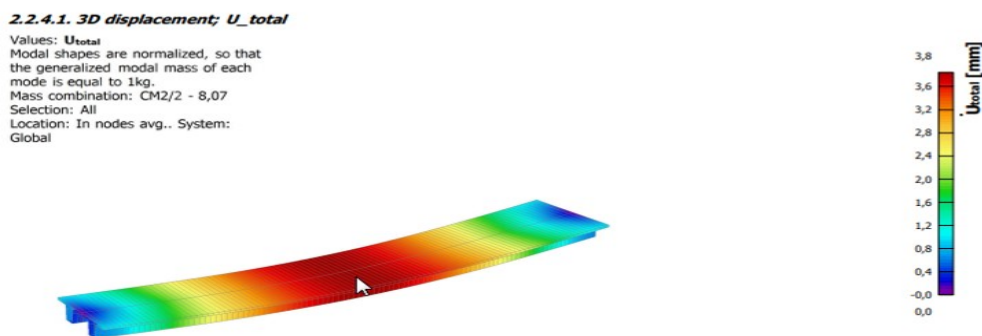
3.6 pav. Viaduko pirmojo tarpatramio perdangos (18,0 m) I vertikalių virpesių forma. Apskaičiuotas perdangos dažnis nuo jos savojo svorio ir 150 kg/m^2 žmonių minios apkrovos – 2,25 Hz

Viaduko pirmojo tarpatramio perdangos I horizontalių savųjų svyravimų forma ir dažnis vertinant tik perdangos savąjį svorį pateiktas 3.7 pav.



3.7 pav. Viaduko pirmojo tarpatramio perdangos (18,0 m) I horizontalių virpesių forma. Apskaičiuotas perdangos dažnis nuo jos savojo svorio apkrovos – 8,33 Hz

Viaduko pirmojo tarpatramio perdangos I vertikalių savųjų svyravimų forma ir dažnis vertinant perdangos savąjį svorį ir 150 kg/m² žmonių minios įtaką pateikta 3.8 pav.



3.8 pav. Viaduko pirmojo tarpatramio perdangos (18,0 m) I horizontalių virpesių forma. Apskaičiuotas perdangos dažnis nuo jos savojo svorio ir 150 kg/m² žmonių minios apkrovos – 8,07 Hz

Pėsčiųjų viaduko teoriniu būdu apskaičiuoti pirmojo tarpatramio perdangos I vertikalių ir I horizontalių virpesių dažniai pateikti 3.11 lentelėje.

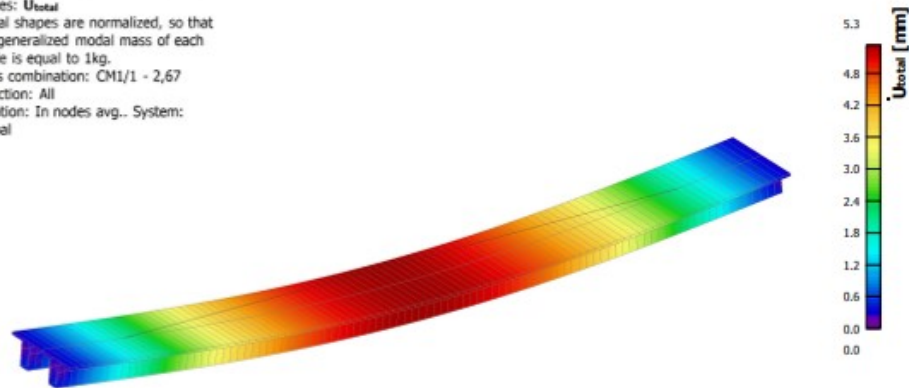
3.11 lentelė. Pėsčiųjų viaduko teoriniu būdu apskaičiuoti pirmojo tarpatramio perdangos I vertikalių ir I horizontalių virpesių dažniai

Eil. Nr.	Tarpatramis	Virpesių tipas	Apkrovos tipas	Perdangos lankstymosi forma	Dažnis, Hz	Periodas, s
1	I	Vertikalūs virpesiai	Perdangos savas svoris	I	2,33	0,429
2	I	Vertikalūs virpesiai	Perdangos savas svoris ir 150 kg/m ² minios apkrova	I	2,25	0,444
3	I	Horizontalūs virpesiai	Perdangos savas svoris	I	8,33	0,120
4	I	Horizontalūs virpesiai	Perdangos savas svoris ir 150 kg/m ² minios apkrova	I	8,07	0,115

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

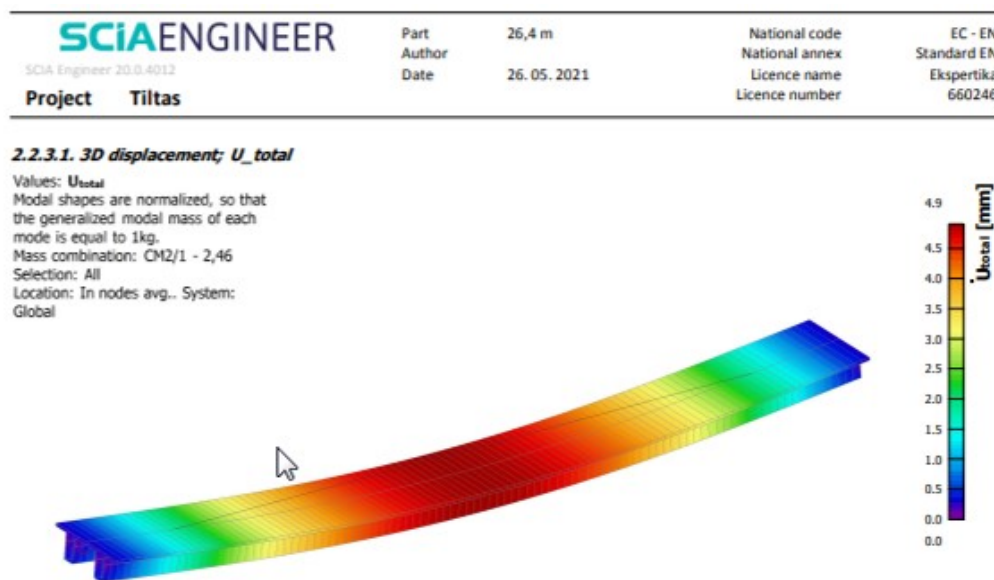
2.2.1.1. 3D displacement; U_{total}

Values: U_{total}
 Modal shapes are normalized, so that the generalized modal mass of each mode is equal to 1kg.
 Mass combination: CM1/1 - 2,67
 Selection: All
 Location: In nodes avg.. System: Global



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

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

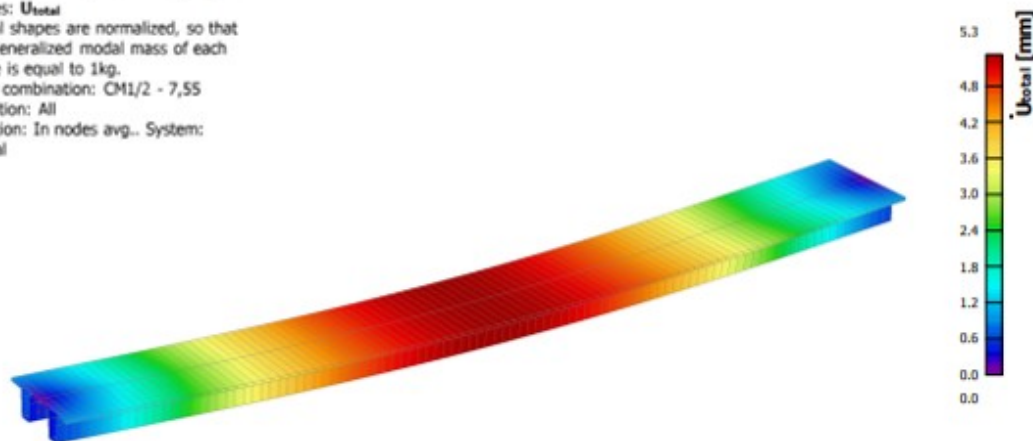


3.9 pav. Viaduko antrojo tarpatramio perdangos (27,0 m) I vertikalių virpesių forma. Apskaičiuotas perdangos dažnis nuo jos savojo svorio ir 150 kg/m^2 žmonių minios apkrovos – 2,46 Hz

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

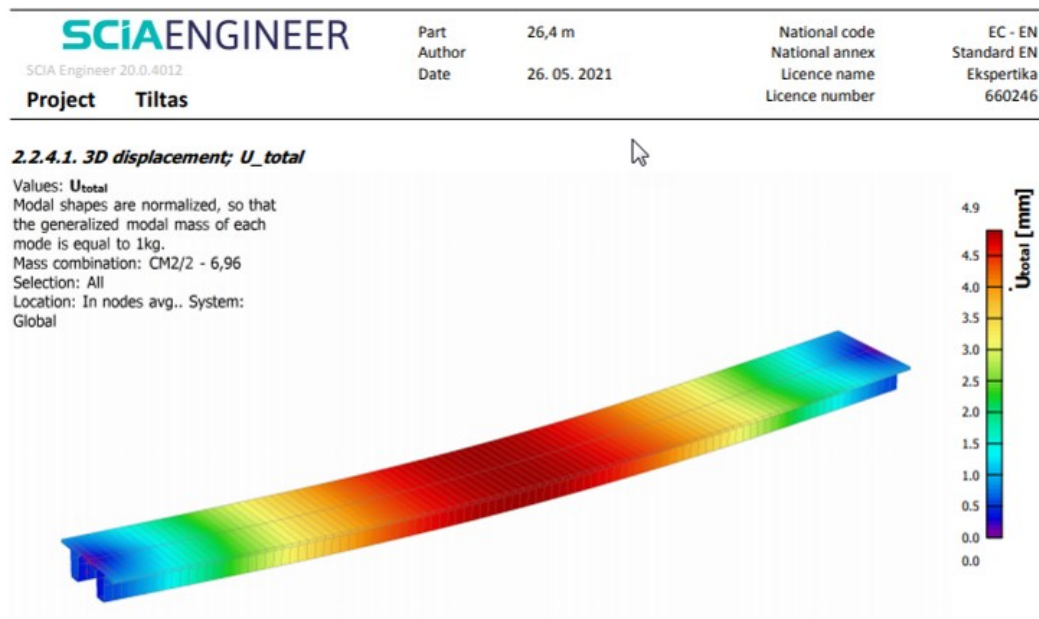
2.2.2.1. 3D displacement; U_{total}

Values: U_{total}
 Modal shapes are normalized, so that the generalized modal mass of each mode is equal to 1kg.
 Mass combination: CM1/2 - 7,55
 Selection: All
 Location: In nodes avg.. System: Global



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

Viaduko antrojo tarpatramio perdangos I vertikalių savųjų svyravimų forma ir dažnis vertinant perdangos savąjį svorį ir 150 kg/m^2 žmonių minios įtaką pateikta 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^2 žmonių minios apkrovos – 6,99 Hz

Pėsčiųjų viaduko teoriniu būdu apskaičiuoti antrojo tarpatramio perdangos I vertikalių ir I horizontalių virpesių dažniai pateikti 3.12 lentelėje.

3.12 lentelė. Pėsčiųjų viaduko teoriniu būdu apskaičiuoti antrojo tarpatramio perdangos I vertikalių 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 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 kg/m ² minios apkrova	I	6,99	0,14

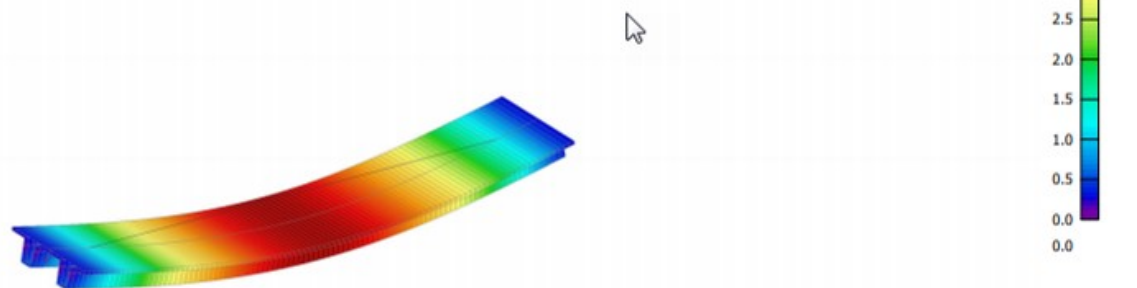
Pastaba: viaduko tipiniame projekte [1] pateikta, kad 27 m ilgio perdangos vertikalių svyravimų periodas be apkrovos – 0,40 s, o su 150 kg/m² apkrova – 0,43 s.

Išvada: palyginus antrojo tarpatramio perdangos (27 m) teoriniu būdu apskaičiuotus vertikalių svyravimų periodus be apkrovos ir su 150 kg/m² žmonių minios apkrova su vertikalių svyravimų periodais pateiktas tipiniame projekte [1] nustatyta, kad jie yra labai panašūs.

Pėsčiųjų viaduko šeštojo tarpatramio perdangos I vertikalių savųjų svyravimų forma ir dažnis vertinant tik perdangos savąjį svorį, pateikti 3.12 pav.

2.2.1.1. 3D displacement; U_{total}

Values: U_{total}
 Modal shapes are normalized, so that the generalized modal mass of each mode is equal to 1kg.
 Mass combination: CM1/1 - 3,32
 Selection: All
 Location: In nodes avg.. System: Global

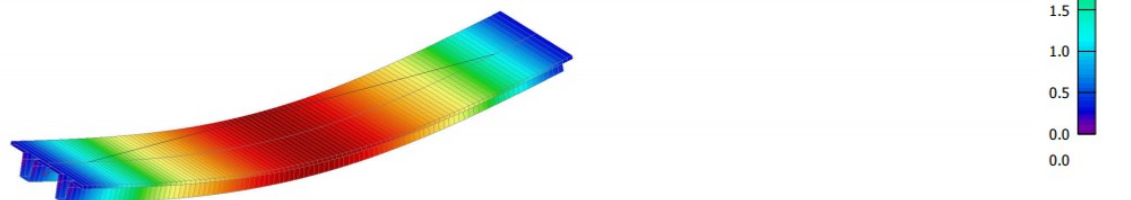


3.12 pav. Viaduko šeštojo tarpatramio perdangos (15,0 m) I vertikalių virpesių forma. Apskaičiuotas perdangos dažnis nuo jos savojo svorio apkrovos – 3,32 Hz

Viaduko šeštojo tarpatramio perdangos I vertikalių savųjų svyravimų forma ir dažnis, vertinant perdangos savąjį svorį ir 150 kg/m^2 žmonių minios įtaką, pateikti 3.13 pav.

2.2.3.1. 3D displacement; U_{total}

Values: U_{total}
 Modal shapes are normalized, so that the generalized modal mass of each mode is equal to 1kg.
 Mass combination: CM2/1 - 3,22
 Selection: All
 Location: In nodes avg.. System: Global

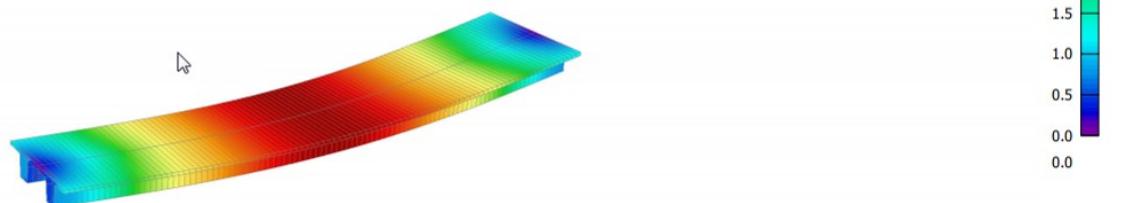


3.13 pav. Viaduko šeštojo tarpatramio perdangos (15,0 m) I vertikalių virpesių forma. Apskaičiuotas perdangos dažnis nuo jos savojo svorio ir 150 kg/m^2 žmonių minios apkrovos – 3,22 Hz

Viaduko šeštojo tarpatramio perdangos I horizontalių savųjų svyravimų forma ir dažnis vertinant tik perdangos savąjį svorį pateiktas 3.14 pav.

2.2.2.1. 3D displacement; U_{total}

Values: U_{total}
 Modal shapes are normalized, so that the generalized modal mass of each mode is equal to 1kg.
 Mass combination: CM1/2 - 11,52
 Selection: All
 Location: In nodes avg.. System: Global

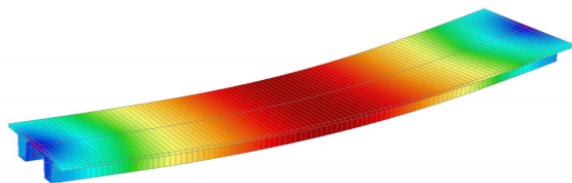


3.14 pav. Viaduko šeštojo tarpatramio perdangos (15,0 m) I horizontalių virpesių forma. Apskaičiuotas perdangos dažnis nuo jos savojo svorio apkrovos – 11,52 Hz

Viaduko šeštojo tarpatramio perdangos I vertikalių savųjų svyravimų forma ir dažnis vertinant perdangos savąjį svorį ir 150 kg/m^2 žmonių minios įtaką pateikta 3.15 pav.

2.2.4.1. 3D displacement; U_{total}

Values: U_{total}
Modal shapes are normalized, so that the generalized modal mass of each mode is equal to 1kg.
Mass combination: CM2/2 - 11,16
Selection: All
Location: In nodes avg.. System: Global



3.15 pav. Viaduko šeštojo tarpatramio perdangos (15,0 m) I horizontalių virpesių forma. Apskaičiuotas perdangos dažnis nuo jos savojo svorio ir 150 kg/m^2 žmonių minios apkrovos – 11,16 Hz

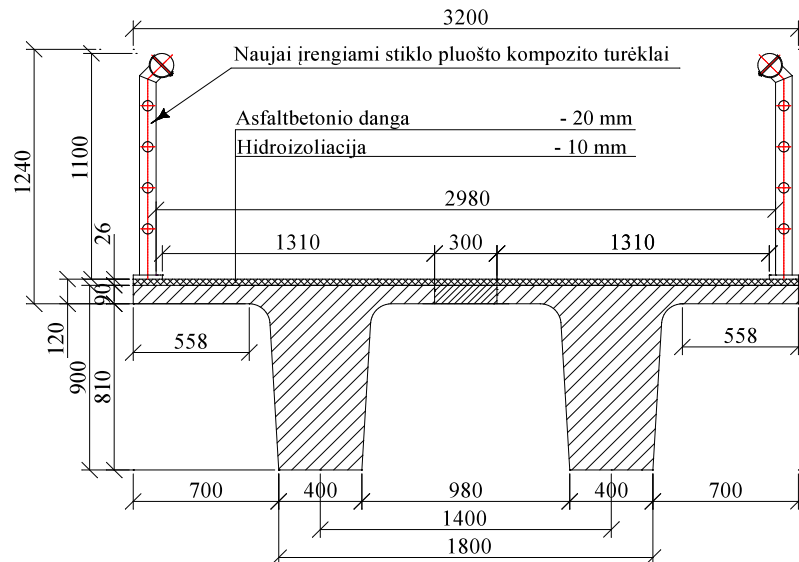
Pėsčiųjų viaduko teoriniu būdu apskaičiuoti šeštojo tarpatramio perdangos I vertikalių ir I horizontalių virpesių dažniai pateikti 3.13 lentelėje.

