

**VILNIUS  
TECH**Vilniaus Gedimino  
technikos universitetas**Dalinės statinio ekspertizės aktas Nr. E24-26K****Dalis: konstrukcijos**

2025 m. gegužės mėn. 30 d.

**KVALIFIKACIJOS ATESTATAS  
NR. 8301**

1. Ekspertizės objektas Pėsčiųjų tiltas per Šventosios upę Ukmergėje  
(pavadinimas ir adresas)
2. Užsakovas Ukmergės rajono savivaldybės administracija, Kęstučio a. 3, 20114 Ukmergė  
(pavadinimas ir adresas)
3. Ekspertizė
4. Ekspertai
5. Ekspertizės pagrindas 2024-06-11 d. sutartis reg. nr. 10.13-2024-733/61-227, 2024-12-30 d. sutartis reg. nr. 10.13-2024-1821/61-467
6. Ekspertizės pradžia 2024-06-11 7. Ekspertizės pabaiga 2025 05 30
8. Prie akto pridedama 1 priedas. Techninė užduotis (2 psl.), 2 priedas. Tilto brėžiniai (3 psl.), 3 priedas. Defektų ir pažaidų žiniaraštis (1 psl.), 4 priedas. Projektavimo techninė užduotis (2 psl.), tilto laikančiųjų konstrukcijų defektų vaizdinė medžiaga (skaitmeninės nuotraukos laikmenoje).  
(nurodomi priedų numeriai ir pavadinimai)
9. Trumpas statinio aprašymas, pagrindinės pažaidos ir defektai

Šis aktas keičia 2024 m. lapkričio 8 d. VILNIUS TECH parengtą pėsčiųjų tilto per Šventosios upę Ukmergėje konstrukcijų dalies ekspertizės aktą Nr. E24-26. Atnaujintame ekspertizės akte pateikti papildomas tilto laikančiųjų konstrukcijų būklės vertinimas, betono mechaninių savybių ir galimų struktūrinių pokyčių tyrimai, tilto savųjų ir priverstinių svyravimų dinaminiai tyrimai.

Darbe atlikta gelžbetoninio pėsčiųjų tilto per Šventosios upę Ukmergės mieste laikančiųjų konstrukcijų ekspertizė. Akte pateikiamas tilto laikančiųjų konstrukcijų ir elementų techninės būklės vertinimas bei laikomosios galios atitikimo Lietuvoje galiojančių normatyvinių dokumentų reikalavimams tikrinimas. Papildomai atliktas tilto dinaminių parametrų (savųjų svyravimo dažnių) atitikimo Lietuvos normatyviniuose dokumentuose reglamentuojamiems pėsčiųjų tiltų komforto kriterijams eksperimentinis ir teorinis vertinimas. Eksperimentiškai nustatytos tilto atramų betono gniuždomasis stipris bei atlikti paklotą laikančios plokštės, perdangos sijų bei atramų betono struktūros laboratoriniai tyrimai.

Pagrindiniai duomenys apie tiltą pateikti tilto kadastrinių matavimų byloje [10.18]. Tilto projektinė dokumentacija neišlikusi. Pagal kadastrinių matavimų duomenis tiltas pastatytas 1982 m. Tie patys metai pažymėti ant lentelės pritvirtintos prie tilto turėklų Kareivinių g. ir Gruodžio 17-osios g. pusėse. Atsižvelgiant į tilto lokaciją bei konstrukcinę tilto sandarą tikėtina, kad tilto pastatytas pagal projektavimo instituto „Lietkelprojektas“ (dabar UAB „Kelprojektas“)

parengtą projektą, o galimas statybos rangovas – Panevėžio kelių statybos valdyba Nr. 5 (dabar AB „HISK“, anksčiau AB „Panevėžio keliai“). Pagal statybos metus galima spręsti, kad tilto gelžbetoninės konstrukcijos suprojektuotos pėsčiųjų minios apkrovai ( $q=400 \text{ kg/m}^2$ ) pagal tipinio projekto parengimo metu galiojusias projektavimo normas SNiP II-D.7-62 [10.14], SN 200-62 [10.15] ir SN 365-67 [10.16]. Tiltas yra Ukmergės miesto rytinėje dalyje ir sujungia Gruodžio 17-osios g. (kairiajame krante, šalia Sporto centro stadiono) ir privačių namų kvartalą nuokalnėje ties stačiatikių kapinėmis (dešiniajame krante, Kareivinių g.). Tiltas skirtas pėsčiųjų ir dviratininkų eismui. Automobilių eismo apribojimui prietilčiuose įrengti plieniniai stulpai. Įprastu metu pėsčiųjų ir dviratininkų eismas tiltu nėra intensyvus. Tačiau srautai ženkliai suintensyvėja vykstant renginiams (pvz. miesto šventėms ir pan.) sporto centro stadione. Tiltu vieta Ukmergės plane pateikta 1 pav., o bendri vaizdai 2 pav.



1 pav. Tiltu vieta Ukmergės miesto plane



2 pav. Tiltu bendri vaizdai



*2 pav. tęsinys. Tilto bendri vaizdai*



Tilto tyrimai atlikti dviem etapais: pirminiai tyrimai atlikti 2024 m. birželio–spalio mėn. Tyrimai apibendrinti 2024 m. lapkričio 8 d. dalinės statinio ekspertizės akte Nr. E24-26. Antrajame etape atlikti šio punkto pradžioje aprašyti papildomi tyrimai. Tyrimai atlikti 2025 m. kovo–gegužės mėn. Šiame akte, kuris keičia I-aje etape parengtą ekspertizės aktą, apibendrinti abiejuose etapuose atlikti tyrimai ir gauti rezultatai.

Prieš atliekant detaliąją techninę apžiūrą atlikti pagrindinių tilto perdangos konstrukcijų ir jų elementų geometriniai matavimai bei sudaryti laikančiųjų konstrukcijų brėžiniai ir schemas. Sudaryti tilto perdangos brėžiniai (fasadas, planas ir pjūviai) pateikti 2 priede. Tilto elementų detalus žymėjimas pateiktas brėžiniuose 2 priede ir 3 pav. Atramos žymimos pradedant nuo Gruodžio17-osios g. pusės. Ši kraštinė atrama (ramtas) žymima atrama 1. Atitinkamai, Kareivinių g. pusėje esantis ramentas žymimas atrama 8. Tarpinės atramos (taurai) žymimi tokia pačia tvarka kaip ir ramentai. Arčiausiai atramos 1 esantis tauras žymimas atrama 2, o arčiausiai atramos 8 esantis tauras – atrama 7. Likusios tarpinės atramos žymimos atrama 4÷6. Perdangų tarpatriamiai žymimi pagal atramų numerius. Tarpatriamis tarp atramų 1 ir 2 žymimas tarpatriamiu 1, tarp atramų 2 ir 3 – tarpatriamiu 2 ir t. t. Paskutinis tarpatriamis tarp atramų 7 ir 8 žymimas tarpatriamiu 7. Perdangos sijų numeracija pradedama nuo Šventosios upės aukštupio pusės. Pavyzdžiui, tarpatriamio 1 aukštupio pusėje esanti kraštinė sija žymima sija 1-1, o žemupio pusėje – sija 1-3. Tarpinė šio tarpatriamio sija žymima S1-2. Remiantis tais pačiais principais priimtas ir kitų tarpatriamių sijų žymėjimas. Pavyzdžiui, tarpatriamio 7 sijos pradedant nuo aukštupio pusės žymimos, atitinkamai, sija S7-1, S7-2 ir S7-3.