3.13 lentelė. Pėsčiųjų viaduko teoriniu būdu apskaičiuoti šeštojo tarpatramio perdangos I vertikalių 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	3,32	0,301
2	I	Vertikalūs virpesiai	Perdangos savas svoris ir 150 kg/m^2 minios apkrova	I	3,22	0,311
3	I	Horizontalūs virpesiai	Perdangos savas svoris	I	11,52	0,087
4	I	Horizontalūs virpesiai	Perdangos savas svoris ir 150 kg/m^2 minios apkrova	I	11,16	0,090

4. VIADUKO PERDANGOS ĮRAŽŲ TEORINIAI SKAIČIAVIMAI JEI SIJOS BŪTŲ REMONTUOJAMOS

Pagal viaduko apžiūros rezultatus nustatyta, kad bendra perdangos būklė yra patenkinama, dalis pakloto elementų yra nusidėvėję. Norint viaduką pritaikyti žmonėms su negalia, reikėtų pakeisti esamus pakloto elementus (asfaltbetonio dangą, hidroizoliaciją ir turėklus) ir suremontuoti sijas. Pakloto elementų keitimo metu nedidinama nuolatinė apkrova. Viaduko perdangos skerspjūvis su naujais pakloto elementais pateiktas 4.1 pav.



4.1 pav. Siūlomas projektuoti viaduko perdangos skerspjūvis

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

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

Apkrovos rūšis	Apkrova kN/m		Apkrovos patikimumo koeficientas
	Charakteristinė	Skaičiuojamoji	
Nuolatinės apkrovos			
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
Suminė nuolatinė pakloto apkrova	0,881	1,19	1,35
Kintama apkrova			
Žmonių minia 5 kN/m^2 , plotis tenkantis vienai sijai – $b = 1,45 \text{ m}$	7,25	9,79	1,35

Viaduko pirmojo tarpatramio perdangos (18,0 m) sijoje atsirandančių įrąžų skaičiavimas pagal 4.1 lentelėje pateiktas nuolatinės apkrovas pateiktas 4.2 lentelėje.

4.2 lentelė. Pėsčiųjų viaduko Panevėžio geležinkelio stotyje pirmojo tarpatramio perdangos (18,0 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	9,50+0,881 kN/m	Perdangos vidurys	393	441
Skersinė jėga, kN		Virš 1 atramos	91	102

Viaduko pirmojo tarpatramio perdangos (18,0 m) sijoje atsirandančių įrašų skaičiavimas pagal 4.1 lentelėje pateiktas kintamas apkrovas pateiktas 4.3 lentelėje.

4.3 lentelė. Pėsčiųjų viaduko Panevėžio geležinkelio stotyje pirmojo tarpatramio perdangos (18,0 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 ² , pagal LST EN 1991-1	Perdangos vidurys	274	370
Skersinė jėga, kN		Virš 1 atramos	63	85

Pėsčiųjų viaduko pirmojo tarpatramio perdangos (18,0 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 Panevėžio geležinkelio stotyje pirmojo tarpatramio perdangos (18,0 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	21,2
	Kintama apkrova		13,2
Suminės perdangos deformacijos nuo nuolatinių ir kintamų apkrovų			34,4

Išvados:

- pirmojo tarpatramio perdangos sijos viduryje suminis charakteristinis lenkimo momentas nuo 4.1 lentelėje pateiktų nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio pagal LST EN 1991-1 – $M_{ch} = 393 + 274 = 667 \text{ kNm}$ yra apie 10% didesnis lyginant su lenkimo momentu nuo projektinių nuolatinių ir kintamų apkrovų ($M_{ch} = 604 \text{ kNm}$);
- pirmojo tarpatramio perdangos sijos viduryje suminis skaičiuojamasis lenkimo momentas nuo 4.1 lentelėje pateiktų nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio pagal LST EN 1991-1 – $M_{sk} = 441 + 370 = 811 \text{ kNm}$ yra apie 9% didesnis lyginant su lenkimo momentu nuo projektinių nuolatinių ir kintamų apkrovų ($M_{sk} = 739 \text{ kNm}$);
- pirmojo tarpatramio perdangos sijos atlaikomasis momentas $M_{atl} = 743 \text{ kNm}$ (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 – $RF = 743 / 811 = 0,92$. Pirmojo tarpatramio perdangos sijų stiprumas yra nepakankamas norint perdangą eksploatuoti su didesne kintama apkrova pagal LST EN 1991-1 reikalavimus;
- pirmojo tarpatramio perdangos įlinkis – 17,5 mm. Teoriškai apskaičiuotas pirmojo tarpatramio perdangos įlinkis nuo 5 kN/m^2 pagal LST EN 1991-1 yra 13,2 mm. Suminis pirmojo tarpatramio perdangos įlinkis – $17,5 + 13,2 = 30,7 \text{ mm}$ viršija leistiną ribinį perdangos įlinkį (29,0 mm) pagal LST EN 1990:2002 A1:2005 reikalavimus. Pirmojo tarpatramio perdangą saugu eksploatuoti, kai ji apkrauta ne daugiau, kaip 50% kintamos apkrovos pagal LST EN 1991-1 reikalavimus.

Pėsčiųjų viaduko antrojo tarpatramio perdangos (27,0 m) sijoje atsirandančių įrašų skaičiavimas pagal 4.1 lentelėje pateiktas nuolatinės apkrovas pateiktas 4.5 lentelėje.

4.5 lentelė. Pėsčiųjų viaduko Panevėžio geležinkelio stotyje antrojo tarpatramio perdangos (27,0 m) sijos pavojingiausiuose pjūviuose atsirandančių įrašų skaičiavimas nuo nuolatinių apkrovų (žr. 4.1 lentelę) poveikio

Įrašų 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 2 atramos	173	193

Viaduko antrojo tarpatramio perdangos (27,0 m) sijoje atsirandančių įrašų skaičiavimas pagal 4.1 lentelėje pateiktas kintamas apkrovas pateiktas 4.6 lentelėje.

4.6 lentelė. Pėsčiųjų viaduko Panevėžio geležinkelio stotyje antrojo 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 ² , pagal LST EN 1991-1	Perdangos vidurys	632	853
Skersinė jėga, kN		Virš 2 atramos	96	129

Pėsčiųjų viaduko antrojo tarpatramio perdangos (27,0 m) įlinkio skaičiavimo rezultatai nuo nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio (pagal 4.1 lentelėje pateiktas nuolatinės ir kintamas apkrovas) pateikti 4.7 lentelėje.

4.7 lentelė. Pėsčiųjų viaduko Panevėžio geležinkelio stotyje antrojo 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			70,9 mm

Išvados:

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

- antrojo tarpatramio perdangos įlinkis – 18,0 mm. Teoriškai apskaičiuotas antrojo tarpatramio perdangos įlinkis nuo 5 kN/m² pagal LST EN 1991-1 yra 26,9 mm. Suminis antrojo tarpatramio perdangos įlinkis – 18,0 + 26,9 = 44,9 mm viršija ribinį leistiną perdangos įlinkį (44,0 mm) pagal LST EN 1990:2002 A1:2005 reikalavimus. Antrojo tarpatramio perdangą saugu eksploatuoti, kai ji apkrauta ne daugiau, kaip 50% kintamos apkrovos pagal LST EN 1991-1 reikalavimus.

Pėsčiųjų viaduko šeštojo tarpatramio perdangos (15,0 m) sijoje atsirandančių įrašų skaičiavimas pagal 4.1 lentelėje pateiktas nuolatinės apkrovas pateiktas 4.8 lentelėje.

4.8 lentelė. Pėsčiųjų viaduko Panevėžio geležinkelio stotyje šeštojo tarpatramio perdangos (15,0 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	9,50+0,881 kN/m	Perdangos vidurys	269	302
Skersinė jėga, kN		Virš 6 atramos	74	83

Viaduko šeštojo tarpatramio perdangos (15,0 m) sijoje atsirandančių įrašų skaičiavimas pagal 4.1 lentelėje pateiktas kintamas apkrovas pateiktas 4.9 lentelėje.

4.9 lentelė. Pėsčiųjų viaduko Panevėžio geležinkelio stotyje šeštojo tarpatramio perdangos (15,0 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 ² , pagal LST EN 1991-1	Perdangos vidurys	188	254
Skersinė jėga, kN		Virš 6 atramos	52	70

Pėsčiųjų viaduko šeštojo tarpatramio perdangos (15,0 m) įlinkio skaičiavimo rezultatai nuo nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio (pagal 4.1 lentelėje pateiktas nuolatinės ir kintamas apkrovas)

pateikti 4.10 lentelėje.

4.10 lentelė. Pėsčiųjų viaduko Panevėžio geležinkelio stotyje šeštojo tarpatramio perdangos (15,0 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	10,4 mm
	Kintama apkrova		6,5 mm
Suminės perdangos deformacijos nuo nuolatinių ir kintamų apkrovų			16,9 mm

Išvados:

- šeštojo tarpatramio perdangos sijos viduryje suminis charakteristinis lenkimo momentas nuo 4.1 lentelėje pateiktų nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio pagal LST EN 1991-1 – $M_{ch} = 269 + 188 = 457 \text{ kNm}$ yra apie 10% didesnis lyginant su lenkimo momentu nuo projektinių nuolatinių ir kintamų apkrovų ($M_{ch} = 413 \text{ kNm}$);
- šeštojo tarpatramio perdangos sijos viduryje suminis skaičiuojamasis lenkimo momentas nuo 4.1 lentelėje pateiktų nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio pagal LST EN 1991-1 – $M_{sk} = 302 + 254 = 556 \text{ kNm}$ yra apie 11% didesnis lyginant su lenkimo momentu nuo projektinių nuolatinių ir kintamų apkrovų ($M_{sk} = 503 \text{ kNm}$);
- šeštojo tarpatramio perdangos sijos atlaikomasis momentas $M_{atl} = 519 \text{ kNm}$ (žr. 8 skyrių);
- šeštojo tarpatramio perdangos sijos stiprumo atsargos koeficientas nuo 4.1 lentelėje pateiktų nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio pagal LST EN 1991-1 – $RF = 519 / 556 = 0,93$. Šeštojo tarpatramio perdangos sijų stiprumas yra nepakankamas norint perdangą eksploatuoti su didesne kintama apkrova pagal LST EN 1991-1 reikalavimus;
- šeštojo tarpatramio perdangos įlinkis – 1,25 mm. Teoriškai apskaičiuotas šeštojo tarpatramio perdangos įlinkis nuo 5 kN/m^2 pagal LST EN 1991-1 yra 6,5 mm. Suminis šeštojo tarpatramio perdangos įlinkis – $1,25 + 6,5 = 7,75 \text{ mm}$ neviršija ribinio leistino perdangos įlinkį (25,0 mm) pagal LST EN 1990:2002 A1:2005 reikalavimus.

Apibendrinančios išvados:

- išanalizavus pirmojo tarpatramio perdangos (18 m), antrojo tarpatramio perdangos (27 m) ir šeštojo tarpatramio perdangos įrašų ir deformacijų skaičiavimo rezultatus nustatyta, kad visų tarpatramių perdangų sijų stiprumo atsarga yra pakankama kai perdangos yra eksploatuojamos su projektine kintama (4 kN/m^2) apkrova. Pirmojo, antrojo ir šeštojo tarpatramių perdangas galima saugiai eksploatuoti, kai jos apkrautos ne daugiau, kai 50 % kintamos apkrovos pagal LST EN 1991-1 reikalavimus.

- kadangi visos viaduko perdangos yra įlinkusios ir 18 m ir 15 m perdangų stiprumas yra nepakankamas norint jas saugiai eksploatuoti didesnei kintamai žmonių minios apkrovai (5 kN/m^2 pagal LST EN 1991-1), todėl visų tarpatramių perdangas galima būtų saugiai eksploatuoti tik su 50% kintama žmonių minios apkrova t. y. $2,50 \text{ kN/m}^2$;
- siekiant esamos būklės statinį (nedidinant nuolatinių apkrovų) saugiai eksploatuoti didesnei kintamai žmonių minios apkrovai pagal LST EN 1991-1 reikalavimus būtina:
 - sustiprinti visų tarpatramių perdangų sijas arba vietoje esamų gelžbetoninių perdangos sijų įrengti naujas gelžbetonines arba plienbetonines sijas.

5. VIADUKO STATINIS BANDYMAS

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

Pagal viaduko vizualios apžiūros rezultatus, skirtingų tarpatramių perdangų sijų niveliacijos rezultatus ir teorinius įrašų (nuo projektinių nuolatinių ir kintamų apkrovų, bei nuo projektinių apkrovų pagal LST EN 1991-1) skaičiavimus nustatyta, kad:

- bendra atramų būklė yra gera, o bendra perdangos būklė yra patenkinama;
- visų tarpatramių perdangų sijos yra įlinkusios. Faktiniai visų tarpatramių perdangų sijų įlinkiai neviršija LST EN 1990:2002 A1:2005 ir CH 200-62 normų ribinių įlinkių reikšmių, tačiau pirmojo, antrojo, trečiojo ir ketvirtojo tarpatramių perdangų įlinkiai yra pasiekę 50% leistino ribinio įlinkio pagal LST EN 1990:2002 A1:2005 reikalavimus. Esamame statinyje neleistino dydžio deformacijų sijose nėra, todėl jos tenkina II ribinio būvio (Tinkamumo ribinis būvis) reikalavimus pagal STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“;
- viaduką galima saugiai eksploatuoti tik su 50% didesne kintama žmonių minios apkrova (5 kN/m^2 pagal LST EN 1991-1). Labiausiai įlinkusių viaduko perdangų negalima apkrauti daugiau kaip 50% kintama žmonių minios apkrova (5 kN/m^2 pagal LST EN 1991-1), nes jos netenkins tinkamumo ribinio būvio reikalavimų pagal STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“.

Viaduko Panevėžio geležinkelio stotyje labiausiai įlinkusių tarpatramių perdangas statinio bandymo metu būtų galima apkrauti ne daugiau kaip 30% projekcinės charakteristinės apkrovos. Remiantis aukščiau išvardintais punktais ir ST 188710638.10:2005 55.1 punktu „įprastuose bandymuose bandomosios apkrovos intensyvumas ($0,7 \leq U \leq 1,0$) turi būti ne mažiau kaip 70% projekcinės apkrovos“ ir 53.2 punktu „jeigu bandomoji apkrova labai maža, negalima patikimai spręsti apie konstrukcijos tikrąjį atsparumą“.

Dėl aukščiau išvardintų visų faktorių ekspertai mano, kad viaduko statinis bandymas yra netikslingas, nes ir be bandymo aišku, kad norint saugiai eksploatuoti esamos būklės statinį didesnei kintamai žmonių minios apkrovai (5 kN/m^2 pagal LST EN 1991-1) būtina sustiprinti esamas g/b perdangų sijas arba vietoje jų įrengti naujas.

6. VIADUKO DINAMINIS BANDYMAS

6.1. BANDYMO TIKSLAS IR PROGRAMA

Pėsčiųjų viaduko dinaminio bandymo tikslas – pateikti išvadas apie viaduko 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:

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

Išbandant viaduko perdangą dinaminė apkrova buvo sukeliamą atliekant skirtingus dinaminės apkrovos sužadinimus:

- žmonių grupei einant įprastu žingsniu per viaduką;
- žmonių grupei bėgant per viaduką;
- žmonių grupei ritmiškai (koja kojono) 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 JŲ IŠDĖSTYMAS

Pėsčiųjų viaduko dinaminio bandymo metu perdangos virpesiai buvo fiksuojami 1 elektroniniu bevieliu pagreičių jutikliu (AA1), kurio diapazonas ± 2 g. Matavimo prietaisų išdėstymas pirmojo tarpatramio perdangos viduryje pateiktas 6.1 pav., antrojo tarpatramio perdangos viduryje – 6.2 pav., o šeštojo tarpatramio perdangos viduryje – 6.3 pav.



6.1 pav. Matavimo prietaisų išdėstymas pirmame tarpatramyje



6.2 pav. Matavimo prietaisų išdėstymas antrame tarpatramyje



6.3 pav. Matavimo prietaisų išdėstymas šeštame 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)	1	$\pm 2g$	0,04 g	1
Viso prietaisų		1			

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, antrojo tarpatramio perdangos – 6.3 lentelėje, o šeštojo tarpatramio perdangos dinaminiai rodikliai pateikti 6.4 lentelėje.

6.2 lentelė. Viaduko 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 ²	Logarit- minis slopinimo dekrementas	Slopinimo koefici- entas
1	1 žmogus prabėga per viaduką	3,90	0,256	0,196	—	—
2		3,90	0,256	0,147	—	—
3	3 žmonių grupė eina įprastu žingsniu per viaduką	3,90	0,256	0,216	—	—
4	3 žmonių grupė eina koja kojon vienodu žingsniu per viaduką	3,90	0,256	0,334	—	—
5	3 žmonių grupė vienu metu pašoka perdangos viduryje	3,90	0,256	0,491	0,1096	0,017
6				0,765	0,1130	0,018
Vidurkis		3.90	0.256			

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 ²	Logarit- minis slopinimo dekrementas	Slopinimo koefici- entas
1	1 žmogus prabėga per viaduką	2,17	0,46	0,098	–	
2		2,17	0,46	0,147	–	
3	3 žmonių grupė eina įprastu žingsniu per viaduką	2,17	0,46	0,589	0,055	0,009
4		2,17	0,46	0,667	0,039	0,006
5		2,17	0,46	0,412	0,039	0,006
6	3 žmonių grupė eina koja kojon	2,17	0,46	0,392	–	

7	3 žmonių grupė vienu metu pašoka perdangos viduryje	2,17	0,46	0,589	0,083	0,013
8		2,17	0,46	0,608	0,121	0,019
9		2,17	0,46	0,314	0,068	0,010
Vidurkis		2,17	0,46			

6.3 lentelė. Viaduko šeštojo 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 ²	Logarit- minis slopinimo dekrementas	Slopinimo koefici- entas
1	1 žmogus prabėga per viaduką	5,20	0,192	0,235	0,116	0,018
2	3 žmonių grupė eina įprastu žingsniu per viaduką	5,20	0,192	0,226	0,122	0,019
3	3 žmonių grupė eina koja kojon vienodu žingsniu per viaduką	5,20	0,192	0,402	—	—
4	3 žmonių grupė vienu metu pašoka perdangos viduryje	5,20	0,192	0,883	0,138	0,022
5		5,20	0,192	0,687	0,106	0,017
Vidurkis		5,20	0,192			

Išvados:

1. Išanalizavus pirmojo tarpatramio perdangos dinaminio bandymo rezultatus nustatyta, kad:

- viaduko pirmojo tarpatramio perdangos I formos vertikalių savųjų svyravimų vidutinis dažnis – 3,90 Hz. Perdangos vertikalių svyravimų dažnis tenkina LST EN 1991-2/NA reikalavimus. Pagal LST EN 1991-2/NA pėsčiųjų apkrovų dinaminiai modeliai nepateikiami;
- viaduko pirmojo tarpatramio perdangos 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 18 m perdangai;
- dinaminio bandymo metu užfiksuotas viaduko pirmojo tarpatramio perdangos (18,0 m) vertikalių savųjų svyravimų periodas be apkrovos (0,256 s);
- viaduko pirmojo tarpatramio perdangos didžiausias vertikalių svyravimų pagreitis užregistruotas 3 žmonių grupei normaliu žingsniu einant per viaduką (0,216 m/s²) 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 ($0,765 \text{ m/s}^2$). Pagal EN 1990:2002/A1 reikalavimus smūgio metu sukeltiems vertikaliems svyravimams pagreičiai nepateikiami;
- viaduko pirmojo tarpatramio perdangos mažiausias vertikalių svyravimų slopinimo koeficientas užfiksuotas bandymo metu – $\xi = 0,017$. Užsienio literatūroje nurodoma, kad nesupleišėjusių gelžbetoninių tiltų perdangų slopinimo koeficientai kinta ribose nuo 0,02 iki 0,04. Bandymo metu gauti perdangos slopinimo koeficientai yra artimi literatūroje pateikiamoms koeficientų reikšmėms.
- **Išanalizavus antrojo tarpatramio perdangos dinaminio bandymo rezultatus nustatyta, kad:**
 - viaduko antrojo tarpatramio perdangos I formos vertikalių savųjų svyravimų vidutinis dažnis – $2,17 \text{ Hz}$. Perdangos vertikalių svyravimų dažnis tenkina LST EN 1991-2/NA reikalavimus. Pagal LST EN 1991-2/NA pėsčiųjų apkrovų dinaminiai modeliai nepateikiami;
 - dinaminio bandymo metu užfiksuotas viaduko antrojo tarpatramio perdangos (27,0 m) vertikalių savųjų svyravimų periodas nuo 3 žmonių apkrovos ($0,46 \text{ s}$) sutampa su tipiniame projekte [1] pateiktu vertikalių svyravimų periodu ($0,45 \text{ s}$);
 - viaduko antrojo tarpatramio perdangos didžiausias vertikalių svyravimų pagreitis užregistruotas 3 žmonių grupei normaliu žingsniu einant per viaduką ($0,667 \text{ m/s}^2$) tenkina EN 1990:2002/A1 reikalavimus, tačiau yra artimas ribiniam leistinam pagreičiui. Pagal EN 1990:2002/A1 reikalavimus vertikaliesiems svyravimams pagreičiai yra leistini iki $0,7 \text{ m/s}^2$. Viaduko antrojo tarpatramio perdanga nėra 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 ($0,608 \text{ m/s}^2$). Pagal EN 1990:2002/A1 reikalavimus smūgio metu sukeltiems vertikaliems svyravimams pagreičiai nepateikiami;
 - viaduko antrojo tarpatramio perdangos mažiausias vertikalių svyravimų slopinimo koeficientas užfiksuotas bandymo metu – $\xi = 0,006$. Užsienio literatūroje nurodoma, kad nesupleišėjusių gelžbetoninių tiltų perdangų slopinimo koeficientai kinta ribose nuo 0,02 iki 0,04, supleišėjusių gelžbetoninių tiltų perdangų slopinimo koeficientai kinta ribose nuo 0,006 iki 0,008. Bandymo metu gauti perdangos slopinimo koeficientai sutampa su supleišėjusių gelžbetoninių tiltų perdangų slopinimo koeficientais pateiktas literatūroje.

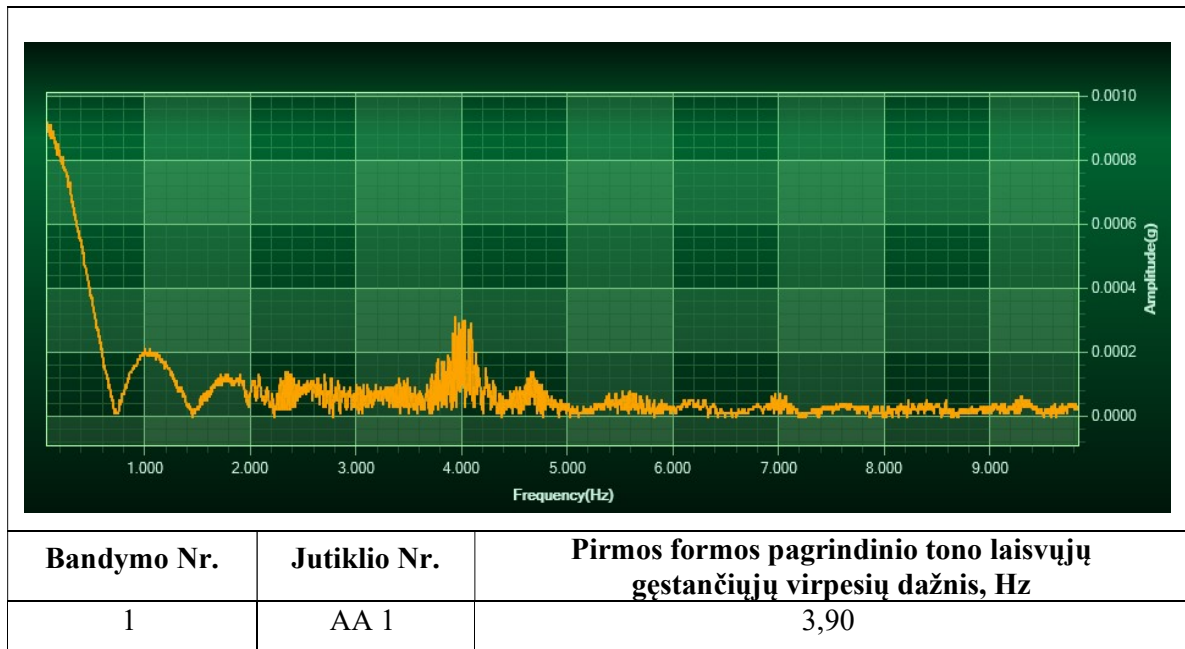
Antrojo tarpatramio perdangos vertikalūs svyravimai gesta ilgai, o tai rodo, kad perdangoje pasireiškia nuovargio požymiai.

- **Išanalizavus šeštojo tarpatramio perdangos dinaminio bandymo rezultatus nustatyta, kad:**
 - viaduko šeštojo tarpatramio perdangos I formos vertikalių savųjų svyravimų vidutinis dažnis – 5,20 Hz. Perdangos vertikalių svyravimų dažnis tenkina LST EN 1991-2/NA reikalavimus. Pagal LST EN 1991-2/NA pėsčiųjų apkrovų dinaminiai modeliai nepateikiami;
 - viaduko šeštojo tarpatramio perdangos didžiausias vertikalių svyravimų pagreitis užregistruotas 3 žmonių grupei normaliu žingsniu einant per viaduką ($0,122 \text{ m/s}^2$) 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 šeštojo tarpatramio perdangos didžiausias vertikalių svyravimų pagreitis užregistruotas 3 žmonių grupei vienu metu pašokant ir vienu metu nusileidžiant ant viaduko perdangos ($0,883 \text{ m/s}^2$). Pagal EN 1990:2002/A1 reikalavimus smūgio metu sukeltiems vertikaliems svyravimams pagreičiai nepateikiami;
 - viaduko šeštojo tarpatramio perdangos mažiausias vertikalių svyravimų slopinimo koeficientas užfiksuotas bandymo metu – $\xi = 0,017$. Užsienio literatūroje nurodoma, kad nesuplėšėjusių gelžbetoninių tiltų perdangų slopinimo koeficientai kinta ribose nuo 0,02 iki 0,04. Bandymo metu gauti perdangos slopinimo koeficientai yra artimi literatūroje pateikiamoms koeficientų reikšmėms.
- **Apibendrinant pėsčiųjų viaduko Panevėžio geležinkelio stotyje dinaminio bandymo rezultatus nustatyta, kad viaduko pirmojo ir šeštojo tarpatramių perdangos tenkina LST EN 1991-2/NA ir EN 1990:2002/A1 reikalavimus. Viaduko antrojo tarpatramio perdanga tenkina LST EN 1991-2/NA ir EN 1990:2002/A1 reikalavimus, tačiau tyrimų metu gautos dinaminės rodiklių reikšmės yra artimos ribinėms leistinoms reikšmėms pagal EN 1990:2002/A1 reikalavimus. Taip pat antrojo tarpatramio perdanga ilgai slopsta, todėl joje pasireiškia nuovargio požymių.**

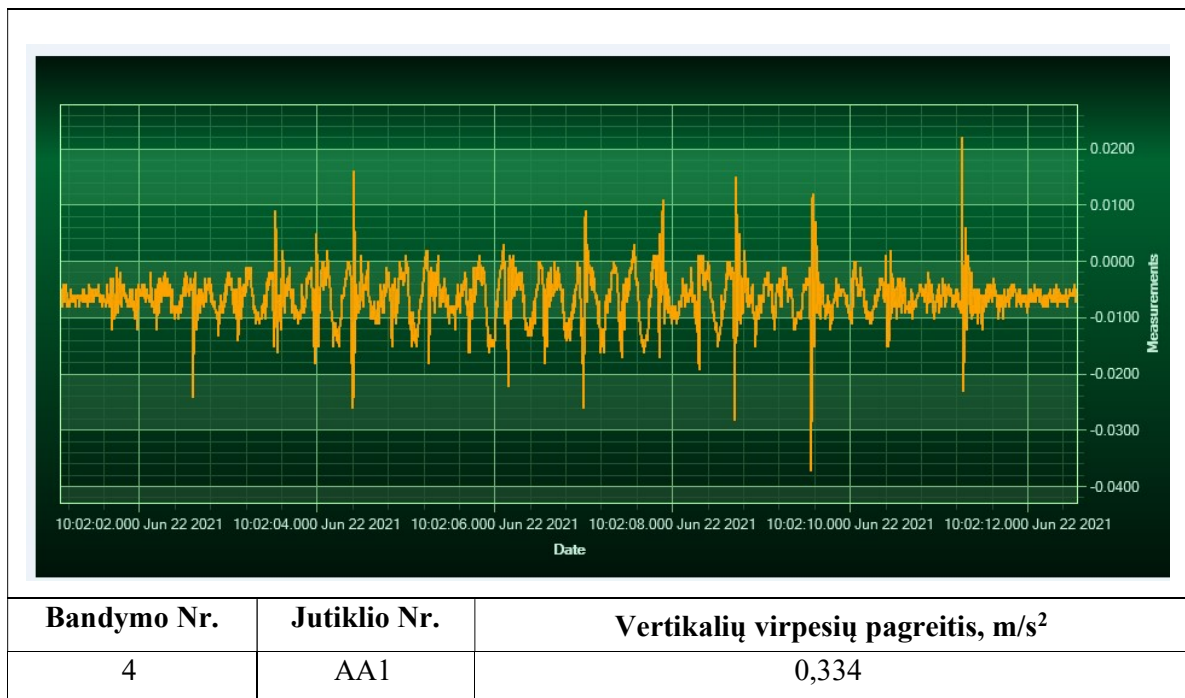
Kadangi dalies viaduko perdangų dinaminiai rodikliai yra geri, o dalies artimi ribiniams leistiniams ir ne visos perdangos yra komfortiškos pėsčiųjų eismui, todėl norint saugiai eksploatuoti statinį būtina sustiprinti esamą arba įrengti naują perdangą.

6.4. VIADUKO PERDANGOS DINAMINIO BANDYMO GRAFIKAI

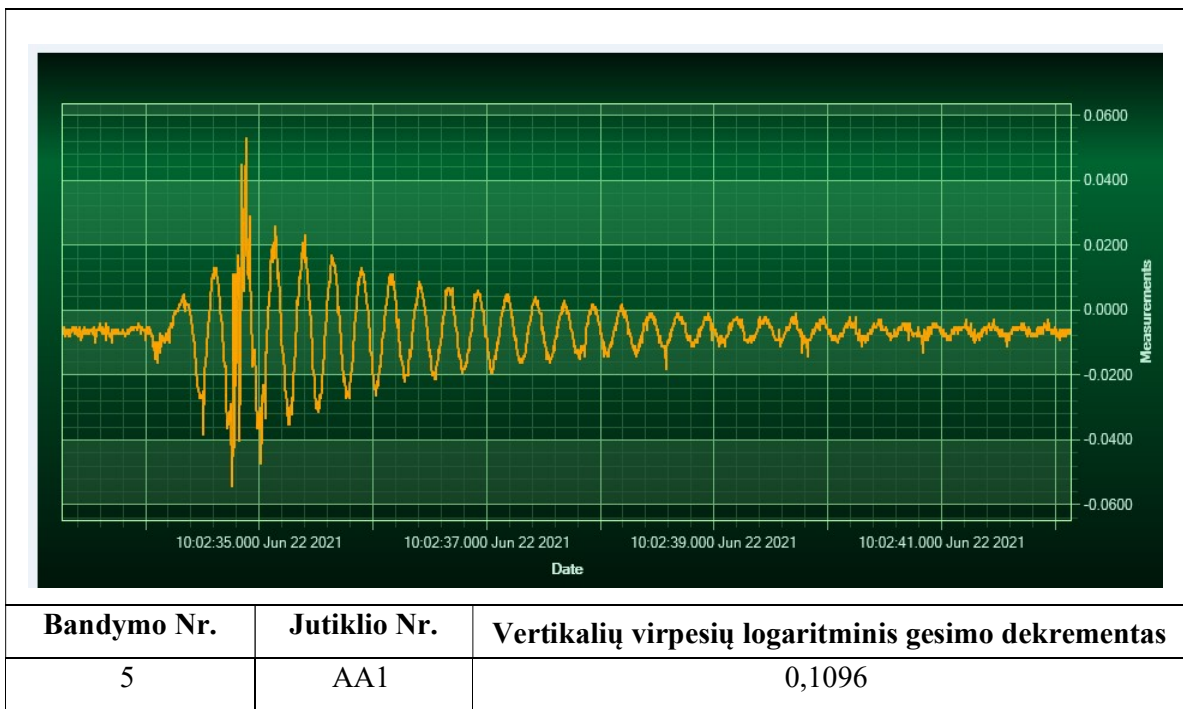
6.4.1. Pirmojo tarpatramio perdangos dinaminio bandymo grafikai



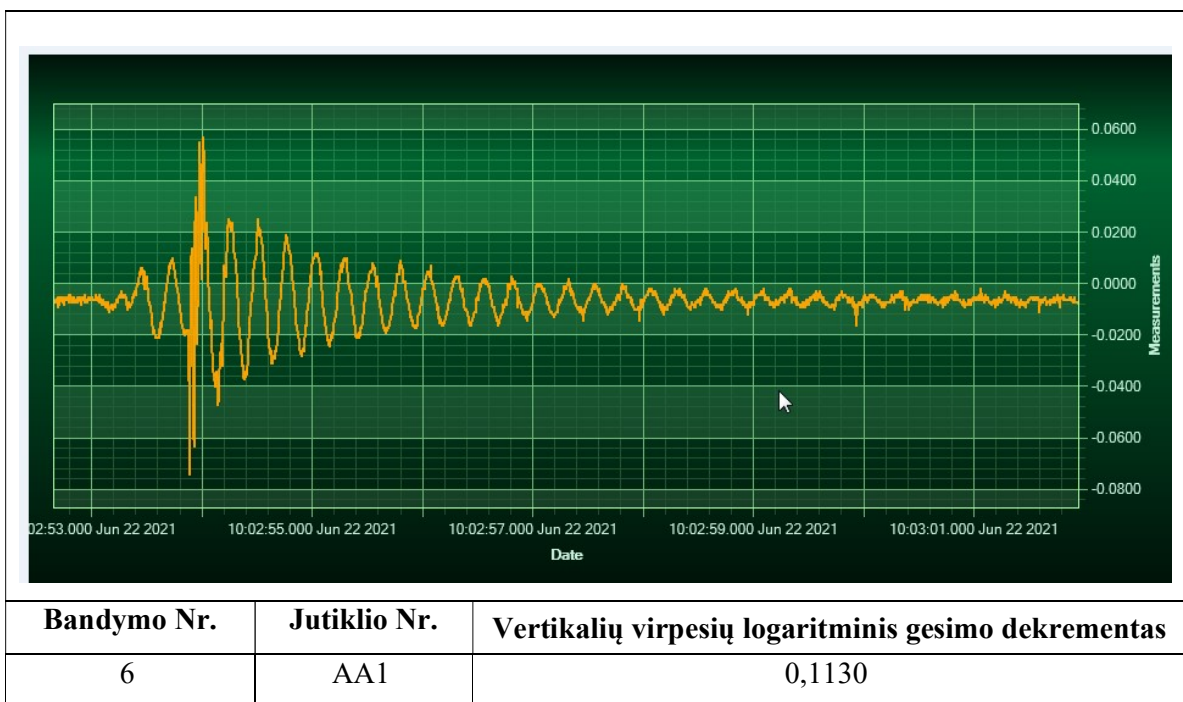
6.4 pav. Pagreičių jutikliu, pirmojo tarpatramio perdangos viduryje, užregistruotas pirmos formos vertikalinių virpesių dažnių grafikas. Užregistruotas perdangos dažnis be žmonių minios apkrovos