**3 pav. Tilto atramų ir perdangos elementų sutartinis žymėjimas**

**Pagrindiniai tilto techniniai rodikliai:**

Statybos metai:	pastatytas 1982 m.
Projektavimo normos:	SNiP II-D.7-62 [10.14], SN 200-62 [10.15], SN 365-67 [10.16]
Projektinė apkrova:	pėsčiųjų minios, 400 kg/m <sup>2</sup>
Priklausomybė kultūros paveldui:	nepriklauso
Tipas:	gelžbetonis sijinis nekarpytas
Tilto ilgis (be ramtų):	135,66 m
Tilto ilgis (su ramtais):	138,73 m
Tilto ilgis (su šlaitiniais laiptais):	142,02 m



<i>Tilto plotis (be turėklų):</i>	3,10 m
<i>Tilto plotis (su turėklais):</i>	3,40 m
<i>Perdangos sijų skaičius tilto skersiniame pjūvyje</i>	3
<i>Perdangos sijų skaičiuotinis ilgis</i>	1×15,00 m+5×21,00 m+1×15,00 m
<i>Sijų aukštis (nevertinant paklotą laikančios plokštės):</i>	0,61 m
<i>Sijų aukštis (įvertinus paklotą laikančias plokštes):</i>	0,74 m
<i>Atstumas tarp sijų ašių:</i>	1,20 m
<i>Ramtai:</i>	gelžbetoniniai monolitiniai
<i>Taurai:</i>	gelžbetoniniai monolitiniai, sieninio tipo
<i>Taurų aukštis (nuo žemės paviršiaus iki rygelio viršutinio paviršiaus):</i>	~3,00 – 4,50 m
<i>Pakloto danga:</i>	asfaltbetonio danga, hidroizoliacija, išlyginamasis sluoksnis, bendras storis ~150–180 mm
<i>Turėklai:</i>	metaliniai, h= 1,00 m
<i>Deformaciniai pjūviai:</i>	nėra
<i>Atraminiai guoliai:</i>	atramose 1–3 ir 5–8 paslankūs, plieniniai sektoriniai su armuoto betono intarpais atramoje 4 nepaslankūs, plieniniai išgaubtieji bebriauniai
<i>Kūgiai:</i>	sutvirtinti betoninėmis plokštelėmis
<i>Šlaitiniai laiptai:</i>	gelžbetoniniai su plieniniais turėklais, po 2 (viso 4) ties kraštinėmis atramomis aukštupio ir žemupio pusėse

*Titu nutiestas pėsčiųjų ir dviratininkų takas, kurio bendras plotis įvertinus turėklus – 3,4 m, o naudingasis plotis nevertinus turėklų – 3,1 m. Ties perdangų kraštais įrengti 1,00 m aukščio plieniniai turėklai, atremti ant tilto pakloto. Pagal panašių tiltų duomenis paklotą sudaro: asfaltbetoninė danga, hidroizoliacija, cementinio skiedinio išlyginamasis sluoksnis, bendras visų sluoksnių storis – ~150–180 mm. Ties turėklais paklotą laikančios perdangos kraštai apskardinti cinkuoto plieno skarda. Pastaroji turėtų apsaugoti perdangos konstrukcinius elementus nuo ciklinių atmosferinių poveikių. Tilto apšvietimui tamsiu paros metu ties tarpinėmis atramomis įrengti plieniniai apšvietimo stulpai. Lietaus nuvedimo sistema ant tilto neįrengta. Pakloto elementų bendras vaizdas matomas 2 pav.*

*Tilto paklote deformaciniai pjūviai neidentifikuoti. Pagal panašių projektų duomenis, ties kraštinėmis atramomis turėtų būti įrengtos deformacinės siūlės. Tilto eksploatacijos metu tinkamai įrengtų deformacinių siūlių neliko. Tyrimų metu deformacinių siūlių pakloto lygmenyje nesimatė. Dabartiniame tilte siūlių vietose įrengta asfaltbetonio danga (2 pav. 3 psl.).*



Tilto perdanga sukomponuota iš tipinių įprastojo gelžbetonio surenkamųjų trapecinio skerspjūvio sijų ir surenkamų gelžbetoninių pakloto plokščių. Tilto perdangos formulė –  $1 \times 15,00 \text{ m} + 5 \times 21,00 \text{ m} + 1 \times 15,00 \text{ m}$ , bendras perdangos ilgis – 135,66 m, o plotis – 3,40 m. Perdangos kiekvieno tarpatramio skersiniame pjūvyje išdėstyta po 3 pagrindine sijas. Vidutinis atstumas tarp gretimų sijų ašių – 1,20 m. Sijų bendri vaizdai pateikti 4 pav., o pagrindiniai matmenys 2 priede.



4 pav. Perdangos sijų bendri vaizdai

Perdangos sijų skerspjūvio aukštis – 610 mm, plotis apatinėje dalyje – 340 mm, viršutinėje dalyje – 480 mm. Pakloto plokštės storis – 130 mm. Pakloto plokštės atremtos ant trapecinių sijų paliekant ~360 mm tarpą (pagal panašių projektų duomenis). Šiuose ruožuose išdėstytos sijų sankabos ir gretimų plokščių armatūra. Pastarasis tarpas vėliau sumonolitintas apjungiant plokštes ir sijas bendrai sąveikai. Sijos yra trumpesnės negu tarpatramio ilgiai, nes prie taurų per visą tilto plotį įrengti 1,25 m pločio monolitiniai ruožai, kurie tarpusavyje sujungia gretimų tarpatramių perdangos sijas. Tyrimų metu patikrintos tilto perdangos sijų armavimo schemas tiek viduriniame, tiek ir atraminiame pjūviuose. Sijų armavimas tarpatramių viduriniuose pjūviuose yra skirtingas. Tarpatramiuose 1 ir 7 sijos armuotos  $6\text{Ø}32$  mm skersmens A-III klasės armatūros strypais ( $A_s=48,25 \text{ cm}^2$ ), o tarpatramiuose 2÷6 –  $8\text{Ø}32$  mm skersmens A-III klasės armatūros strypais ( $A_s=64,34 \text{ cm}^2$ ). Atraminiam pjūvyje, perdangos sijų tempiamojoje zonoje (viršutinėje dalyje), skerspjūvyje išdėstyti  $6\text{Ø}32$  mm skersmens A-III klasės armatūros strypai ( $A_s=48,25 \text{ cm}^2$ ). Sijų išilginės armatūros apsauginio sluoksnio vidutinis storis –  $c=30$  mm. Išilginės armatūros charakteristinė takumo riba  $f_{yk}=390 \text{ MPa}$ , o tamprumo modulis  $E_s=196 \text{ GPa}$  (pagal SNiP 2.05.03-84 [1.13]). Įstrižajame pjūvyje ruožuose ties atramomis sijos armuotos  $4\text{Ø}8$  mm A-I klasės skersinės armatūros strypais ( $A_s=2,01 \text{ cm}^2$ ,  $f_{yk}=235 \text{ MPa}$ ,  $E_s=206 \text{ GPa}$ ), kurių žingsnis  $s=300$  mm. Gelžbetoninės paklotą laikantios plokštės armuotos viršutinėse ir apatinėse dalyse išdėstytais tinklas. Pagal panašių tiltų duomenis pagrindinę tinklo armatūrą sudaro  $\text{Ø}12$  mm A-II