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

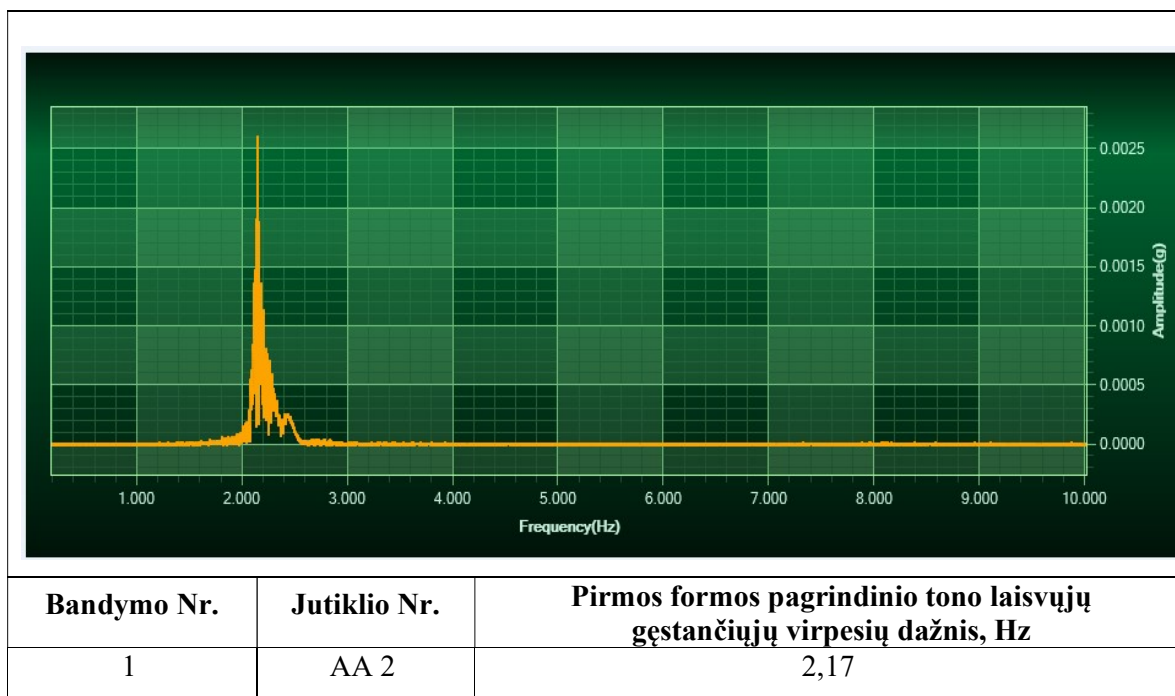


6.6 pav. Pagreičių jutikliu, pirmojo tarpatriamio perdangos viduryje, užregistruotas vertikalių virpesių gesimo grafikas. Pagreitis užregistruotas trims žmonėms vienu metu pašokant viaduko perdangos vidury

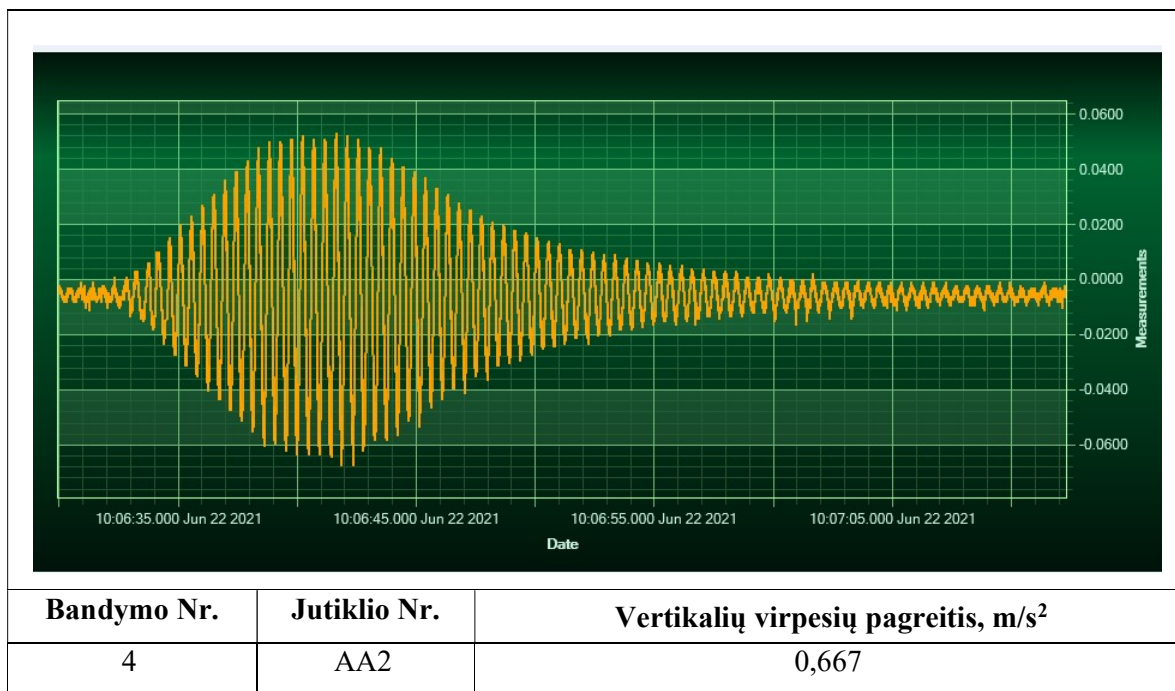


6.7 pav. Pagreičių jutikliu, pirmojo tarpatriamio perdangos viduryje, užregistruotas vertikalių virpesių gesimo grafikas. Pagreitis užregistruotas trims žmonėms vienu metu pašokant viaduko perdangos vidury

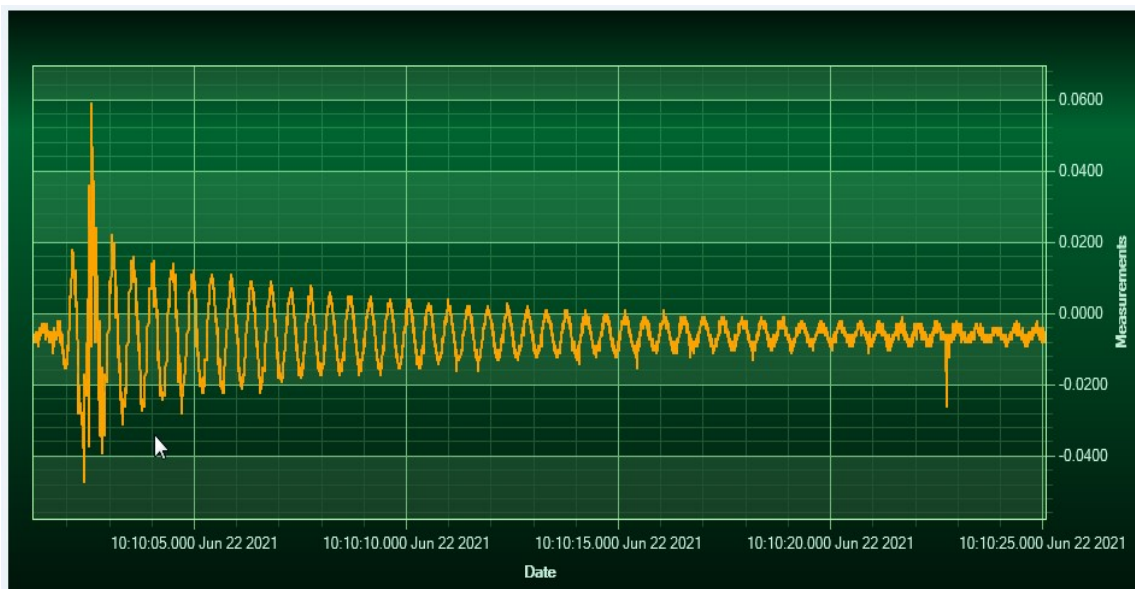
6.4.2. Antrojo tarpatramio perdangos dinaminio bandymo grafikai



6.8 pav. Pagreičių jutikliu, antrojo tarpatramio perdangos viduryje, užregistruotas pirmos formos vertikalinių virpesių dažnių grafikas. Užregistruotas perdangos dažnis be žmonių minios apkrovos

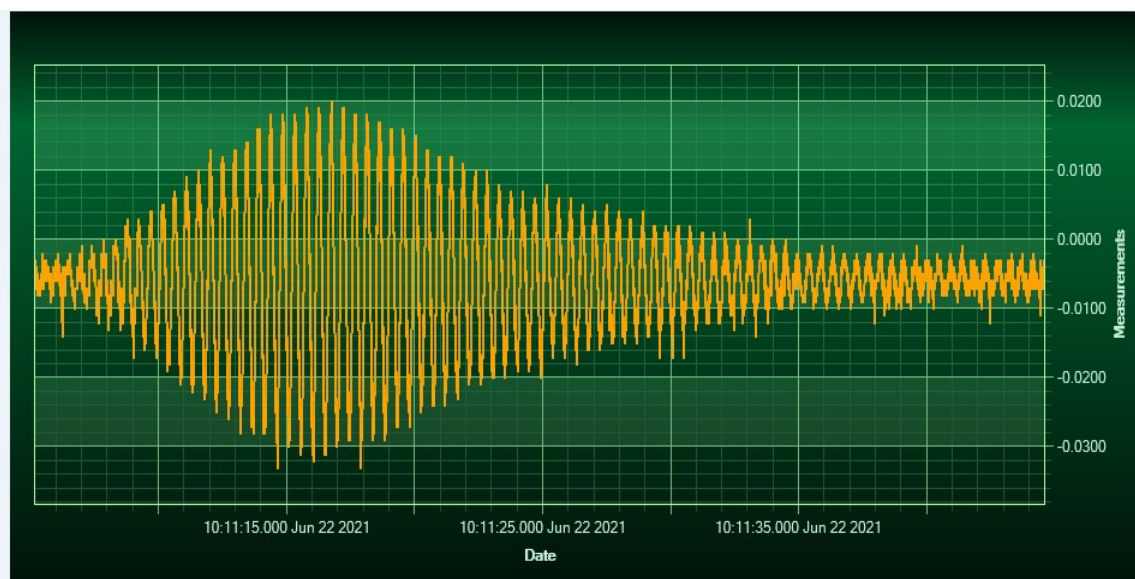


6.9 pav. Pagreičių jutikliu, antrojo tarpatramio perdangos viduryje, užregistruotas vertikalinių virpesių pagreitis. Pagreitis užregistruotas įprastu žingsniu 3 žmonių grupei einant per viaduką



Bandymo Nr.	Jutiklio Nr.	Vertikalių virpesių logaritminis gesimo dekrementas
7	AA2	0,083

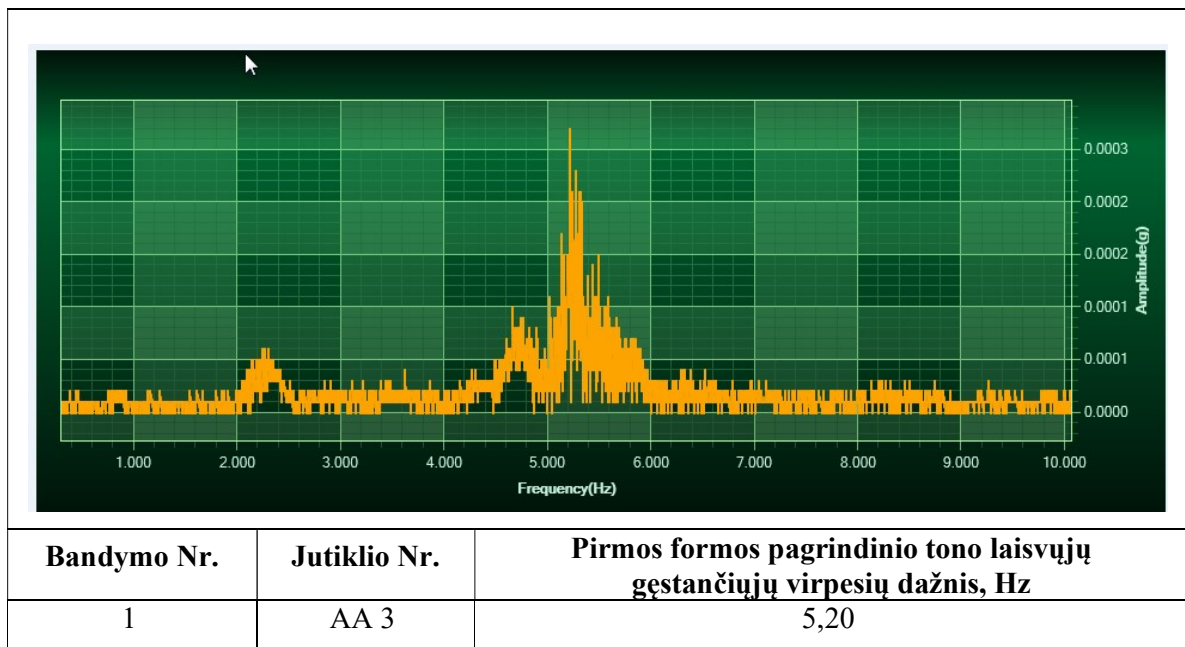
6.10 pav. Pagreičių jutikliu, antrojo tarpatramio perdangos viduryje, užregistruotas vertikalių virpesių gesimo grafikas. Pagreitis užregistruotas trims žmonėms vienu metu pašokant viaduko perdangos vidury



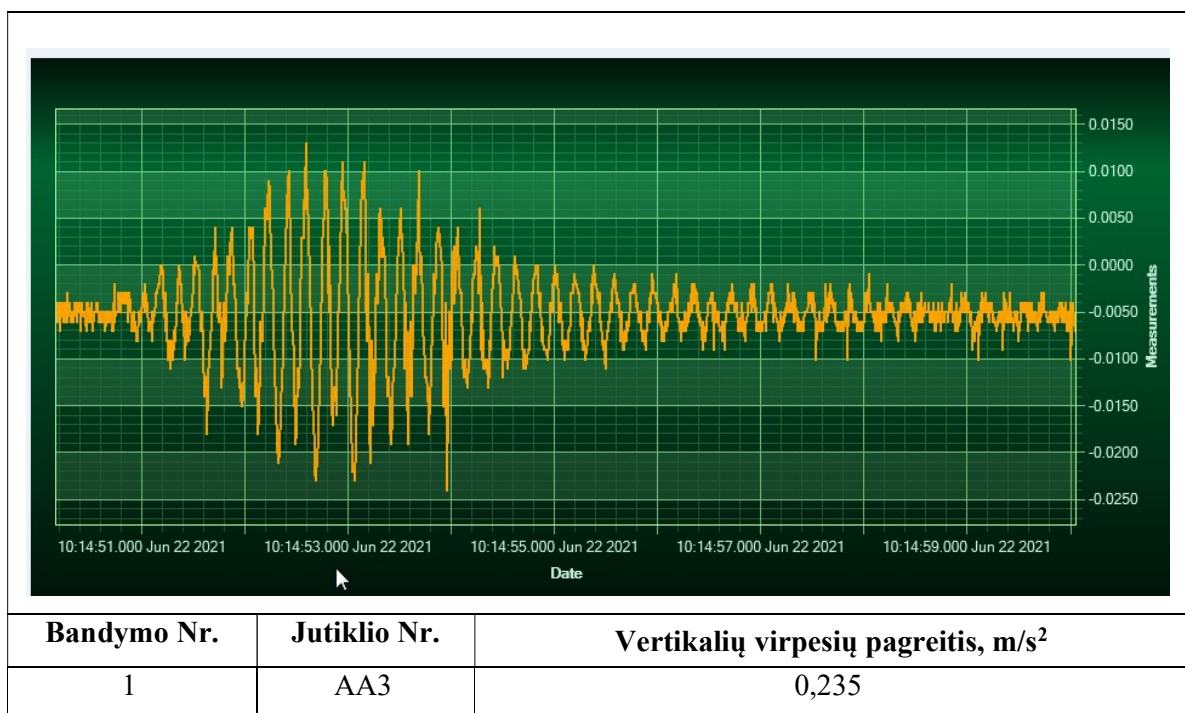
Bandymo Nr.	Jutiklio Nr.	Vertikalių virpesių logaritminis gesimo dekrementas
9	AA2	0,068

6.11 pav. Pagreičių jutikliu, antrojo tarpatramio perdangos viduryje, užregistruotas vertikalių virpesių gesimo grafikas. Pagreitis užregistruotas trims žmonėms vienu metu pašokant viaduko perdangos viduryje

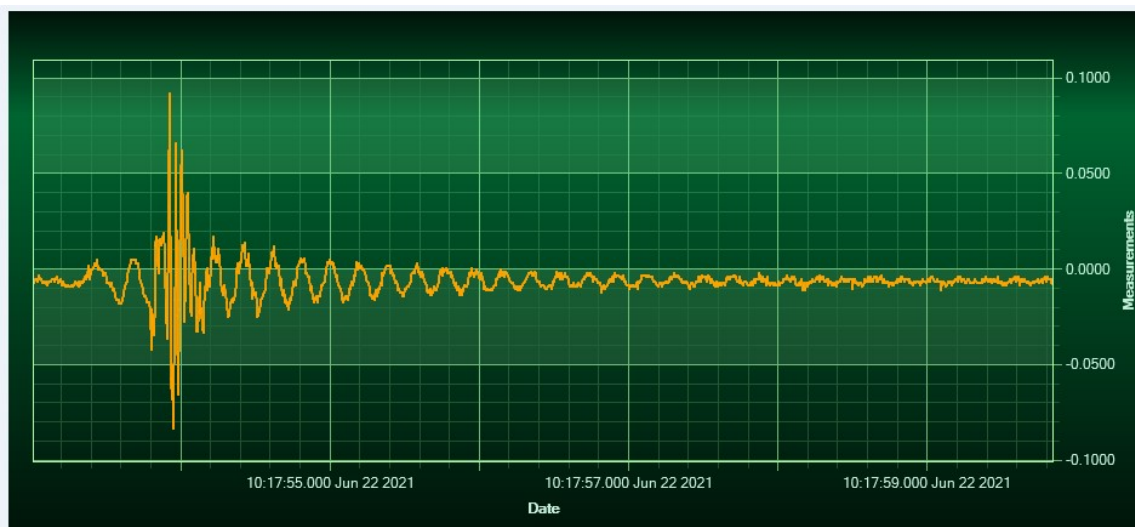
6.4.3. Šeštojo tarpatramio perdangos dinaminio bandymo grafikai



6.12 pav. Pagreičių jutikliu, šeštojo tarpatramio perdangos viduryje, užregistruotas pirmos formos vertikalinių virpesių dažnių grafikas. Užregistruotas perdangos dažnis be žmonių minios apkrovos

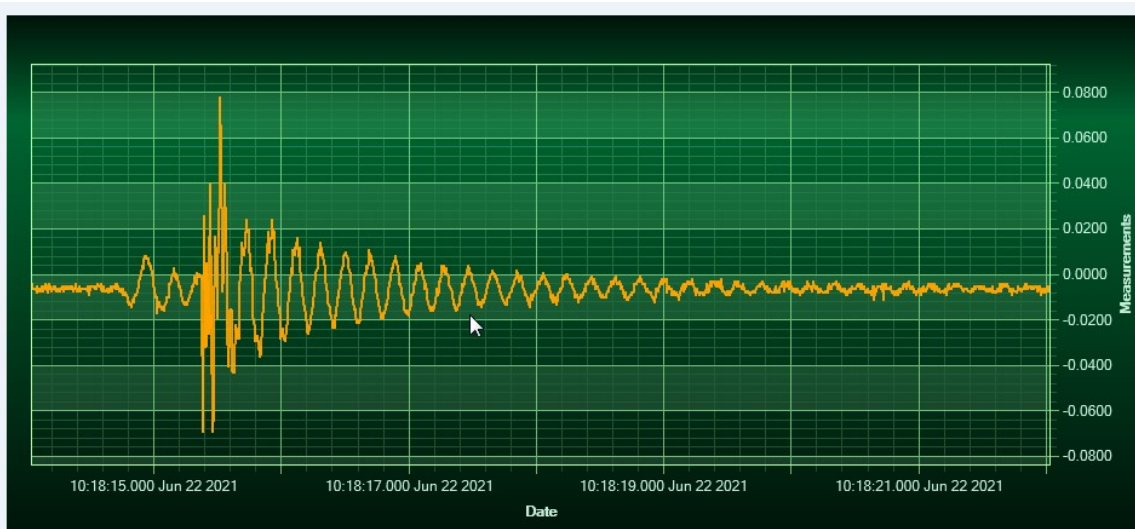


6.13 pav. Pagreičių jutikliu, šeštojo tarpatramio perdangos viduryje, užregistruotas vertikalinių virpesių pagreitis. Pagreitis užregistruotas vienam žmogui prabėgant per viaduką



Bandymo Nr.	Jutiklio Nr.	Vertikalių virpesių logaritminis gesimo dekrementas
4	AA3	0,883

6.14 pav. Pagreičių jutikliu, šeštojo tarpatramio perdangos viduryje, užregistruotas vertikalių virpesių gesimo grafikas. Pagreitis užregistruotas trims žmonėms vienu metu pašokant viaduko perdangos viduryje



Bandymo Nr.	Jutiklio Nr.	Vertikalių virpesių logaritminis gesimo dekrementas
5	AA3	0,687

6.15 pav. Pagreičių jutikliu, šeštojo tarpatramio perdangos viduryje, užregistruotas vertikalių virpesių gesimo grafikas. Pagreitis užregistruotas trims žmonėms vienu metu pašokant viaduko perdangos viduryje

7. VIADUKO PERDANGOS ATITIKIMAS PIRMAM IR ANTRAM RIBINIAMS BŪVIAMS

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

$$M_{atl_1 \text{ sijos}} < M_{k,ch_proj_nuolat_1} * \gamma_{f,1} + M_{k,ch_proj_kint_1} * \gamma_{f,2}; \quad (1)$$

$$M_{atl_1 \text{ sijos}} < M_{k,ch_proj_nuolat_2} * \gamma_{f,3} + M_{k,ch_proj_kint_2} * \gamma_{f,4}; \quad (2)$$

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/m²);

$\gamma_{f,1}$ – 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/m² 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);

$M_{atl_1 \text{ sijos}}$ – maksimalus lenkimo momentas kurį atlaiko sija (žr. 8 skyrių).

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

$$M_{atl_1 \text{ sijos}} = 743 \text{ kNm (žr. 8 skyrių);}$$

$$M_{k,ch_proj_nuolat_1} * \gamma_{f,1} + M_{k,ch_proj_kint_1} * \gamma_{f,2} = 365 * 1,10 + 24 * 1,50 = 438 \text{ kNm;}$$

$$M_{k,ch_proj_kint_1} * \gamma_{f,2} = 215 * 1,40 = 301 \text{ kNm;}$$

$743 > 438 + 301 = 739 \text{ kNm}$. Saugos (I-ojo) ribinio būvio sąlyga tenkinama, kai viaduko perdanga yra apkrauta projektine kintama (4 kN/m²) apkrova.

$$M_{k,ch_proj_nuolat_2} * \gamma_{f,3} = 360 * 1,10 + 33 * 1,35 = 441 \text{ kNm;}$$

$$M_{k,ch_proj_kint_2} * \gamma_{f,4} = 274 * 1,35 = 370 \text{ kNm;}$$

$739 < 441 + 370 = 811 \text{ kNm}$. Saugos (I-ojo) ribinio būvio sąlyga netenkinama. Pirmojo tarpatramio perdangos sijų stiprumas yra nepakankamas norint perdangą eksploatuoti su didesne kintama apkrova pagal LST EN 1991-1 reikalavimus.

Išvada: 18 m ilgio sijų stiprumas yra pakankamas, kai perdanga yra apkrauta projektine kintama (4 kN/m^2) apkrova ir nepakankamas, kai perdanga yra apkrauta projektine kintama (5 kN/m^2) pagal LST EN 1991-1 reikalavimus.

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

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

$$M_{\text{k, ch_proj_nuolat}_1} \cdot \gamma_{f,1} + M_{\text{k, ch_proj_kint}_1} \cdot \gamma_{f,2} = 1079 \cdot 1,10 + 55 \cdot 1,50 = 1269 \text{ kNm;}$$

$$M_{\text{k, ch_proj_kint}_1} \cdot \gamma_{f,2} = 495 \cdot 1,40 = 693 \text{ kNm;}$$

$$2458 > 1269 + 693 = 1962 \text{ kNm. Saugos (I-ojo) ribinio būvio sąlyga tenkinama.}$$

$$M_{\text{k, ch_proj_nuolat}_2} \cdot \gamma_{f,3} = 1064 \cdot 1,10 + 76 \cdot 1,35 = 1140 \text{ kNm;}$$

$$M_{\text{k, ch_proj_kint}_2} \cdot \gamma_{f,4} = 632 \cdot 1,35 = 853 \text{ kNm;}$$

$$2458 > 1140 + 853 = 1993 \text{ kNm. Saugos (I-ojo) ribinio būvio sąlyga tenkinama.}$$

Išvada: 27 m ilgio sijų stiprumas yra pakankamas.

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

$$M_{\text{atl}_1 \text{ sijos}} = 519 \text{ kNm (žr. 8 skyrių);}$$

$$M_{\text{k, ch_proj_nuolat}_1} \cdot \gamma_{f,1} + M_{\text{k, ch_proj_kint}_1} \cdot \gamma_{f,2} = 250 \cdot 1,10 + 16 \cdot 1,50 = 297 \text{ kNm;}$$

$$M_{\text{k, ch_proj_kint}_1} \cdot \gamma_{f,2} = 147 \cdot 1,40 = 206 \text{ kNm;}$$

$$519 > 297 + 206 = 503 \text{ kNm. Saugos (I-ojo) ribinio būvio sąlyga tenkinama, kai viaduko perdanga yra apkrauta projektine kintama (4 kN/m^2) apkrova.}$$

$$M_{\text{k, ch_proj_nuolat}_2} \cdot \gamma_{f,3} = 246 \cdot 1,10 + 23 \cdot 1,35 = 302 \text{ kNm;}$$

$$M_{\text{k, ch_proj_kint}_2} \cdot \gamma_{f,4} = 188 \cdot 1,35 = 254 \text{ kNm;}$$

$$519 < 302 + 254 = 556 \text{ kNm. Saugos (I-ojo) ribinio būvio sąlyga netenkinama. Šeštojo tarpatramio perdangos sijų stiprumas yra nepakankamas norint perdangą eksploatuoti su didesne kintama apkrova pagal LST EN 1991-1 reikalavimus.}$$

Išvada: 15 m ilgio sijų stiprumas yra pakankamas, kai perdanga yra apkrauta projektine kintama (4 kN/m^2) apkrova ir nepakankamas, kai perdanga yra apkrauta projektine kintama (5 kN/m^2) pagal LST EN 1991-1 reikalavimus.

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

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

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

f_u – ribinis viaduko perdangos įlinkis. Pagal LST EN 1990:2002 A1:2005 ($f_u = 1/(600 \cdot l)$).
Pagal CH 200-62 19 psl. 5 lentelę ribinis perdangos įlinkis ($f_u = 1/(400 \cdot l)$).

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

$$f_{\text{fakt.}} = -17,5 \text{ mm (pirmojo tarpatramio perdangos sijos yra įlinkusios).}$$

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

$$f_u = 1/(400 \cdot l) = 43,5 \text{ mm, pagal CH 200-62;}$$

$$f_u = 1/(600 \cdot l) = 29,0 \text{ mm, pagal LST EN 1990:2002 A1:2005.}$$

Išvada: viaduko pirmojo tarpatramio perdangų sijų (18 m) vidutinis įlinkis yra -17,5 mm. Šių sijų įlinkis tenkina CH 200-62 ir LST EN 1990:2002 A1:2005 reikalavimus. Pagal LST EN 1990:2002 A1:2005 reikalavimus pirmojo tarpatramio perdangos sijos yra įlinkusios apie 60 % ribinio leistino įlinkio, todėl šio tarpatramio perdangos nerekomenduojama eksploatuoti didesnei kintamai apkrovai.

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

$$f_{\text{fakt.}} = -18,0 \text{ mm (antrojo tarpatramio perdangos sijos yra įlinkusios).}$$

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

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

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

Išvada: viaduko antrojo tarpatramio perdangų sijų (27 m) vidutinis įlinkis yra -18 mm. Šių sijų įlinkis tenkina CH 200-62 ir LST EN 1990:2002 A1:2005 reikalavimus. Pagal LST EN 1990:2002 A1:2005 reikalavimus antrojo tarpatramio perdangos sijos yra įlinkusios apie 41 % ribinio leistino įlinkio. Šio tarpatramio perdangos nerekomenduojama eksploatuoti didesnei kintamai apkrovai.

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

$$f_{\text{fakt.}} = -1,25 \text{ mm (šeštojo tarpatramio perdangos sijos yra įlinkusios).}$$

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

$$f_u = 1/(400 \cdot l) = 24 \text{ mm, pagal CH 200-62;}$$

$$f_u = 1/(600 \cdot l) = 36 \text{ mm, pagal LST EN 1990:2002 A1:2005.}$$

Išvada: viaduko šeštojo tarpatramio perdangų sijų (15 m) vidutinis įlinkis yra -1,25 mm. Šių sijų įlinkis tenkina CH 200-62 ir LST EN 1990:2002 A1:2005 reikalavimus. Pagal LST EN 1990:2002 A1:2005 reikalavimus šeštojo tarpatramio perdangos sijos yra įlinkusios apie 5,21 % ribinio leistino įlinkio.

Apibendrinta išvada: vertinant viaduko visų perdangų atitikimą I ir II ribiniams būviams pagal STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“ nustatyta, kad esamo viaduko perdangos tenkina abiejų ribinių būvių reikalavimus kai perdangos yra apkrautos projektine kintama (4 kN/m^2) apkrova. Dėl esamų įlinkių visų tarpatramių perdangų sijose (sijos įlinkę 40 – 60 % leistino įlinkio pagal LST EN 1990:2002 A1:2005 reikalavimus) jų negalima eksploatuoti didesnei kintamai apkrovai (5 kN/m^2) pagal LST EN 1991-1 reikalavimus.

8. VIADUKO PERDANGOS SIJŲ LAIKOMOSIOS GALIOS SKAIČIAVIMAS

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

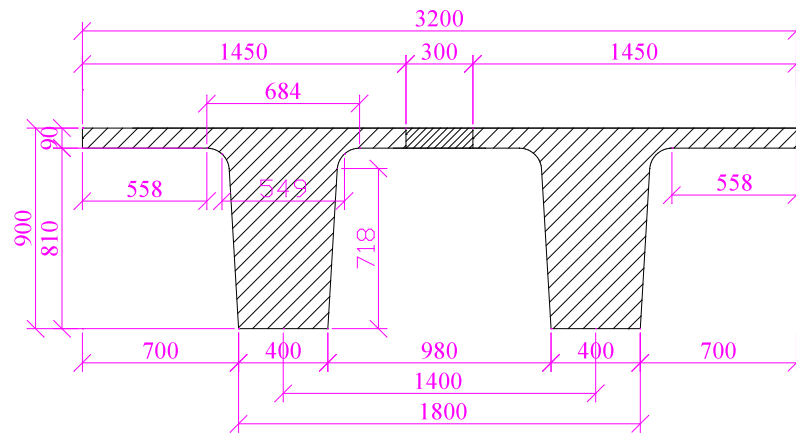
Viaduko perdangos sijų laikomoji galia apskaičiuota atsižvelgiant į sijų būklę ir jų tyrimo rezultatus. Perdangų sijų (27 m, 18 m ir 15 m) armavimas paimtas iš tipinių projektų [1, 2, 3].

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

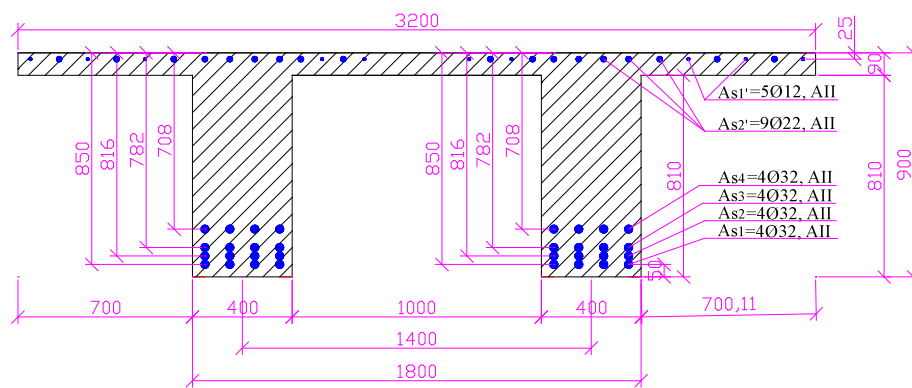
8.1 lentelė. Antrojo tarpatramio (27 m) perdangos sijų S-2-1 ir S-2-2 medžiagų ir redukuoto skerspjūvio pagrindiniai parametrai

Eil. Nr.	Pavadinimas	Skaitinė vertė
Gelžbetoninių sijų S-2-1 ir S-2-2 medžiagų charakteristikos		
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 temptant, f_{yk}	280 MPa
6	Projektinis skaičiuojamasis S400 armatūros stipris temptant, 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>
Redukuotos sijos S-2-1 geometrinės charakteristikos		
12	Tempiamos armatūros skerspjūvio plotas, A_{s1}	0,003215 m ²
13	Tempiamos armatūros skerspjūvio plotas, A_{s2}	0,003215 m ²
14	Tempiamos armatūros skerspjūvio plotas, A_{s3}	0,003215 m ²
15	Tempiamos armatūros skerspjūvio plotas, A_{s4}	0,003215 m ²
16	Gniuždomos armatūros skerspjūvio plotas, A_{s1}'	0,000565 m ²
17	Gniuždomos armatūros skerspjūvio plotas, A_{s2}'	0,00342 m ²
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-2-1 ir S-2-2 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-2-1 ir S-2-2 skerspjūvis iš tipinio projekto



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

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

1. Naudingas sijos skerspjūvio darbo aukštis apskaičiuojamas: $d = h - a_{s1} = 0,875 \text{ m}$;
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:

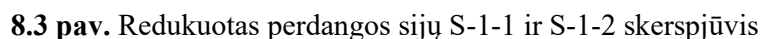
$$x = (f_{yd} A_{s1} + f_{yd} A_{s2} + f_{yd} A_{s3} + f_{yd} A_{s4} - f_{yd} A_{s1'} - f_{yd} A_{s2'}) / (f_{cd} \cdot b_f') = 0,082 \text{ m};$$
6. Santykinis gniuždomos zonos aukštis apskaičiuojamas:

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

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

8.2 lentelė. Pirmojo tarpatramio (18 m) perdangos sijų S-1-1 ir S-1-2 medžiagų ir redukuoto skerspjuvio pagrindiniai parametrai

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



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

1. Naudingas sijos skerspjūvio darbo aukštis apskaičiuojamas: $d = h - a_{s1} = 0,65 \text{ m}$;
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: $\xi_{lim} = w / (1 + f_{yd} / \sigma_{scu} \cdot (1 - w / 1,1)) = 0,264$;
5. Gniuždomos zonos aukštis, kai neutrali ašis yra lentynoje, apskaičiuojamas:

$$x = (f_{yd}A_{s1} + f_{yd}A_{s2} - f_{yd}A_{s1}' - f_{yd}A_{s2}') / (f_{cd} \cdot b_f') = 0,040 \text{ m}$$
6. Santykinis gniuždomos zonos aukštis apskaičiuojamas:

$$\xi = x / d = 0,062 \text{ m}$$
7. Sijos skerspjūvis nėra perarmuotas, nes $\xi < \xi_{lim}$, t.y. $0,062 < 0,264$;
8. Sijos S-1-1 laikomoji galia apskaičiuojama:

$$M_u = f_{cd} \cdot b_f' \cdot x \cdot (d - x \cdot 0,5) + f_{yd} \cdot A_{s1}' \cdot (d - a_s') + f_{yd} \cdot A_{s2}' \cdot (d - a_s') = 0,743 \text{ MNm} = 743 \text{ kNm}$$
9. Dviejų sijų laikomoji galia – $M = M_u \cdot 2 = 0,743 \cdot 2 = 1,486 \text{ MNm} = 1486 \text{ kNm}$.

Viaduko šeštojo tarpatramio perdangos sijų (15,0 m) laikomosios galios skaičiavimui pagrindiniai parametrai pateikti 8.3 lentelėje.

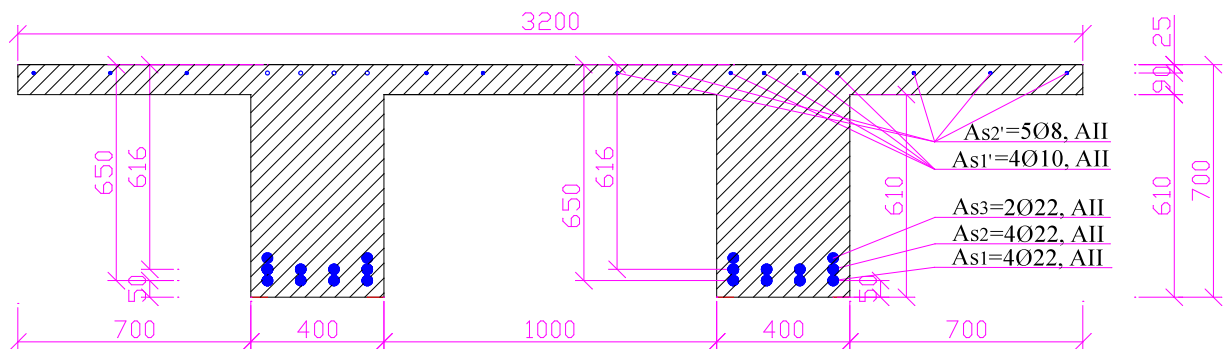
8.3 lentelė. Šeštojo tarpatramio (15 m) perdangos sijų S-6-1 ir S-6-2 medžiagų ir redukuoto skerspjūvio pagrindiniai parametrai

Eil. Nr.	Pavadinimas	Skaitinė vertė
Gelžbetoninių sijų S-1-1 ir S-1-2 medžiagų charakteristikos		
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 temptant, f_{yk}	280 MPa
6	Projektinis skaičiuojamasis S400 armatūros stipris temptant, 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>
Redukuotos sijos S-6-1 geometrinės charakteristikos		
12	Tempiamos armatūros skerspjūvio plotas, A_{s1}	0,00152 m ²
13	Tempiamos armatūros skerspjūvio plotas, A_{s2}	0,00152 m ²
14	Tempiamos armatūros skerspjūvio plotas, A_{s3}	0,000760 m ²
15	Gniuždomos armatūros skerspjūvio plotas, A_{s1}'	0,000314 m ²
16	Gniuždomos armatūros skerspjūvio plotas, A_{s2}'	0,000251 m ²
17	Sijos viršutinės lentynos plotis, b_f'	1,45 m

8.3 lentelės pabaiga

18	Sijos viršutinės lentynos aukštis, h_f'	0,090 m
19	Sijos sienutės aukštis, h_1	0,610 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	0,65 m
23	Bendras sijos aukštis, h	0,70 m

Redukuotas perdangos sijų S-6-1 ir S-6-2 skerspjūvis pateiktas 8.3 pav.