klasės skersmens strypai išdėstyti 125 mm žingsniu. Pastaroji armatūra išdėstyta skersine tilto linkme. Pagrindinės tinklo armatūros charakteristinė takumo riba  $f_{yk}=295$  MPa, o tamprumo modulis  $E_s=2,06$  GPa. Konstrukcinei tinklų armatūrai panaudoti  $\varnothing 8$  mm skersmens A-I klasės armatūros strypai, išdėstyti 200 mm žingsniu. Pagal panašių projektų duomenis perdangos sijoms panaudotas M300 markės (atitinka B22,5 klasę pagal SNiP 2.05.03-84 [10.13]) betonas, kurio  $f_{ck}=16,7$  MPa, o  $E_{cm}=28,8$  GPa.

Ramtų konstrukcijos – gelžbetoninės monolitinės. Ramtai sudaryti iš gelžbetoninės galvenos, priekinių atraminių sienų, atkalčių (galinių atraminių sienų) bei šoninių sparnų sulaikančių pylimo bei prietilčių gruntą (5 pav.). Atraminės aikštelės atraminiams guoliams atremti neįrengtos. Atraminiai guoliai atremti tiesiogiai ant galvenos viršutiniojo paviršiaus. Galvena įrengta su skersiniu nuolydžiu vandens nutekėjimui. Ties ramtu 1 tilto prieigose įrengtas pylimas pratęsiantis pėsčiųjų ir dviratininkų taką link Gruodžio 17-osios g (6 pav.). Pylimo šlaitai sustiprinti betoniniais elementais. Pastarasis pylimas taip pat apsaugo taką nuo galimų Šventosios upės potvynių.

Tilto perdanga per atraminius guolius remiasi į monolitines gelžbetonines tarpines atramas – taurus. Taurai sieninio tipo, masyvūs. Taurų konstrukciją sudaro monolitinis ovalaus skerspjūvio masyvas, kuris apatinėje dalyje remiasi į monolitinius rostverkus. Pastarieji matomi tik Šventosios upėje esančiuose tauruose (atramos 2, 5, 6). Sausumoje išdėstyti taurų (3, 4 ir 7) rostverkai yra žemiau žemės paviršiaus. Tarpinių atramų pagrindiniai matmenys pateikti 2 priede, o bendras vaizdas matomas 7 pav. Atramų masyvo ilgis (matmuo skersine tilto linkme) – 3,50 m, o plotis (matmuo išilgine tilto linkme) – 0,50 m. Atramų aukščiai nuo žemės paviršiaus (arba nuo rostverko paviršiaus) iki perdangos atrėmimo plokštumos skirtingas ir svyruoja nuo 3,00 m iki 4,50 m. Taurų viršutinėje dalyje ties kraštinėmis sijomis išbetonuotos papildomos 0,31 m ilgio briaunos, kurių skerspjūvis sutampa su atramos skerspjūviu šioje zonoje. Briaunos plotis – 0,50 m, o aukštis 0,18 m. Atraminių aikštelių atraminiams guoliams atremti ant viršutinių taurų paviršių nėra. Atraminiai guoliai atremti tiesiogiai ant šių paviršių. Atramų projektiniai duomenys nėra išlikę. Atramų betono stipris nustatytas neardančiuoju ir ardančiuoju būdu. Detalesnė informacija pateikta 11.21–11.29 šio akto punktuose. Tyrimų metu nustatyta, kad taurų masyvas armuotos  $\varnothing 18$  mm A-III klasės išilginės armatūros strypais skerspjūvio perimetre išdėstytais vidutiniu 150 mm žingsniu. Išilginės armatūros apsauginio sluoksnio storis –  $c=12-18$  mm. Skersiniai armatūrai panaudoti  $\varnothing 10$  mm A-III klasės armatūros strypai, išdėstyti vidutiniu 150–200 mm žingsniu.





**5 pav.** Kraštinių atramų (ramtų) bendri vaizdai



**6 pav.** Pylimas pratęsiantis pėsčiųjų ir dviratininkų taką nuo tilto link Gruodžio 17-osios g



**7 pav.** Tarpinių atramų (taurų) bendri vaizdai

Tilto perdanga į atramas remiasi per plieninius sektorinius atraminius guolius su armuoto betono intarpais (atramose 1–3 ir 5–8 ) bei nepaslankius plieninius išgaubtuosius bebriaunius atraminius guolius (atramoje 4). Atraminiai guoliai remiasi tiesiogiai ant atramų viršutinių paviršių. Kaip jau minėta, atraminės aikštelės jiems atremti neįrengtos. Visose atramose išskyrus atramą 4, įrengti išilgine tilto linkme paslankūs atraminiai guoliai. Ties nepaslankiais atraminiais guoliais tarpe tarp perdangos ir atramos 4 paviršių paliktos medinės lentos. Atraminių guolių išdėstymo schema bei guolių bendri vaizdai pateikti 8 pav.



**8 pav.** Paslankių ir nepaslankių atraminių guolių išdėstymo schema (viršuje), paslankių atraminių guolių bendri vaizdai (viduryje), nepaslankių atraminių guolių bendri vaizdai (apačioje)

Lietaus nuvedimo ir surinkimo sistema ant tilto neįrengta. Vanduo nuo tilto nuteka dėl įrengtų išilginio ir skersinio nuolydžių. Nubėgantis vanduo patenka į aplinką po tiltu tame tarpe ir į Šventosios upę.

Kūgiai po tiltu abejose tilto pusėse sustiprinti betoniniais elementais, apsėti žole. Tačiau lokaliuose zonose jie apaugę medžiais, kai kurie iš jų pašalinti. Ties kraštinėmis atramomis tiek aukštupio, tiek ir žemupio pusėse įrengti gelžbetoniniai šlaitiniai laiptai su metaliniais turėklais. Kūgių bendri vaizdai matomi 5 ir 6 pav. Šventosios upės vaga po tiltu nesustiprinta. Upės krantai natūraliai apaugę augmenija 7 pav.

Tyrimų metu atlikti instrumentiniai tilto konstrukcijų ir jų elementų matavimai, detalioji apžiūra, laikančiųjų konstrukcijų betono gniuždomojo stiprio ir struktūros tyrimai, teoriniai laikomosios galios skaičiavimai ir teorinis bei eksperimentinis dinaminų parametru apibrėžiančių tilto komforto lygmenį dinaminio požiūriu vertinimas. Geometriniai tilto matmenys nustatyti

naudojant ruletę ir lazerinį matuoklį. Statinio perdangų, atramų bei kitų elementų (pakloto, atraminių guolių ir kt.) būklė buvo vertinta vizualiai bei atliekant pažaidų lygio matavimus.