8.3 pav. Redukuotas perdangos sijų S-6-1 ir S-6-2 skerspjūvis

Perdangos sijų S-6-1 ir S-6-2 laikomosios galios skaičiavimas

1. Naudingas sijos skerspjūvio darbo aukštis apskaičiuojamas: $d = h - a_{s1} = 0,65$ 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: $\xi_{lim} = w / (1 + f_{yd} / \sigma_{scu} \cdot (1 - w / 1,1)) = 0,264$;
5. Gniuždomos zonos aukštis, kai neutrali ašis yra lentynoje, apskaičiuojamas:

$$x = (f_{yd} A_{s1} + f_{yd} A_{s2} + f_{yd} A_{s3} - f_{yd} A_{s1'} - f_{yd} A_{s2'}) / (f_{cd} \cdot b_f') = 0,026$$
 m;
6. Santykinis gniuždomos zonos aukštis apskaičiuojamas:

$$\xi = x / d = 0,040$$
 m;
7. Sijos skerspjūvis nėra perarmuotas, nes $\xi < \xi_{lim}$, t. y. $0,040 < 0,264$;
8. Sijos S-6-1 laikomoji galia apskaičiuojama:

$$M_u = f_{cd} \cdot b_f' \cdot x \cdot (d - x \cdot 0,5) + f_{yd} \cdot A_{s1'} \cdot (d - a_s') + f_{yd} \cdot A_{s2'} \cdot (d - a_s') = 0,519 \text{ MNm} = 519 \text{ kNm.}$$
9. Dviejų sijų S-6-1 ir S-6-2 laikomoji galia – $M = M_u \cdot 2 = 0,519 \cdot 2 = 1,038 \text{ MNm} = 1038 \text{ kNm.}$

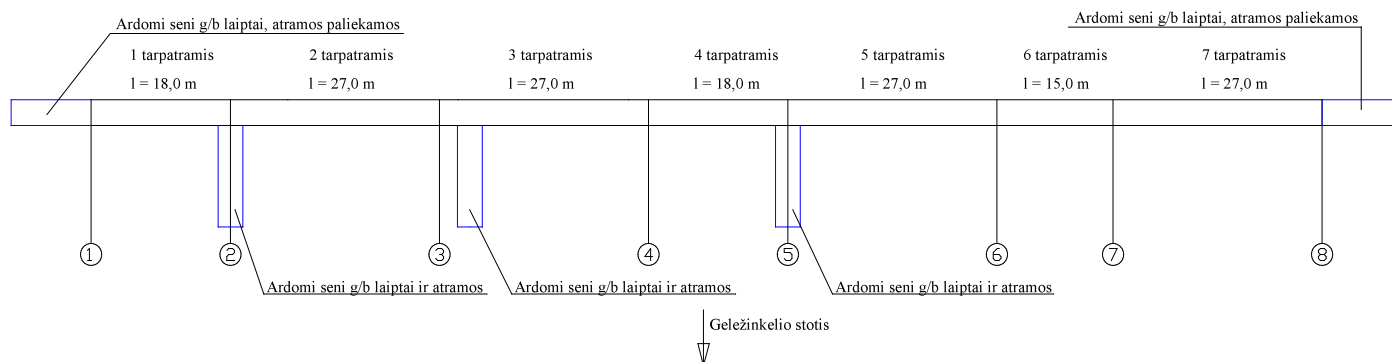
9. PĖSČIŲJŲ VIADUKO PRITAIKYMAS ŽMONĖMS SU NEGALIA PAGAL PRM TSS REIKALAVIMUS

Pagal viaduko apžiūros rezultatus nustatyta, kad bendra statinio būklė yra patenkinama. 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:

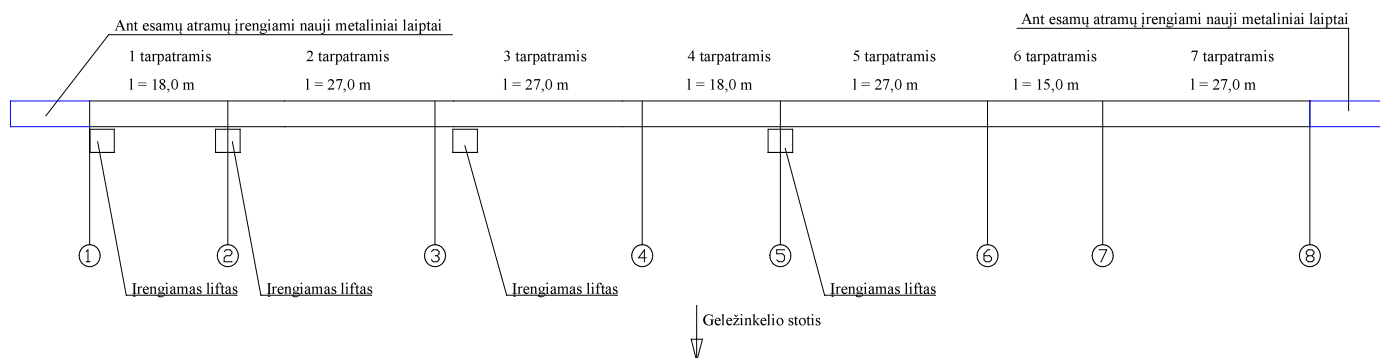
- demontuoti esamus pakloto elementus (nuardyti esamus metalinius turėklus, nuardyti esamą einamosios dalies dangą, nuardyti esamą (jei jis yra) hidroizoliacijos sluoksnį, išardyti esamas deformacinių pjūvių konstrukcijas);
- nuardyti esamus apšvietimo stulpus;
- demontuoti visų tarpatramių g/b perdangos sijas;
- demontuoti visus g/b laiptus;
- ties 1 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 būtina įrengti naujus metalinius laiptus;
- ties 1 atrama, geležinkelio stoties pusėje, būtina įrengti lifto šachtą, kaip atskirą elementą, kuris nebūtų sujungtas su viaduko kolonomis;
- ties 2 atrama 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). Vietoje išardytų g/b laiptų būtina įrengti lifto šachtą, kaip atskirą elementą, kuris nebūtų sujungtas su viaduko kolonomis;
- tarp 3 ir 4 atramų 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). Vietoje išardytų g/b laiptų būtina įrengti lifto šachtą, kaip atskirą elementą, kuris nebūtų sujungtas su viaduko kolonomis;
- ties 5 atrama 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). Vietoje išardytų g/b laiptų būtina įrengti lifto šachtą, kaip atskirą elementą, kuris nebūtų sujungtas su viaduko kolonomis;
- ties VIII atrama būtina 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 būtina įrengti naujus metalinius laiptus;

- suremontuoti pirmos atramos kolonas (nudaužyti atšokusį apsauginį betono sluoksnį, nušveisti korozijos pažeistą armatūrą, antikorozinėmis dangomis padengti armatūros paviršių, atstatyti apsauginį betono sluoksnį);
- suremontuoti ketvirtos, penktos ir šeštos atramų rygelius (nudaužyti atšokusį apsauginį betono sluoksnį, nušveisti korozijos pažeistą armatūrą, antikorozinėmis dangomis padengti armatūros paviršių, atstatyti apsauginį betono sluoksnį);
- ant esamų viaduko atramų įrengti naują g/b perdangą (naujos perdangos savas svoris turi būti toks pats, arba mažesnis, kaip buvusios) arba naują plienbetoninę perdangą;
- įrengti visus naujus pakloto elementus ir naują vandens surinkimo ir nuvedimo sistemą nuo pakloto elementų;
- įrengti naujus apšvietimo stulpus ir naują viaduko apšvietimo sistemą.

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 kiekio žiniaraštis

Eil. Nr.	Pavadinimas ir techninės charakteristikos	Mato vnt.	Elementų kiekis	Bendras kiekis
PAKLOTO REMONTO DARBAI				
1	Esamų metalinių turėklų nuardymas (159 m)	kg	2	6360
2	Esamų deformacinių pjūvių išardymas (4 vnt.)	vnt.	8	8
3	Einamosios dangos išardymas	m ³	–	15,26
4	Seno hidroizoliacinio sluoksnio išardymas	m ²	–	508,8
5	Senų apšvietimo stulpų nuardymas	vnt.	8	8
6	Naujų deformacinių pjūvių įrengimas	vnt.	8	8
7	Naujo hidroizoliacinio sluoksnio (1 cm storio) įrengimas	m ²	–	508,8
8	Naujos asfaltbetonio dangos (2 cm storio) paklojimas	m ³	–	10,18
9	Naujų stiklo pluošto kompozito turėklų įrengimas (159 m)	kg	2	2226
10	Naujų apšvietimo stulpų įrengimas	vnt.	8	8
PERDANGOS REMONTO DARBAI				
11	Pirmojo tarpatramio g/b perdangos sijų išardymas	m ³	–	13,97
12	Antrojo tarpatramio g/b perdangos sijų išardymas	m ³	–	25,27
13	Trečiojo tarpatramio g/b perdangos sijų išardymas	m ³	–	25,27
14	Ketvirtojo tarpatramio g/b perdangos sijų išardymas	m ³	–	13,97
15	Penktojo tarpatramio g/b perdangos sijų išardymas	m ³	–	25,27
16	Šeštojo tarpatramio g/b perdangos sijų išardymas	m ³	–	11,64
17	Septintojo tarpatramio g/b perdangos sijų išardymas	m ³	–	25,27
18	Naujų g/b perdangos sijų įrengimas pirmame tarpatramyje	m ³	–	13,97
19	Naujų g/b perdangos sijų įrengimas antrame tarpatramyje	m ³	–	25,27
20	Naujų g/b perdangos sijų įrengimas trečiame tarpatramyje	m ³	–	25,27
21	Naujų g/b perdangos sijų įrengimas ketvirtame tarpatramyje	m ³	–	13,97
22	Naujų g/b perdangos sijų įrengimas penktame tarpatramyje	m ³	–	25,27
23	Naujų g/b perdangos sijų įrengimas šeštame tarpatramyje	m ³	–	11,64
24	Naujų g/b perdangos sijų įrengimas septintame tarpatramyje	m ³	–	25,27
ATRAMŲ REMONTO DARBAI				
25	Pirmos atramos kolonų atšokusio apsauginio sluoksnio nuvalymas	m ²	2	19,2

9.1 lentelės tęsinys

ATRAMŲ REMONTO DARBAI				
26	Pirmos atramos kolonų koroduojančių sankabų nuvalymas	m ²	–	19,2
27	Pirmos atramos kolonų naujo apsauginio sluoksnio įrengimas	m ²	2	19,2
28	Ketvirtos atramos rygelio atšokusio apsauginio sluoksnio nuvalymas	m ²	1	2,5
29	Ketvirtos atramos rygelio koroduojančių sankabų nuvalymas	m ²	–	2,5
30	Ketvirtos atramos rygelio naujo apsauginio betono sluoksnio įrengimas	m ²	1	2,5
31	Penktos atramos rygelio atšokusio apsauginio sluoksnio nuvalymas	m ²	1	3,5
32	Penktos atramos rygelio koroduojančių sankabų nuvalymas	m ²	–	3,5
33	Penktos atramos rygelio naujo apsauginio betono sluoksnio įrengimas	m ²	1	3,5
34	Šeštos atramos rygelio atšokusio apsauginio sluoksnio nuvalymas	m ²	1	2,5
35	Šeštos atramos rygelio koroduojančių sankabų nuvalymas	m ²	–	2,5
36	Šeštos atramos rygelio naujo apsauginio betono sluoksnio įrengimas	m ²	1	2,5
VIADUKO GELŽBETONINIŲ LAIPTŲ REMONTAS				
Laiptai ties 1 atrama				
37	Gelžbetoninių laiptų ties 1 atrama turėklų išardymas	kg	2	951,60
38	Gelžbetoninių laiptų maršų ties 1 atrama išardymas	m ³	–	8,153
39	Gelžbetoninių laiptų aikštelių ties 1 atrama išardymas	m ³	4	3,192
40	Gelžbetoninių laiptų laiptasijų ties 1 atrama išardymas	m ³	4	3,73
41	Naujo plieninio laiptasijų karkaso įrengimas ant esamų atramų:	vnt.	2	2
	valciuoti profiliai, juostinis plienas S355, S275	kg		8000
	cinkuoti varžtai M12	kg		55
	cinkuoti varžtai M16	kg		40
	paviršiaus padengimas cinku	m ²		238
42	paviršiaus dažymas	m ²		238
	Surenkamos naujos gelžbetoninės aikštelės:	vnt.	4	4
	betonas C30/37			
	aikštelių paviršių dažymas apsauginiais dažais	m ³		3,192
	epoksidinė danga su kvarco smėlio pabarstu	m ²		16,80
	h = 8 mm	m ²		16,80
	cinkuoti tvirtinimo elementai M16	vnt.		70

9.1 lentelės tęsinys

43	Surenkami gelžbetoniniai maršai: betonas C30/37 XC2 XF3 maršų paviršių dažymas apsauginiais dažais epoksidinė danga su kvarco smėlio pabarstu h = 8 mm	vnt. m ³ m ² m ²	4	4 9,50 58,0 61,0
44	Cinkuotų plieninių turėklų įrengimas: plienas S235	kg	2	951,60
Lifto šachtos ir lifto ties 1 atrama įrengimas				
45	Gręžtinių polių įrengimas: gręžtiniai poliai Ø450, l = 8,0 m armatūra S500 betonas C25/30 XC2	m kg m ³	6 – –	48 800 7,65
46	Gelžbetoninio monolitinio pamato įrengimas: sutankintas skaldos sluoksnis t = 200 mm betonas C30/37 XC2 XF3 armatūra S500 cinkuoti inkariniai varžtai M16x700 cinkuotas plienas S235 teptinė hidroizoliacija 2 sl. polistireninis putplastis 10 cm storio	vnt. m ³ m ³ kg vnt. kg m ² m ³	1	1,75 6,0 525 26,50 18 21 1,0
47	Plieninis lifto karkasas: plienas S355 paviršiaus dažymas	vnt. kg m ²	1	1 3800 85
48	Keleivinio lifto konstrukcija	vnt.		1
Laiptai ties 2 atrama				
49	Gelžbetoninių laiptų ties 2 atrama turėklų išardymas	kg	2	951,60
50	Gelžbetoninių laiptų maršų ties 2 atrama išardymas	m ³	–	8,153
51	Gelžbetoninių laiptų aikštelių ties 2 atrama išardymas	m ³	–	3,192
52	Gelžbetoninių laiptų laiptasijų ties 2 atrama išardymas	m ³	4	3,73
53	Gelžbetoninių laiptų kolonų po laiptasijomis išardymas	m ³	1	0,58
Lifto šachtos ir lifto ties 2 atrama (vietoje išardytų laiptų) įrengimas				
54	Gręžtinių polių įrengimas: gręžtiniai poliai Ø450, l = 8,0 m armatūra S500 betonas C25/30 XC2	m kg m ³	6 – –	48 800 7,65
55	Gelžbetoninio monolitinio pamato įrengimas: sutankintas skaldos sluoksnis t = 200 mm betonas C30/37 XC2 XF3 armatūra S500 cinkuoti inkariniai varžtai M16x700 cinkuotas plienas S235 teptinė hidroizoliacija 2 sl. polistireninis putplastis 10 cm storio	vnt. m ³ m ³ kg vnt. kg m ² m ³	1	1,75 6,0 525 26,50 18 21 1,0

9.1 lentelės tęsinys

56	Plieninis lifto karkasas: plienas S355 paviršiaus dažymas	vnt. kg m ²	1	1 3800 85
57	Keleivinio lifto konstrukcija	vnt.		1
Laiptai tarp 3 ir 4 atramų				
58	Gelžbetoninių laiptų tarp 3 ir 4 atramų turėklų išardymas	kg	2	951,60
59	Gelžbetoninių laiptų maršų tarp 3 ir 4 atramų išardymas	m ³	–	8,153
60	Gelžbetoninių laiptų aikštelių tarp 3 ir 4 atramų išardymas	m ³	–	3,192
61	Gelžbetoninių laiptų laiptasijų tarp 3 ir 4 atramų išardymas	m ³	4	3,73
62	Gelžbetoninių laiptų kolonų po laiptasijomis išardymas	m ³	1	0,58
Lifto šachtos ir lifto tarp 3 ir 4 atramų (vietoje išardytų laiptų) įrengimas				
63	Gręžtinių polių įrengimas: gręžtiniai poliai Ø450, l = 8,0 m armatūra S500 betonas C25/30 XC2	m kg m ³	6 – –	48 800 7,65
64	Gelžbetoninio monolitinio pamato įrengimas: sutankintas skaldos sluoksnis t = 200 mm betonas C30/37 XC2 XF3 armatūra S500 cinkuoti inkariniai varžtai M16x700 cinkuotas plienas S235 teptinė hidroizoliacija 2 sl. polistireninis putplastis 10 cm storio	vnt. m ³ m ³ kg vnt. kg m ² m ³	1	1,75 6,0 525 26,50 18 21 1,0
65	Plieninis lifto karkasas: plienas S355 paviršiaus dažymas	vnt. kg m ²	1	1 3800 85
66	Keleivinio lifto konstrukcija	vnt.		1
Laiptai ties 5 atrama				
67	Gelžbetoninių laiptų ties 5 atrama turėklų išardymas	kg	2	951,60
68	Gelžbetoninių laiptų maršų ties 5 atrama išardymas	m ³	–	8,153
69	Gelžbetoninių laiptų aikštelių ties 5 atrama išardymas	m ³	–	3,192
70	Gelžbetoninių laiptų laiptasijų ties 5 atrama išardymas	m ³	4	3,73
71	Gelžbetoninių laiptų kolonų po laiptasijomis išardymas	m ³	1	0,58
Lifto šachtos ir lifto ties 5 atrama (vietoje išardytų laiptų) įrengimas				
72	Gręžtinių polių įrengimas: gręžtiniai poliai Ø450, l = 8,0 m armatūra S500 betonas C25/30 XC2	m kg m ³	6 – –	48 800 7,65

9.1 lentelės tęsinys

73	Gelžbetoninio monolitinio pamato įrengimas: sutankintas skaldis sluoksnis $t = 200$ mm betonas C30/37 XC2 XF3 armatūra S500 cinkuoti inkariniai varžtai M16x700 cinkuotas plienas S235 teptinė hidroizoliacija 2 sl. polistireninis putplastis 10 cm storio	vnt. m^3 m^3 kg vnt. kg m^2 m^3	1	1,75 6,0 525 26,50 18 21 1,0
74	Plieninis lifto karkasas: plienas S355 paviršiaus dažymas	vnt. kg m^2	1	1 3800 85
75	Keleivinio lifto konstrukcija	vnt.		1
Laiptai ties 8 atrama				
76	Gelžbetoninių laiptų ties 8 atrama turėklų išardymas	kg	2	951,60
77	Gelžbetoninių laiptų maršų ties 8 atrama išardymas	m^3	–	8,153
78	Gelžbetoninių laiptų aikštelių ties 8 atrama išardymas	m^3	4	3,192
79	Gelžbetoninių laiptų laiptasijų ties 8 atrama išardymas	m^3	4	3,73
80	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^2 m^2	2	2 8000 55 40 238 238
81	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^3 m^2 m^2 vnt.	4	4 3,192 16,80 16,80 70
82	Surenkami gelžbetoniniai maršai: betonas C30/37 XC2 XF3 maršų paviršių dažymas apsauginiais dažais epoksidinė danga su kvarco smėlio pabarstu $h = 8$ mm	vnt. m^3 m^2 m^2	4	4 9,50 58,0 61,0
83	Cinkuotų plieninių turėklų įrengimas: plienas S235	kg	2	951,60

10. IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS

PAGAL APŽIŪROS REZULTATUS

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

- **bendra pakloto elementų būklė yra patenkinama:**
 - nesandari perdangos sijų deformacinių pjūvių konstrukcija;
 - neįrengta lietaus vandens surinkimo sistema. Vanduo nuo viaduko nubėga per jo sijų plokščių kraštus ir drėkina perdangos plokštes;
 - apie hidroizoliacijos tipą duomenų nėra, tačiau manome, kad ji bituminė, teptinė. Vandens prasisunkimo požymių nerasta;
 - asfalto danga kai kur supleišėjusi, ties viaduko kraštais apirusi;
 - turėklų elementai perdažyti, būklė patenkinama.
- **bendra perdangos elementų būklė yra patenkinama:**
 - perdangos sijų plokščių kraštai (sijų išorinių plokščių kraštai) patakuoti, vietomis apirę ties turėklų statramsčiais ištrupėję;
 - pirmojo ir antrojo tarpatramių perdangos sijos supleišėjusios dėl sankabų armatūros korozijos, plyšių atsivėrimo plotis – nuo 0,1 iki 0,2 mm. Kituose tarpatramiuose taip pat matyti sankabų ir paskirstomosios armatūros korozijos požymių;
 - antrojo tarpatramio sijose yra mechaninių pažeidimų, kurios užtaisytos remontiniais mišiniais;
 - septintojo tarpatramio sijų sandūroje su penktais laiptais sijos galas, ties deformaciniu pjūviu, supleišėjęs.
- **bendra atramų elementų būklė yra gera:**
 - pirmoje atramoje koroduoja kolonų sankabų armatūra, yra korozijos požymių kolonose ir prie žemės paviršiaus, pažeidos dar nedidelės;
 - antroje, septintoje ir aštuntoje atramose pažeidimų neužfiksuota;
 - trečioji atrama suremontuota, užbetonuota kolonų apatinė dalis;
 - ketvirtos ir šeštos atramų rygeluose yra nedidelių armatūros korozijos židinių;
 - antros ir trečios atramų pamatų rostverkuose yra plyšiai, tačiau pavojaus atramų atabilumui nėra;
 - penktoje atramoje užfiksuota rygelio sankabų korozija;
 - elastomerinių atraminių guolių būklė yra gera.
- **bendra visų laiptų būklė yra bloga:**
 - laiptų sujungimuose su viaduku neįrengta deformacinių pjūvių konstrukcija;
 - laiptasijų ir maršo plokščių konstrukcijos supleišėjusios dėl armatūros korozijos;

- 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 viadukų apžiūros rezultatus nustatyta, kad atramų būklė yra gera, perdangos būklė yra patenkinama (konstrukcijų remontas, arba keitimas yra būtinas), pakloto elementų būklė yra patenkinama (būtina demontuoti esamus ir įrengti naujus pakloto elementus), laiptų būklė yra bloga, juos netikslinga remontuoti (būtina demontuoti esamus laiptus ir vietoje jų ties 1 ir 8 atramomis įrengti naujus laiptus ir lifthus, o ties 2, 3 ir 5 atramomis vietoje laiptų įrengti lifthus).

PAGAL PERDANGOS IR ATRAMŲ MEDŽIAGŲ TYRIMŲ 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, III ir IV atramų kolonų stipris gniuždant atitinka C50/60 klasės betono stiprį gniuždant pagal STR 2.05.05:2005;
- laiptų kolonų ties 2 atrama stipris gniuždant atitinka C35/45 klasės betono stiprį gniuždant pagal STR 2.05.05:2005;
- laiptasijų ties II atrama stipris gniuždant atitinka C20/25 klasės betono stiprį gniuždant pagal STR 2.05.05:2005;
- 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 TYRIMŲ REZULTATUS

Išanalizavus viaduko konstrukcijose pamatuoto karbonizuoto betono sluoksnio storio rezultatus nustatyta, kad viaduko perdangos sijų ir atramų konstrukcijų betonas mažai paveiktas karbonizacijos procesų. Laiptų maršų konstrukcijose karbonizacijos procesai jau pažengę.

PAGAL PERDANGOS IR ATRAMŲ BETONO APSAUGINIŲ SLUOKSNIŲ STORIŲ TYRIMŲ

REZULTATUS

Pagal viaduko laikančiųjų konstrukcijų skenavimo rezultatus nustatyta, kad:

- viaduko kolonų apsauginis betono sluoksnio storis iki pagrindinės armatūros – 34,0 mm;
- viaduko kolonų apsauginis betono sluoksnio storis iki pagalbinės armatūros – 16,0 mm;
- viaduko skirtingų tarpatramių perdangų plokščių apsauginis betono sluoksnio storis iki pagrindinės armatūros – 42 mm;
- išanalizavus viaduko laikančiųjų konstrukcijų skenavimo rezultatus nustatyta, kad visose konstrukcijose apsauginio betono sluoksnio storis iki pagrindinės armatūros yra pakankamas, tačiau nepakankamas iki pagalbinės armatūros. Konstrukcijose pamatuoti apsauginių sluoksnių storiai sutampa su tipiniuose projektuose [1, 2, 3] pateiktais storiais.

PAGAL PERDANGOS DEFORMACIJŲ TYRIMO REZULTATUS

Išanalizavus viaduko perdangų sijų niveliacijos rezultatus nustatyta, kad:

- pirmojo tarpatramio perdangos sijų (18 m) vidutinis įlinkis yra -17,5 mm;
- antrojo tarpatramio perdangos sijų (27 m) vidutinis įlinkis yra -18,0 mm;
- trečiojo tarpatramio perdangos sijų (27 m) vidutinis įlinkis yra -18,0 mm;
- ketvirtojo tarpatramio perdangos sijų (18 m) vidutinis įlinkis yra -16,5 mm;
- penktojo tarpatramio perdangos sijų (27 m) vidutinis įlinkis yra -7,75 mm;
- šeštojo tarpatramio perdangos sijų (15 m) vidutinis įlinkis yra -1,25 mm;
- septintojo tarpatramio perdangos sijų (27 m) vidutinis įlinkis yra -9,0 mm.
- pėsčiųjų viaduko Panevėžio geležinkelio stotyje visų tarpatramių perdangų sijos yra įlinkusios, sijų įlinkiai neviršija LST EN 1990:2002 A1:2005 ir CH 200-62 normų ribinių įlinkių reikšmių.

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, ir papildomų posvyrių viaduko eksploatavimo metu kolonose neatsirado. Didžiausi nustatyti posvyriai siekia tik apie pusę ribinių posvyrių reikšmių.

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 – $M_{ch} = 393 + 274 = 667 \text{ kNm}$ yra apie 10% didesnis lyginant su lenkimo momentu nuo projektinių nuolatinių ir kintamų apkrovų ($M_{ch} = 604 \text{ kNm}$);
- pirmojo tarpatramio perdangos sijos viduryje suminis skaičiuojamasis lenkimo momentas nuo nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio pagal LST EN 1991-1 – $M_{sk} = 441 + 370 = 811 \text{ kNm}$ yra apie 9% didesnis lyginant su lenkimo momentu nuo projektinių nuolatinių ir kintamų apkrovų ($M_{sk} = 739 \text{ kNm}$);
- pirmojo tarpatramio perdangos sijos atlaikomasis momentas $M_{atl} = 743 \text{ kNm}$ (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 – $RF = 743 / 811 = 0,92$. Pirmojo tarpatramio perdangos sijų stiprumas yra nepakankamas norint perdangą eksploatuoti su didesne kintama apkrova pagal LST EN 1991-1 reikalavimus;
- pirmojo tarpatramio perdangos įlinkis – 17,5 mm. Teoriškai apskaičiuotas pirmojo tarpatramio perdangos įlinkis nuo 5 kN/m^2 pagal LST EN 1991-1 yra 13,2 mm. Suminis pirmojo tarpatramio perdangos įlinkis – $17,5 + 13,2 = 30,7 \text{ mm}$ viršija leistiną ribinį perdangos įlinkį (29,0 mm) pagal LST EN 1990:2002 A1:2005 reikalavimus. Pirmojo tarpatramio perdangą saugu eksploatuoti, kai ji apkrauta ne daugiau, kaip 50% kintama apkrova pagal LST EN 1991-1 reikalavimus.

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

- antrojo tarpatramio perdangos įlinkis – 18,0 mm. Teoriškai apskaičiuotas antrojo tarpatramio perdangos įlinkis nuo 5 kN/m^2 pagal LST EN 1991-1 yra 26,9 mm. Suminis antrojo tarpatramio perdangos įlinkis – $18,0 + 26,9 = 44,9 \text{ mm}$ viršija ribinį leistiną perdangos įlinkį (44,0 mm) pagal LST EN 1990:2002 A1:2005 reikalavimus. Antrojo tarpatramio perdanga negalima eksploatuoti, kai ji apkrauta kintama apkrova pagal LST EN 1991-1 reikalavimus.

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

- šeštojo tarpatramio perdangos sijos viduryje suminis charakteristinis lenkimo momentas nuo nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio pagal LST EN 1991-1 – $M_{ch} = 269 + 188 = 457 \text{ kNm}$ yra apie 10% didesnis lyginant su lenkimo momentu nuo projektinių nuolatinių ir kintamų apkrovų ($M_{ch} = 413 \text{ kNm}$);
- šeštojo tarpatramio perdangos sijos viduryje suminis skaičiuojamasis lenkimo momentas nuo nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio pagal LST EN 1991-1 – $M_{sk} = 302 + 254 = 556 \text{ kNm}$ yra apie 11% didesnis lyginant su lenkimo momentu nuo projektinių nuolatinių ir kintamų apkrovų ($M_{sk} = 503 \text{ kNm}$);
- šeštojo tarpatramio perdangos sijos atlaikomas momentas $M_{atl} = 519 \text{ kNm}$ (žr. 8 skyrių);
- šeštojo tarpatramio perdangos sijos stiprumo atsargos koeficientas nuo 4.1 lentelėje pateiktų nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio pagal LST EN 1991-1 – $RF = 519 / 556 = 0,93$. Šeštojo tarpatramio perdangos sijų stiprumas yra nepakankamas norint perdangą eksploatuoti su kintama apkrova pagal LST EN 1991-1 reikalavimus;
- šeštojo tarpatramio perdangos įlinkis – 1,25 mm. Teoriškai apskaičiuotas šeštojo tarpatramio perdangos įlinkis nuo 5 kN/m^2 pagal LST EN 1991-1 yra 6,5 mm. Suminis šeštojo tarpatramio perdangos įlinkis – $1,25 + 6,5 = 7,75 \text{ mm}$ neviršija ribinio leistino perdangos įlinkį (25,0 mm) pagal LST EN 1990:2002 A1:2005 reikalavimus.

Pagal viaduko įrašų ir deformacijų teorinių skaičiavimų rezultatus ir įvertinus tą faktą, kad visų tarpatramių perdangos yra įlinkusios nustatyta, kad esamos būklės statinį negalima saugiai eksploatuoti kintamai žmonių minios apkrovai 5 kN/m^2 pagal LST EN 1991-1.

PAGAL VIADUKO DINAMINIO BANDYMO REZULTATUS

Išanalizavus pirmojo tarpatramio perdangos dinaminio bandymo rezultatus nustatyta, kad:

- viaduko pirmojo tarpatramio perdangos I formos vertikalių savųjų svyravimų vidutinis dažnis – 3,90 Hz. Perdangos vertikalių svyravimų dažnis tenkina LST EN 1991-2/NA reikalavimus.

Pagal LST EN 1991-2/NA pėsčiųjų apkrovų dinaminiai modeliai nepateikiami;

- viaduko pirmojo tarpatramio perdangos 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 18 m perdangai;
- dinaminio bandymo metu užfiksuotas viaduko pirmojo tarpatramio perdangos (18,0 m) vertikalių savųjų svyravimų periodas be apkrovos (0,256 s);
- viaduko pirmojo tarpatramio perdangos didžiausias vertikalių svyravimų pagreitis užregistruotas 3 žmonių grupei normaliu žingsniu einant per viaduką ($0,216 \text{ m/s}^2$) 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 ($0,765 \text{ m/s}^2$). 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 – $\xi = 0,017$. Užsienio literatūroje nurodoma, kad nesupleišėjusių gelžbetoninių tiltų perdangų slopinimo koeficientai kinta ribose nuo 0,02 iki 0,04. Bandymo metu gauti perdangos slopinimo koeficientai yra artimi literatūroje pateikiamoms koeficientų reikšmėms.

Išanalizavus antrojo tarpatramio perdangos dinaminio bandymo rezultatus nustatyta, kad:

- viaduko antrojo tarpatramio perdangos I formos vertikalių savųjų svyravimų vidutinis dažnis – 2,17 Hz. Perdangos vertikalių svyravimų dažnis tenkina LST EN 1991-2/NA reikalavimus. Pagal LST EN 1991-2/NA pėsčiųjų apkrovų dinaminiai modeliai nepateikiami;
- dinaminio bandymo metu užfiksuotas viaduko antrojo tarpatramio perdangos (27,0 m) vertikalių savųjų svyravimų periodas nuo 3 žmonių apkrovos (0,46 s) sutampa su tipiniame projekte [1] pateiktu vertikalių svyravimų periodu (0,45 s);
- viaduko antrojo tarpatramio perdangos didžiausias vertikalių svyravimų pagreitis užregistruotas 3 žmonių grupei normaliu žingsniu einant per viaduką ($0,667 \text{ m/s}^2$) tenkina EN 1990:2002/A1 reikalavimus, tačiau yra artimas ribiniam leistinam pagreičiui. Pagal EN 1990:2002/A1 reikalavimus vertikaliesiems svyravimams pagreičiai yra leistini iki $0,7 \text{ m/s}^2$.
Viaduko antrojo tarpatramio perdanga nėra 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 ($0,608 \text{ m/s}^2$). Pagal EN 1990:2002/A1 reikalavimus smūgio metu sukeltiems vertikaliems svyravimams pagreičiai nepateikiami;

- viaduko antrojo tarpatramio perdangos mažiausias vertikalių svyravimų slopinimo koeficientas užfiksuotas bandymo metu – $\xi = 0,006$. Užsienio literatūroje nurodoma, kad nesupleišėjusių gelžbetoninių tiltų perdangų slopinimo koeficientai kinta ribose nuo 0,02 iki 0,04, supleišėjusių gelžbetoninių tiltų perdangų slopinimo koeficientai kinta ribose nuo 0,006 iki 0,008. Bandymo metu gauti perdangos slopinimo koeficientai yra sutampa su supleišėjusių gelžbetoninių tiltų perdangų slopinimo koeficientais pateiktas literatūroje. Antrojo tarpatramio perdangos vertikalūs svyravimai gesta ilgai, o tai rodo, kad perdangoje pasireiškia nuovargio požymiai.

Išanalizavus šeštojo tarpatramio perdangos dinaminio bandymo rezultatus nustatyta, kad:

- viaduko šeštojo tarpatramio perdangos I formos vertikalių savųjų svyravimų vidutinis dažnis – 5,20 Hz. Perdangos vertikalių svyravimų dažnis tenkina LST EN 1991-2/NA reikalavimus. Pagal LST EN 1991-2/NA pėsčiųjų apkrovų dinaminiai modeliai nepateikiami;
- viaduko šeštojo tarpatramio perdangos didžiausias vertikalių svyravimų pagreitis užregistruotas 3 žmonių grupei normaliu žingsniu einant per viaduką ($0,122 \text{ m/s}^2$) 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 šeštojo tarpatramio perdangos didžiausias vertikalių svyravimų pagreitis užregistruotas 3 žmonių grupei vienu metu pašokant ir vienu metu nusileidžiant ant viaduko perdangos ($0,883 \text{ m/s}^2$). Pagal EN 1990:2002/A1 reikalavimus smūgio metu sukeltiems vertikaliems svyravimams pagreičiai nepateikiami;
- viaduko šeštojo tarpatramio perdangos mažiausias vertikalių svyravimų slopinimo koeficientas užfiksuotas bandymo metu – $\xi = 0,017$. Užsienio literatūroje nurodoma, kad nesupleišėjusių gelžbetoninių tiltų perdangų slopinimo koeficientai kinta ribose nuo 0,02 iki 0,04. Bandymo metu gauti perdangos slopinimo koeficientai yra artimi literatūroje pateikiamoms koeficientų reikšmėms.

Apibendrinant pėsčiųjų viaduko Panevėžio geležinkelio stotyje dinaminio bandymo rezultatus nustatyta, kad viaduko pirmojo ir šeštojo tarpatramių perdangos tenkina LST EN 1991-2/NA ir EN 1990:2002/A1 reikalavimus. Viaduko antrojo tarpatramio perdanga tenkina LST EN 1991-2/NA ir EN 1990:2002/A1 reikalavimus, tačiau tyrimų metu gautos dinaminės rodiklių reikšmės yra artimos ribinėms leistinoms reikšmėms pagal EN 1990:2002/A1 reikalavimus. Taip pat antrojo tarpatramio perdanga ilgai slopsta, joje pasireiškia nuovargio požymių.

Kadangi dalies viaduko perdangų dinaminiai rodikliai yra geri, o dalies artimi ribiniams leistiniems ir ne visos perdangos yra komfortiškos pėsčiųjų eismui, todėl norint saugiai eksploatuoti statinį būtina sustiprinti esamą arba įrengti naują perdangą.