Pirmajame tyrimų etape tilto gelžbetoninių elementų (perdangos ir atramų) betono gniuždomasis stipris nustatytas neardančiuoju metodu, taikant Schmidt plaktuką (9 pav. kairėje). Pasirinktose gelžbetoniniuose elementuose buvo atliekama ne mažiau kaip po 10 matavimų. Atšokimo duomenų imtis iš viso sudarė: gelžbetoninių sijų – 60 reikšmės, paklotą laikančių plokščių – 20 reikšmių, taurų – 55 reikšmės, ramtų – 20 reikšmių. Šios imtys vėliau apdorotos statistiškai, įvertinus rezultatų sklaidą, prietaiso paklaidą bei rezultatų patikimumą. Prieš kiekvieną matavimą, prietaisas buvo kalibruotas panaudojant etaloninį kalibravimo priekalą. Reikia pažymėti, kad neardantys betono stiprio nustatymo metodai yra labai apytiksliai, kadangi atšokimo rezultatus gali lemti daug veiksnių. Būtina pabrėžti, kad skirtinguose ruožuose išmatuotos atšokimo reikšmės apytikriai sutapo. Tai rodo, kad betono mechaninių sklaidą skirtingose perdangos sijose ir atramose yra panaši.



**9 pav.** Tilto laikančiųjų konstrukcijų betono gniuždomojo stiprio tyrimai neardančiuoju būdu (kairėje) ir plyšių pločių matavimas (dešinėje)

Antrajame etape papildomai atlikti taurų betono gniuždomojo stiprio tyrimų ardančiuoju būdu. Bandiniai paimti, paruošti ir išbandyti 2025 m. balandžio 14–18 d. Tyrimo metu iš tarpinių atramų 3 ir 4 išgręžti horizontalūs kernai siekiant identifikuoti betono gniuždomąjį stiprį ardančiuoju būdu (10 pav. viršuje kairėje). Iš viso išgręžti 2 kernai, atitinkamai, po 1 kiekvienoje atramoje. Kernų gręžimui panaudota  $\varnothing 100$  mm skersmens karūna. Nominalus ėminių ilgis lygus  $400 \pm 20$  mm. Kernų žymėjimas ir pagrindiniai parametrai pateikti 1 lentelėje. Išgręžtų kernų bendras vaizdas pateiktas 10 pav. Siekiant įvertinti skirtingais būdais gautų rezultatų patikimumą ardančiųjų tyrimų metu gauti rezultatai palyginti su neardančiuoju būdu gautais rezultatais.

**1 lentelė.** Kernų žymėjimas ir pagrindiniai parametrai

Nr.	Žymėjimas	Atrama	Skersmuo, mm	Ilgis, mm
1	3A	3	99	~400
2	4A	4	100	~380





**10 pav.** *Betono gniuždomojo stiprio nustatymas ardančiuoju būdu: kernų gręžimas (viršuje kairėje), suformuotų bandinių bandymas gniuždymo presu (viršuje dešinėje), išgręžtų kernų bendri vaizdai (viduryje), ardantiesiems bandymams suformuotų bandinių bendri vaizdai (apačioje)*

**2 lentelė.** *Gniuždymo bandymams suformuotų bandinių žymėjimas*

<i>Bandinio žymėjimas</i>	<i>Kerno žymėjimas</i>
<i>A3-1</i>	<i>3A</i>
<i>A3-2</i>	
<i>A3-3</i>	
<i>A4-1</i>	<i>4A</i>
<i>A4-2</i>	
<i>A4-3</i>	

*Bandinių tinkamoms temperatūros ir drėgmės sąlygoms užtikrinti ardantiesiems bandymams paimti ėminiai po išgręžimo natūraliomis sąlygomis laikyti VILNIUS TECH Statybinių konstrukcijų ir geotechnikos laboratorijoje. Vėliau iš bandymams tinkamų kernų elementų suformuoti bandiniai juos supjaustant bet apdirbant (šlifuojant) bandomuosius paviršius. Paruošti*



bandiniai (viso 6 vnt.) ir jų žymėjimas pateiktas 2 lentelėje, o bandinių bendras vaizdas 10 pav. apačioje. Bandiniai numeruoti pradedant nuo viršutinės kerno dalies, esančios arčiausiai išorinio atramos paviršiaus. Bandinių matmenys ir kitos charakteristikos apibendrintos šio akto 11.25–11.27 p.

Paruošti bandiniai išmatuoti, pasverti ir išbandyti 2000 kN galios servohidraulinė bandymo mašina D2000 su sistemos valdikliu bei valdymo ir duomenų apdorojimo programa PROTEUS (10 pav. viršuje dešinėje). Apkrova kelta pastoviu 6 kN/s greičiu. Betono elementų paruošimas ir bandymas atliktas vadovaujantis standartais LST EN 12504-1:2019/AC:2021 ir LST EN 12390-3:2019. Po bandymo visi betono bandiniai papildomai apipurkšti 0,1% fenolfaleino tirpalu galimai betono karbonizacijai identifikuoti. Po apipurškimo galimos karbonizacijos gylis išmatuojamas rulete. Betono gniuždomojo stiprio tyrimų rezultatai panaudoti vertinant tilto perdangos atitikimą saugos ribinių būvių reikalavimams. Betono gniuždomojo stiprio tyrimų rezultatai detaliau aprašyti šio akto 11.26 p.

Betono struktūros eksperimentiniai analizei atlikti iš pažeistų zonų paimti 3 betono bandiniai: po vieną bandinį iš tarpinės atramos, pakloto plokštės ir perdangos sijos. Bandinių bendri vaizdai ir tyrimų vietos pateiktos 11 pav., o informacija apie bandinius ir tyrimų metodus 3 lentelėje.



**11 pav.** Eksperimentiškai tirtų bandinių A, P ir S bendras vaizdas ir analizuotos zonos  
**3 lentelė.** Informacija apie bandinius ir tyrimų metodus

Bandinio žymėjimas	Bandinio paėmimo vieta	Bandinio matmenys (ilgis × plotis), mm	Metodai
A	Tarpinė atrama	200 × 40	RSDA, XRF, pH
P	Pakloto plokštė	190 × 30	RSDA, XRF, pH
S	Perdangos sija	120 × 50; 100 × 50	RSDA, XRF, pH

Prieš tyrimą bandiniai buvo džiovinami 72 val. džiovykloje ( $40\pm 5$ ) °C temperatūroje. Vėliau visi bandiniai (11 pav. pažymėtas plotas) buvo sumalti ir persijoti per sietą, kurio akučių dydis 0,063 μm. Betono sudėčiai identifikuoti atliktas fazinės sudėties tyrimas – rentgeno spindulių difrakcine analize (RSDA). Bandiniai buvo tiriami  $20\pm 2$ °C temperatūroje. Tyrimai atlikti naudojant „DRON-7“ rentgeno difraktometrą. Rentgeno spinduliuotės Cu Ka spektrui ( $\lambda = 0,1541837$  nm) gauti naudotas grafito monochromatorius. Bandymų parametrai: 30 kV įtampa; 12 mA srovė; difrakcijos kampo  $2\theta$  intervalas nuo 4 iki 60°, detektoriaus judėjimo žingsnis – 0,02°; intensyvumo matavimo trukmė žingsnyje – 2 s. Fazių identifikavimas atliktas dešifruojant difrakcines kreives naudojant ICDD difrakcijos duomenų bazę. Betono bandinių cheminė sudėtis nustatyta naudojant rentgeno fluorescencijos (XRF–WD) metodą. Tyrimams taikytas ZSX Primus IV spektrometras, turintis Rh vamzdelį, kurio anodo įtampa 4 kV. Tyrimui atlikti paruoštos 37 mm skersmens tabletės suspaustos 200 kN jėga. pH tyrimai atlikti ( $22,0\pm 0,5$ ) °C temperatūroje naudojant firmos „Mettler-Toledo“ prietaisą MPC 227 (pH elektrodas InLab 410, matavimo tikslumas 0,01).