PAGAL PERDANGOS ATITIKIMĄ PIRMAM IR ANTRAM RIBINIAMS BŪVIAMS

Vertinant viaduko visų perdangų atitikimą I ir II ribiniams būviams pagal STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“ nustatyta, kad esamo viaduko perdangos tenkina abiejų ribinių būvių reikalavimus kai perdangos yra apkrautos projektine kintama (4 kN/m^2) apkrova. Dėl esamų įlinkių visų tarpatramių perdangų sijose (sijos įlinkę 40 – 60 % leistino įlinkio pagal LST EN 1990:2002 A1:2005 reikalavimus) jų negalima eksploatuoti didesnei kintamai apkrovai (5 kN/m^2) pagal LST EN 1991-1 reikalavimus.

DĖL PĖSČIŲJŲ VIADUKO PRITAIKYMO ŽMONĖMS SU NEGALIA PAGAL PRM TSS REIKALAVIMUS

Pagal viaduko apžiūros rezultatus nustatyta, kad bendra statinio būklė yra patenkinama. 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);
- nuardyti esamus apšvietimo stulpus;
- demontuoti visų tarpatramių g/b perdangos sijas;
- demontuoti visus g/b laiptus;
- ties 1 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 būtina įrengti naujus metalinius laiptus;
- ties 1 atrama, geležinkelio stoties pusėje, būtina įrengti lifto šachtą, kaip atskirą elementą, kuri nebūtų sujungta su viaduko kolonomis;
- ties 1 atrama 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). Vietoje išardytų g/b laiptų būtina įrengti lifto šachtą, kaip atskirą elementą, kuris nebūtų sujungtas su viaduko kolonomis;

- tarp 3 ir 4 atramų 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). Vietoje išardytų g/b laiptų būtina įrengti lifto šachtą, kaip atskirą elementą, kuris nebūtų sujungtas su viaduko kolonomis;
- ties 5 atrama 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). Vietoje išardytų g/b laiptų būtina įrengti lifto šachtą, kaip atskirą elementą, kuris nebūtų sujungtas su viaduko kolonomis;
- ties 8 atrama būtina 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 būtina įrengti naujus metalinius laiptus;
- suremontuoti pirmos atramos kolonas (nudaužyti atšokusį apsauginį betono sluoksnį, nušveisti korozijos pažeistą armatūrą, antikorozinėmis dangomis padengti armatūros paviršių, atstatyti apsauginį betono sluoksnį);
- suremontuoti ketvirtos, penktos ir šeštos atramų rygėlius (nudaužyti atšokusį apsauginį betono sluoksnį, nušveisti korozijos pažeistą armatūrą, antikorozinėmis dangomis padengti armatūros paviršių, atstatyti apsauginį betono sluoksnį);
- ant esamų viaduko atramų įrengti naują g/b perdangą arba naują plienbetoninę perdangą (naujos perdangos savas svoris turi būti toks pats kaip buvusios);
- įrengti visus naujus pakloto elementus;
- įrengti naujus apšvietimo stulpus ir naują viaduko apšvietimo sistemą.

APIBENDRINTOS VIADUKO PANEVĖŽIO GELEŽINKELIO STOTYJE IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS

- Viaduko apžiūros metu nustatyta, kad bendra perdangos ir pakloto elementų būklė yra patenkinama, bendra atramų elementų būklė yra gera, o bendra laiptų būklė yra bloga.
- Atlikus viaduke panaudotų medžiagų tyrimus nustatyta, kad perdangos sijų betono stipris gniuždant atitinka C30/37 klasės betono stiprį gniuždant, atramų kolonų stipris gniuždant atitinka C50/60 klasės betono stiprį gniuždant, laiptų kolonų stipris gniuždant atitinka C35/45 klasės betono stiprį gniuždant ir laiptasijų stipris gniuždant atitinka C20/25 klasės betono stiprį gniuždant.
- Išanalizavus viaduko laikančiųjų konstrukcijų skenavimo rezultatus nustatyta, kad visose konstrukcijose apsauginio betono sluoksnio storis iki pagrindinės armatūros yra pakankamas.

- Pėsčiųjų viaduko Panevėžio geležinkelio stotyje visų tarpatramių perdangų sijos yra įlinkusios, sijų įlinkiai neviršija LST EN 1990:2002 A1:2005 ir CH 200-62 normų ribinių įlinkių reikšmių, tačiau skirtingo tarpatramio perdangų sijos yra įlinkusios 40 – 60 % leistino įlinkio pagal LST EN 1990:2002 A1:2005 reikalavimus, todėl **bendra viaduko perdangos laikomoji galia yra sumažėjusi.**
- Pagal viaduko įrašų ir deformacijų teorinių skaičiavimų rezultatus ir įvertinus tą faktą, kad visų tarpatramių perdangos yra įlinkusios nustatyta, kad esamos būklės statinį negalima saugiai eksploatuoti žmonių minios apkrovai 5 kN/m² pagal LST EN 1991-1.
- Pagal dinaminio bandymo rezultatus nustatyta, kad dalis viaduko perdangų tenkina LST EN 1991-2/NA ir EN 1990:2002/A1 reikalavimus o **dalies perdangų dinaminiai rodikliai yra artimi ribiniams leistiniams, ne visos perdangos yra komfortiškos pėsčiųjų eismui, todėl norint saugiai eksploatuoti statinį būtina sustiprinti esamą arba įrengti naują perdangą.**
- Vertinant viaduko visų perdangų atitikimą I ir II ribiniams būviams pagal STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“ nustatyta, kad esamo viaduko perdangos tenkina abiejų ribinių būvių reikalavimus kai perdangos yra apkrautos projektine kintama (4 kN/m²) apkrova, tačiau jų negalima eksploatuoti kintamai (5 kN/m²) žmonių minios apkrovai pagal LST EN 1991-1.

10.1. REKOMENDACIJOS

1. Manome, kad neįgalųjų poreikių tenkinimas yra prioritetas, todėl, įvertinę viaduko detalios apžiūros rezultatus, laikančiųjų konstrukcijų tyrimo rezultatus ir galimybę esamos būklės statinį pritaikyti žmonių su negalia poreikiams pagal PRM TSS reikalavimus 3 metų laikotarpyje rekomenduojame parengti viaduko kapitalinio remonto projektą, kuriame būtų numatyta atlikti šiuos remonto darbus:

- demontuoti esamus pakloto elementus: nuardyti esamus turėklus, nuardyti esamą einamosios dalies dangą, nuardyti esamą (jei jis yra) hidroizoliacijos sluoksnį, išardyti esamas deformacinių pjūvių konstrukcijas;
- išmontuoti esamus apšvietimo stulpus;
- demontuoti visų tarpatramių g/b perdangos sijas;
- demontuoti visus g/b laiptus;
- ties 1 atrama nuardyti 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 nuardyto 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 bus didesnės, laiptų atramas reikia stiprinti;

- ties 1 atrama, geležinkelio stoties pusėje, būtina įrengti lifto šachtą, kaip atskirą elementą, kuris nebūtų sujungtas su viaduko kolonomis;
- ties 2 atrama 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. Vietoje išardytų g/b laiptų būtina įrengti lifto šachtą, kaip atskirą elementą, kuris nebūtų sujungtas su viaduko kolonomis;
- tarp 3 ir 4 atramų 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. Vietoje išardytų g/b laiptų būtina įrengti lifto šachtą, kaip atskirą elementą, kuris nebūtų sujungtas su viaduko kolonomis;
- ties 5 atrama 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. Vietoje išardytų g/b laiptų būtina įrengti lifto šachtą, kaip atskirą elementą, kuris nebūtų sujungtas su viaduko kolonomis;
- ties 8 atrama reikia nuardyti g/b laiptų elementus: laiptų turėklus, g/b laiptų maršus ir g/b laiptasijas, tačiau 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;
- ant esamų viaduko atramų įrengti naują g/b arba plienbetoninę nekarpytą perdangą, atremiant ją atramos ašyje ir eliminuojant atrėmimo ekscentricitetą. Įrašos į atramas nuo naujų konstrukcijų nuosavo svorio ir laikinos apkrovos, turi būti ne didesnės, kaip įrašos nuo buvusių apkrovų. Jeigu naujoje projektuojamoje perdangoje atsirandančios įrašos nuo suminių nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio viršija įrašas nuo buvusių apkrovų, būtina papildomai sustiprinti esamas viaduko kolonas. Vienas iš racionaliausių sprendinių yra esamų kolonų skerspjuvio padidinimas armuojant papildomais armatūros strypais ir visu perimetru apibetonuojat ir sujungiant esamas kolonas į vientisą monolitinį g/b elementą. Dėl atramų pamatų stiprinimo spręsti projektavimo metu, atlikus geologinius tyrimus.
- suremontuoti visų atramų rygelius (nudaužyti atšokusį apsauginį betono sluoksnį, nušveisti korozijos pažeistą armatūrą, antikorozinėmis dangomis padengti armatūros paviršių, atstatyti apsauginį betono sluoksnį);
- įrengti visus naujus pakloto elementus;
- įrengti naujus apšvietimo stulpus ir naują viaduko apšvietimo sistemą.

Iki tol, kol bus parengtas viaduko kapitalinio remonto projektas (tris metus), viaduko paprastuoju remontu remontuoti nerekomenduojame. Esamos būklės statinį galima saugiai eksploatuoti iki

kapitalinio remonto, nes užfiksuotos pažaidos laikančiosiose konstrukcijose vystosi lėtai ir reikšmingos įtakos elementų laikomajai galiai neturi.

2. Jeigu dėl kokių nors priežasčių 3 metų laikotarpyje nebūtų atliekamas kapitalinis remontas, reikia 3 metų laikotarpyje paprastojo remonto būdu suremontuoti visas konstrukcijas, kurių pažaidos aprašytos ataskaitoje. Toks remonto būdas būtų efektyvus ir pateisinamas, norint eksploatuoti konstrukcijas iki 10 metų. Tokiu būdu būtų pristabdytas konstrukcijų degradavimas, tačiau nebūtų išspręsti neįgalijų poreikiai. Esant blogai laiptų konstrukcijų būklei, netikslinga ir neekonomiška investuoti, taikant alternatyvias priemones (be liftų), viaduko pritaikymui spec. poreikius turintiems asmenims.

3. Projektuotojas rengdamas viaduko kapitalinio remonto projektą privalo susipažinti su šia tyrimo ataskaita ir priimti sprendimą dėl esamų viaduko kolonų stiprinimo. Esamų viaduko kolonų būklė yra gera, jų stiprinti nereikia, jeigu naujoje projektuojamoje perdangoje atsirandančios įrašos nuo suminių nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio neviršija įrašų nuo projektinių nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio. Šiuo atveju būtina tinkamai suremontuoti tas kolonas ir jų elementus, kuriuose yra užfiksuota sankabų ar kitos armatūros korozija. Remontuojant reikėtų: nudaužyti atšokusį apsauginį betono sluoksnį, nušveisti korozijos pažeistą armatūrą, antikorozinėmis dangomis padengti armatūros paviršių, atstatyti apsauginį betono sluoksnį. Toks remonto būdas leistų išlaikyti kolonas be naujo remonto apie 10 metų.

Apibendrinanti rekomendacija

Siūlome atlikti viaduko kapitalinį remontą, keičiant perdangą, įrengiant liftus ir stiprinant esamas atramas. Tikslinga panaudoti esamas atramas ir jas stiprinti bet kuriuo atveju, neatsižvelgiant į tai ar įrašos į atramas nuo naujų konstrukcijų nuosavo svorio ir laikinos apkrovos didesnės už buvusias įrašas, ar tokios pačios.

LITERATŪRA

1. 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. Типовые конструкции Серия 501-166, „Пешеходные мосты через железные дороги с вариантом северного исполнения. Рабочие чертежи. Инв. N 728/2-78. Москва, 1978 г.“
3. „Типовой проект пешеходных мостов через железные дороги Серия 501-166. Рабочие чертежи. Инв. N 728/1-К. Москва, 1975 г.“
4. Kelio statinių priežiūros instrukcija 147/K, Vilnius, 2001 m., 94 p.
5. STR 1.01.03:2017 „Statinių klasifikavimas“.
6. STR 1.04:2017 „Statinio projektavimas, projekto ekspertizė“.
7. STR 2.06.02:2001 „Tiltai ir tuneliai. Bendrieji reikalavimai“.
8. STR 1.03.01:2017 „Statybiniai tyrimai“.
9. LST EN 12390. „Betono bandymas“.
10. STR 2.01.01(1):2005 „Esminis statinio reikalavimas. Mechaninis atsparumas ir pastovumas“. LR Aplinkos ministerija, Vilnius, 2005 m.
11. Eurokodas1. Poveikiai konstrukcijoms. 2 dalis. Tiltų eismo apkrovos LST EN 1991–2:2004.
12. Eurokodas1. Projektavimo pagrindai ir poveikiai konstrukcijoms. 3 dalis. Tiltų eismo apkrovos LST L ENV 1991–3:2000.
13. Технические условия проектирования железнодорожных, автодорожных и городских мостов и труб. СН 200-62. Москва, 1962 г.
14. LST EN 1990:2004/A1:2007. Eurokodas. Konstrukcijų projektavimo pagrindai. Lietuvos standartizacijos departamentas.
15. 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.
16. Miesto transporto statiniai. J. Kivilša, Z. Kamaitis, A. Steponavičius, Vilnius 1981 m.
17. STR 2.05.05:2005 Betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas. Gelžbetoninės konstrukcijos. Moksl. Redact. Dr. prof. A. Kudzys, Vilnius 1978 m.
18. TR 2.01:2019 „Automobilių kelių ir geležinkelio tiltų ir tunelių projektavimas“.
19. STR 2.05.05:2005. Betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas. LR Aplinkos ministerija, Vilnius, 2005 m.
20. ST 188710638.10:2005. Automobilių kelių tiltų bandymas. Lietuvos automobilių kelių direkcija prie Susisiekimo ministerijos, 2005 m.

PRIEDAS

VIADUKO TYRIMAMS NAUDOTŲ PRIETAISŲ PATIKROS SERTIFIKATAI



KALIBRAVIMAS
ISO/IEC 17025

Nr. LA-82-023

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		

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 WILLOW-AX3D Nr. 7CEC79F59E480000 X ašis

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

Matavimai atlikti esant 9,8144 m/s² 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

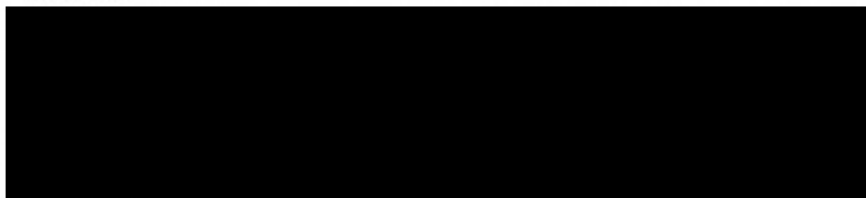
Kalibravimo liudijimas gali būti dauginamas tik pilnai. Atskiras kalibravimo liudijimo dalis galima dauginti tik gavus raštišką laboratorijos leidimą



KALIBRAVIMO LIUDIJIMAS

Nr. 070201

Lapų skaičius	2
Lapas	1
Savininkas	Įm. k. 135840360 UAB EKSPERTIKA A. Baranausko 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 Geometrinų, mechaninių ir judesio parametrų matavimų skyrius
Aplinkos sąlygos	Temperatūra $(22 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$
Kalibravimo periodas	2021-02-04
Rezultatai	Žiūrėti 2 puslapį. 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% pasiklaidinumo 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 dalis galima daugini
tik gavus rašytinę kalibravimo laboratorijos leidimą.

KALIBRAVIMO LIUDIJIMAS

Nr. 070201

Lapų skaičius 2
Lapas 2

Kalibravimo rezultatai

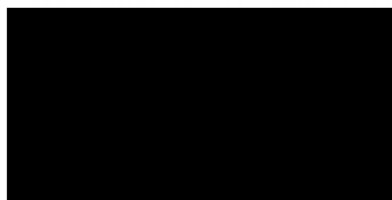
PROCEQ CL090 betono stipumo matuoklis SILVER SCHMIDT,
tipas N Nr. SH01-002-0912

Kalibruojama SCHMIDT betono stipumo matuoklio vertė

91 R

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

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



KALIBRAVIMO LIUDIJIMAS

Nr. 075102

Puslapių skaičius	2
Puslapis	1
Savininkas	UAB Eksperita, A. Baranauko g.19, LT-50238 Kaunas, jm.k. 135840360, užsakymo Nr. UZ-21461
Kalibruotas objektas	Mikroskopas, MTE-2 tipo, Nr. 734763, matavimo ribos 0,5mm, padidėjimas 0,05mm
Kalibravimo metodas	Kalibravimas atliekamas pagal kalibravimo procedūrą KM G 2014 54 (2014-09-22)
Kalibravimo atlikimo vieta	Kauno regiono laboratorijoje, E. Ožeškienės g. 25, LT-44264 Kaunas, k.kunas@vme.lt, tel. +3705 2333333
Apimties sąlygos	Temperatūra 21,7 °C Santykinė drėgmė 30 %
Kalibravimo periodas (data)	2020-04-07
Rezultatai	Žiūrėti 2 puslapyje, kalibravimo protokolas Nr. 21461-1-1
Sistė	Matavimai buvo atlikti su šiais kalibravimo būdu, susijusiais atskaitos stiklinis ilgio matas, 200 mm, Nr. 350203
Kalibravimo liudijimo išdavimo data	2020-04-07



VGTU GEODEZIJOS INSTITUTO
KALIBRAVIMO LABORATORIJA



LIETUVOS
NACIONALINIS
AKREDITACIJOS
BIURAS

KALIBRAVIMAS
DEKRE 1992

Nr. 1.A.82.933

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 $k=2$, kurį, esant normaliajam skirstiniui, atitinka 95% pasikliautinumo lygmenį. Standartinė matavimo neapibrėžtis pagal EA 4/02 M.

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

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		

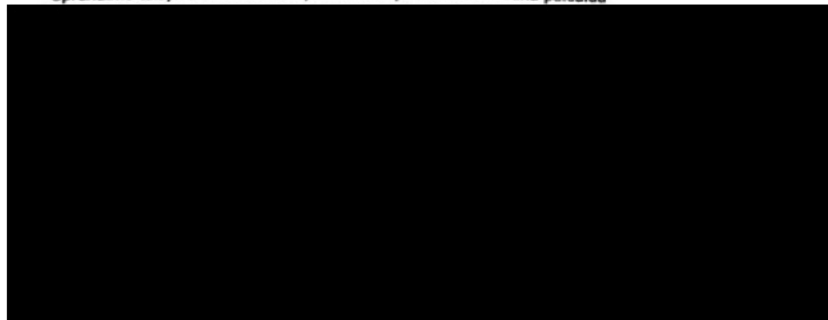
KALIBRAVIMO REZULTATAI

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



Sis 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
Saulėtekio 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 kursą

Kvalifikacijos kursų baigimo pažymėjimo data:

Kvalifikacijos kursų baigimo pažymėjimo numeris:

Kvalifikacijos pažymėjimo galiojimas

Išėjimo 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