Gelžbetoninių laikančiųjų elementų plyšių pločiai matuoti dviem etapais. Pirmajame etape plyšių pločiai matuoti elektroniniu matuokliu (9 pav. dešinėje). Nustatytos didžiausios pločius turinčios laikančiųjų konstrukcijų zonos. Antrajame etape tikslus plyšių pločių matavimas identifikuotose zonose atliktas 50 kartų didinančiu optiniu mikroskopu МПБ-3, kurio matavimų paklaida  $0,02 \pm 0,0025$  mm. Pleišėjimo charakteris leido įvertinti jų kilmę bei galimą įtaką konstrukcijų saugai ir ilgaamžiškumui.

Perdangos profilio identifikavimui atlikti geodeziniai matavimai. Ukmergės miesto savivaldybės užsakymu viso tilto perdangos niveliavimą atliko UAB „Geoplanas“. Niveliavimas atliktas sijų apatinių paviršių lygyje siekiant nustatyti perdangos elementų įlinkius/išlinkius neveikiant laikinos apkrovos poveikiui. Niveliuota kiekvienos sijos atramos ir viduriniajame pjūvyje. Matavimai atlikti sąlyginėje koordinačių ir aukščių sistemose elektroniniu tacheometru. Papildomi patikrinamieji matavimai atlikti pasirinktuose tarpatramiuose, kurių atramos yra sausumoje (tarpatramiuose 3, 5 ir 7). Papildomi matavimai atlikti Sokkia nivelyru ir ištraukiama geodezine matuokle, matavimų paklaida  $\pm 2$  mm. Niveliavimo rezultatai apibendrinti šio akto 11.35–11.37 punktuose.

Gauti techninės apžiūros rezultatai panaudoti sudarant tilto brėžinius bei kuriant tilto skaitinius modelius, kurie vėliau panaudoti vertinant pagrindinių konstrukcijų laikomosios galios ir dinaminių parametrų atitikimą Lietuvoje galiojančių normatyvinių dokumentų reikalavimams.



*Detaliųjų apžiūrų metu nustatyti šie tilto elementų defektai ir pažaidos:*

***pakloto elementų***

*a) einamosios dalies dangos, hidroizoliacijos, turėklų defektai; b) kiti defektai ir pažaidos;*

***perdangų, atramų ir atraminių guolių, kūgių ir laiptų***

*a) hidroizoliacijos būklė (pratakos ir t. t.); b) lokalūs plyšiai; c) apsauginio sluoksnio defektai, nuoskėlos; d) betono paviršių defektai (drėgmės pažeisti paviršiai ir t. t.); e) betono ir armatūros korozija; f) elementų mechaninės pažaidos; g) kūgių ir laiptų paviršių nusidėvėjimas; h) lietaus nuvedimo funkcionalumas; i) kiti defektai ir pažaidos.*

*Atlikus tilto laikančiųjų konstrukcijų detaliąją techninės būklės apžiūrą, įvertinta tilto perdangos laikomoji galia LST EN 1991-2 [10.10] normose reglamentuojamų apkrovų modelių poveikiui. Žemiau pateikiama trumpa informacija apie skaičiavimuose taikytas apkrovas.*

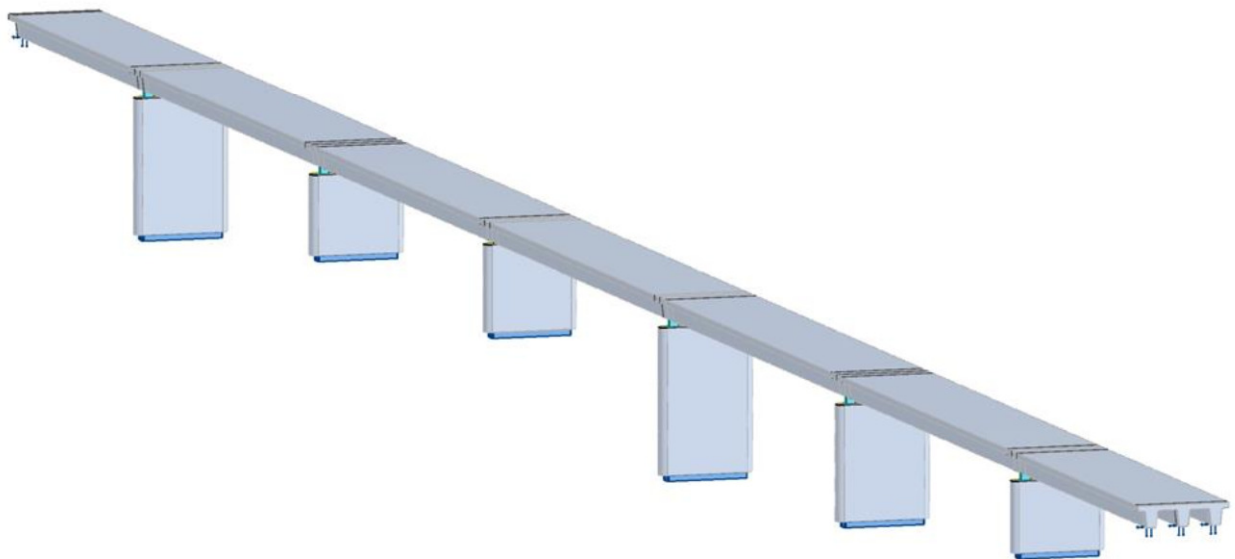
***Nuolatinė apkrova***

*Perdangos ir tarpinių atramų nuosavojo svorio, kelio pakloto ir jo elementų apkrova priimta pagal detaliosios apžiūros duomenis bei skaitmeninį modelį. Skaičiavimuose priimtas nuolatinės apkrovos patikimumo koeficientas  $\gamma_f=1,35$ .*

***Kintamoji apkrova***

*Skaičiavimuose, taikant LST-EN 1991-2 apkrovų modelius, įvertinta pagrindinė vertikali pėsčiųjų apkrova, kurios intensyvumo charakteristinė reikšmė  $q_{fk}=5$  kPa. Apkrovos patikimumo koeficientas  $\gamma_f=1,35$ .*

*Laikančiųjų konstrukcijų (perdangos ir polių) įrąžos, veikiant nuolatinei bei skirtingoms kintamosios apkrovos kombinacijoms apskaičiuotos sudarius tilto baigtinių elementų modelį (12 pav.).*



**12 pav.** Tilto baigtinių elementų modelis

Laikomosios galios (saugos ribinio būvio) tikrinimas atliktas apskaičiuojant plokščių skirtingų skerspjūvių išnaudojimo koeficientus  $M_{Ed}/M_{Rd}$  bei  $V_{Ed}/V_{Rd}$ , kur  $M_{Ed}$  ir  $V_{Ed}$  – suminių nuolatinių ir kintamųjų poveikių sukelti, atitinkamai, lenkimo momentai ir skersinės jėgos;  $M_{Rd}$  ir  $V_{Rd}$  – nagrinėjamos skerspjūvio, atitinkamai, atlaikomasis momentas ir atlaikoma skersinė jėga. Laikomosios galios skaičiavimai atlikti įvertinus tilto eksploatacijos metu atsiradusias pažaidas.

Tilto perdangos plokščių laikomosios galios patikra atlikta pagal reglamente STR 2.05.05:2005 [10.7]. Lenkiamųjų tėjinio skerspjūvio elementų, gniuždomojoje zonoje turintys lentyną, kai  $\xi_{eff} = \frac{x_{eff}}{d} \leq \xi_{lim}$ , atlaikomasis lenkimo momentas  $M_{Rd}$  apskaičiuotas pagal STR 2.05.05:2005 [10.7] atsižvelgiant į neutraliosios ašies padėtį. Jeigu neutralioji ašis yra lentynoje, t. y. galioja nelygė

$$f_{yd}A_{s1} \leq f_{cd}b_{eff}h_f + f_{scd}A_{s2} \quad (1)$$

Tuomet elementą apskaičiuojame kaip  $b_{eff}$  pločio stačiakampio skerspjūvio elementai:

$$M_{Ed} \leq f_{cd} \cdot b_{eff} \cdot x_{eff} (d - 0,5x_{eff}) + f_{scd} \cdot A_{s2} (d - a_2), \quad (2)$$

Gniuždomosios zonos aukštis  $x_{eff}$  apskaičiuojamas taip:

$$f_{yd}A_{s1} - f_{scd}A_{s2} = f_{cd} \cdot b \cdot x_{eff}. \quad (3)$$

Jeigu neutralioji ašis yra sienelėje, t. y. negalioja (1) nelygė, elementas apskaičiuojamas nagrinėjant sąlygą:

$$M_{Ed} \leq f_{cd} \cdot b_w \cdot x_{eff} (d - 0,5x_{eff}) + f_{cd}(b_{eff} - b_w)h_f(d - 0,5h_f) + f_{scd}A_{s2}(d - a_2). \quad (4)$$

Gniuždomosios zonos aukštis apskaičiuojamas nagrinėjant lygtį

$$f_{yd} \cdot A_{s1} - f_{scd}A_{s2} = f_{cd} \cdot b_w \cdot x_{eff} + f_{cd}(b_{eff} - b_w)h_f. \quad (5)$$

Aukščiau pateiktose išraiškose gniuždomojo betono skaičiuotinis stipris apskaičiuojamas taip:

$$f_{cd} = \alpha \cdot \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c, \quad (6)$$

kur koeficientai  $\alpha = 0,9$  ir  $\alpha_{cc} = 1$ ,  $f_{ck}$  – charakteristinis betono gniuždomasis stipris;  $\gamma_c$  – medžiagos patikimumo koeficientas gelžbetoninėms konstrukcijoms priimamas – 1,5.

Elementų su skersine armatūra skaičiuotinis atsparumas skersinėms jėgoms skersinės armatūros, kertančios įstrižąjį pjūvį, atžvilgiu apskaičiuojamas pagal formulę:

$$V_{Rd,sy} = V_{Rd,c} + V_{Rd,sw} \quad (7)$$

Skersinė jėga  $V_{Rd,c}$ , kurią atlaiko betonas, apskaičiuojamas pagal formulę

$$V_{Rd,c} = \frac{\varphi_{c2}(1 + \varphi_n)f_{ctd}bd^2}{c} \geq \varphi_{c3}(1 + \varphi_n)f_{ctd}bd \quad (8)$$



Skersinės jėgos  $V_{Rd,sw}$  ir  $V_{Rd,s,inc}$  nustatomos pagal jėgą, veikiančią sankabose, kertančiose įstrižąjį pjūvį, kurio projekcija į elemento išilginę ašį yra  $c_0$ . Projektijos  $c_0$  į elemento išilginę ašį ilgis nustatomas iš  $V_{Rd,sw}$  išraiškos pagal (7) formulę minimumo, (8) formulėje vietoje  $c$  įrašius  $c_0$ . Gautoji  $c_0$  reikšmė imama ne didesnė kaip  $2d$  ir ne didesnė kaip  $c$ , taip pat ne mažesnė kaip  $d$ , jeigu  $c > d$ , kur  $d$  – naudingasis skerspjūvio aukštis perdangos plokštės atraminiam pjūvyje.

Tilto dinaminių parametų identifikavimui atlikti tilto eksperimentiniai ir dinaminiai tyrimai. Dinaminio natūrinio bandymo metu nustatyti svarbiausi savųjų ir priverstinių svyravimų parametrai: svyravimų dažniai ir modos, pagreičiai, slopimo koeficientas. Savųjų virpesių parametų nustatymui atlikta eksperimentinė modalinė analizė, matuojant perdangos svyravimus vertikalia ir horizontalia skersine kryptimis. Tilto perdangos virpesiai sužadinami krintančio krūvio bei imituojant atsitiktinius žmonių minios poveikius skirtingose tilto perdangos vietose (13 pav.), o bandymų metu identifikuotos eksperimentinės svyravimų formos ir dažniai. Modos nustatytos taikant specializuotą kompiuterinę programą ir bendrą matavimų duomenų imtį. Dinaminio bandymo metu tilto perdangoje matuoti horizontalių ir vertikalinių poslinkiai bei svyravimų pagreičiai. Matavimams panaudota Brüel & Kjær LAN XI dinaminių tyrimų sistema (14 pav.). Pagreičiams ir dinaminiam poslinkiams vertikalia ir horizontalia kryptimis matuoti naudoti jautrūs pjekokeraminiai žemo dažnio seisminiai keitikliai. Matavimo metų gauti signalai apdoroti, taikant Brüel & Kjær programinę įrangą. Prietaisų išdėstymo schemas dinaminio bandymo metu pateiktos 15 pav. Dinaminiai bandymai atlikti keliais etapais. Kadangi tilto perdanga nekarpyta, skirtinguose tarpatramiuose vienu metu sužadinamos skirtingų formų svyravimai, kurie gali turėti ir skirtingas svyravimų fazes. Pirmajame etape atlikta detali tarpatramio 3 perdangos eksperimentinė modalinė analizė. Šiuose tyrimuose kiekviename tarpatramyje panaudota po 10 matavimo daviklių (15 pav. 18 psl.). Pastarasis tarpatramis priimtas remiantis preliminaria teorine analize, kuri atskleidė, kad jame pasireiškia labiausiai išreikštos svyravimų formos. Šių tyrimų metu davikliai išdėstyti perdangos apatinėje dalyje. Antrajame etape dinaminiai davikliai išdėstyti tarpatramio 3 perdangos viršutinėje dalyje (15 pav. 19 psl. viršuje). Atlikus preliminarinius dinaminius matavimus, gauti identiškai rezultatai. Gautos tendencijos leidžia teigti, kad išdėstant matavimo daviklius viršutinėje perdangos dalyje, gaunami patikimi tyrimų rezultatai. Trečiajame etape davikliai išdėstyti visame tilto ilgyje kiekviename tarpatramyje, siekiant nustatyti viso tilto, kaip nekarpytos konstrukcinės sistemos, virpesių formas ir dažnius. Kiekviename tarpatramyje taikyta charakteringa daviklių išdėstymo schema pateikta (15 pav. 19 psl. apačioje). Siekiant identifikuoti vertikalias, sukamąsias ir horizontalias svyravimų formas skirtinguose perdangos pjūviuose stengtasi sužadinti atitinkamos formos savuosius virpesius. Priverstinių svyravimų, žadinant skirtingo intensyvumo ir dažnio pėsčiųjų apkrova (13 pav.), matavimo metu davikliai išdėstymas atitinka pateiktą 15 pav. 19 psl. apačioje.





*13 pav. Tilto perdangos žadinimas skirtingo pobūdžio ir intensyvumo išoriniais poveikiais*

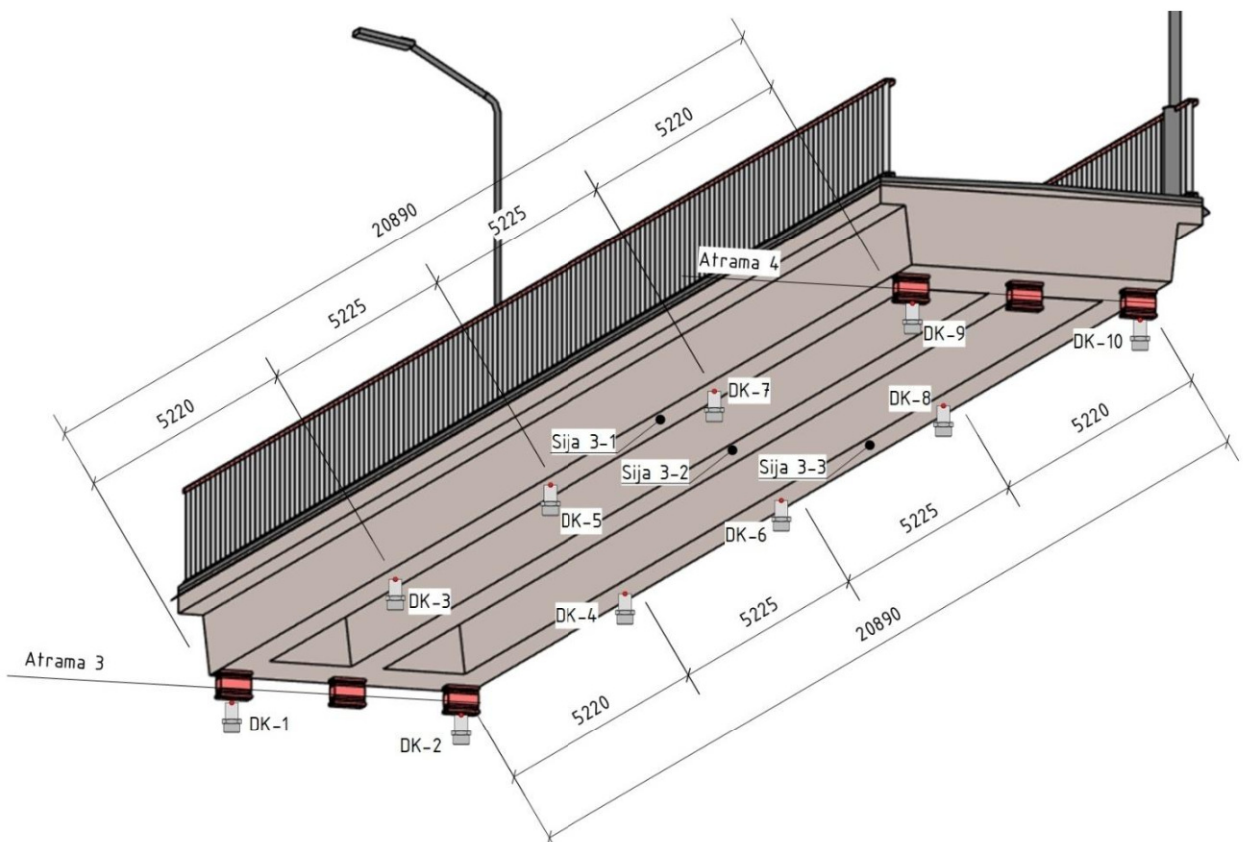


*14 pav. Brüel & Kjær dinamiųjų svyravimų matavimo sistema (kairėje) ir pjzokeraminiai žemo dažnio seisminiai keitikliai (dešinėje)*

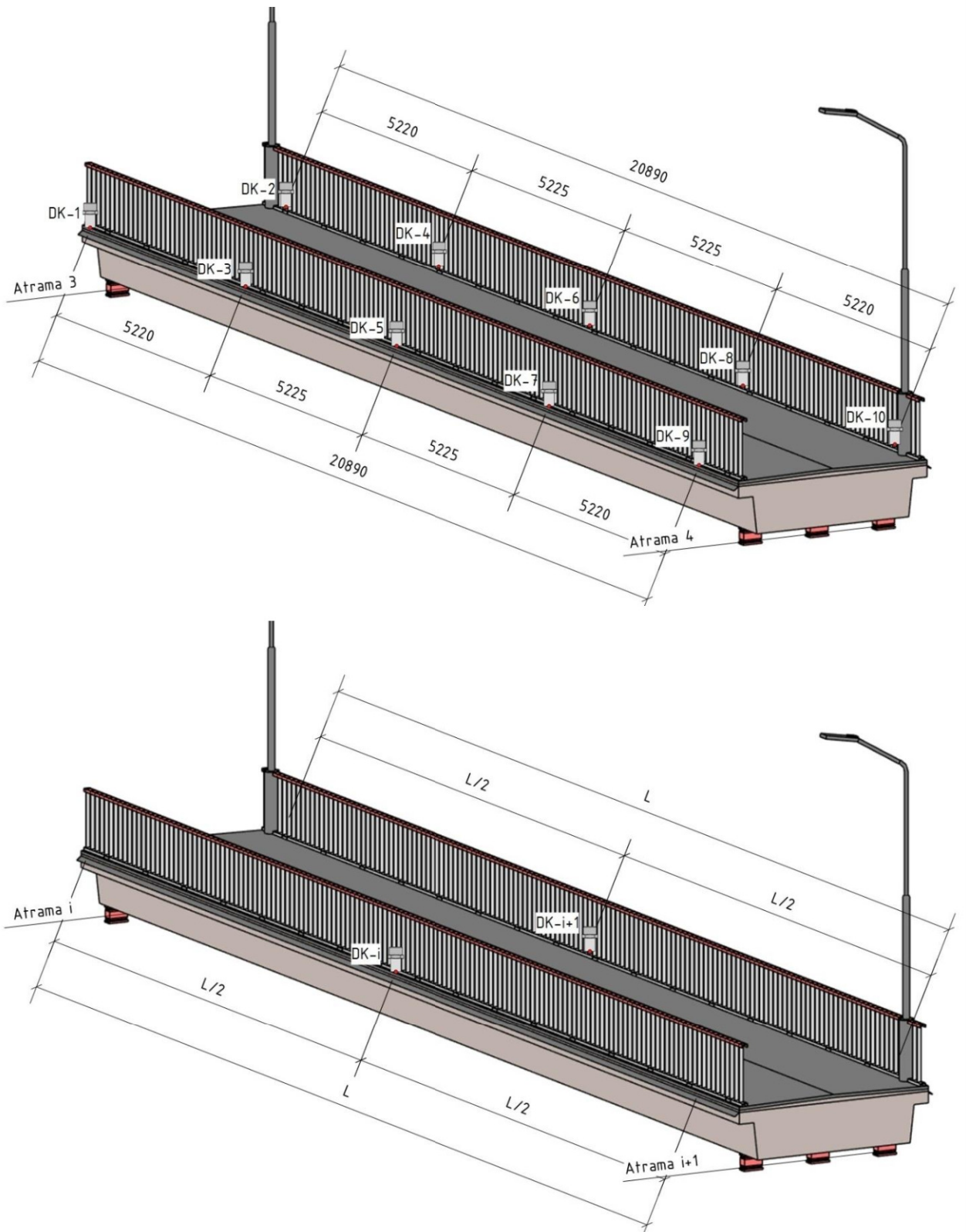




14 pav. tęsinys. Brüel & Kjer pjezokeraminiai žemo dažnio seisminiai keitikliai



15 pav. Dinaminių keitiklių išdėstymo schema tilto tarpatramio 3 perdangos savųjų svyravimų formų identifikavimui



**15 pav. tęsinys.** Dinaminių keitiklių išdėstymo schema tilto tarpatramio 3 perdangos savųjų svyravimų formų identifikavimui (viršuje) ir charakteringa dinaminių keitiklių išdėstymo schema atliekant viso tilto bendrą savųjų svyravimų eksperimentinę modalinę analizę bei tilto atsaką veikiant skirtingo pobūdžio ir intensyvumo žmonių priverstiniais poveikiams (apačioje)

Skirtinguose etapuose gauti rezultatai apjungti į bendrą imtį, kuri panaudota nustatant pagrindinius dinامينius rodiklius: svyravimų formas ir dažnius, svyravimų pagreitį ir slopimo koeficientą. Bandyto metu taip pat stebėta perdangos laikysena. Detalūs dinaminų bandymų rezultatai ir jų sugretinimas su teoriniais skaičiavimais pateiktas, atitinkamai, 11.43– 11.52 šio akto punktuose.

Atlikus eksperimentinius tyrimus papildomai atlikta tilto teorinė dinaminė analizė baigtinių elementų metodo. Tilto skaitinis modelis (12 pav.) papildomai sukalibruotas pagal eksperimentinėje analizėje gautus rezultatus. Teorinės savųjų svyravimų modos ir dažniai nustatytos taikant baigtinių elementų metodą bei įvertinus tyrimų metu nustatytą laikančiųjų konstrukcijų bei elementų (pakloto ir kt.) nuosavojo svorio apkrovą. Tilto pėsčiųjų komforto kriterijai veikiant priverstiniais poveikiams įvertinti, taikant LST EN 1990:2023 [10.17] H priede reglamentuojamą tiriamojo statinio komforto lygį. Priverstinių svyravimų analizėje panaudoti žemiau aprašyti 4 vertinimo modeliai. LST EN 1991-2:2006 NA.5.7 poskyryje siūlomas vertikalių svyravimų pagreičio modelis, skirtas vienaangiams ir paprastos konstrukcijos nekarpytiesiems tiltams:

$$a = 4\pi^2 n_0^2 \gamma K \Psi, \quad (9)$$

kur  $n_0$  – mažiausias tilto savasis vertikalių svyravimų dažnis;  $\gamma$  – tilto statinis įlinkis tilto angos viduryje nuo 0,7 kN pėsčiojo svorio jėgos;  $K$  – daugiklis, priklausantis nuo tilto angų konfigūracijos;  $\Psi$  – dinamikos daugiklis, priklausantis nuo santykinio slopinimo.

LST EN 1991-2:2023 [10.17] G.4 skyriuje siūlomas pėsčiųjų minios poveikį reprezentuojantis apkrovos modelis:

$$p_w(t) = P_w \times \cos(2 \times \pi \times f_s \times t) \times n' \times \psi_w, \quad (10)$$

kur  $p_w(t)$  – tolygiai paskirstyta apkrova;  $f_s$  – tilto savųjų svyravimų dažnis;  $P_w$  – vieno pėsčiojo sukeltos apkrovos dinaminė dedamoji;  $n'$  – ekvivalentinis sinchroniškai žingsniuojančių pėsčiųjų skaičius ant tilto paviršiaus  $S$ ;  $\psi_w$  – apkrovos mažinimo koeficientas, priklausantis nuo savųjų svyravimų dažnio. Pėsčiųjų minios sukulto poveikio reikšmė yra tiesiogiai susijusi su pėsčiųjų eismo intensyvumu. Nagrinėjamu atveju priimta nepalankiausia TC5 eismo klasė, atitinkanti 1,5 žm./m<sup>2</sup> eismo intensyvumą.

LST EN 1991-2:2023 [10.17] G.5 skyriuje siūlomas pėsčiųjų grupės poveikį reprezentuojantis apkrovos modelis:

$$P_w(t, v_w) = P_w \times \cos(2 \times \pi \times f_s \times t) \times n'_w \times \psi_w, \quad (11)$$

kur  $v_w$  – pėsčiųjų grupės žingsniavimo greitis, lygus 1,7 m/s;  $P_w$  – vieno pėsčiojo sukeltos apkrovos dinaminė dedamoji;  $n'_w$  – ekvivalentinis sinchroniškai žingsniuojančių pėsčiųjų



skaičius;  $\psi_w$  – apkrovos mažinimo koeficientas, priklausantis nuo savųjų svyravimų dažnio. Pėsčiųjų grupės sukkelto poveikio reikšmė yra tiesiogiai susijusi su pėsčiųjų grupės dydžiu. Kaip ir aukščiau nagrinėjamu atveju, priimta nepalankiausia TC5 eismo klasė, atitinkanti 16 žmonių grupės dydį.

LST EN 1991-2:2023 [10.17] G.6 skyriuje siūlomas bėgikų grupės poveikį reprezentuojantis apkrovos modelis:

$$P_j(t, v_j) = P_j \times \cos(2 \times \pi \times f_s \times t) \times n'_j \times \psi_j, \quad (11)$$

kur  $v_j$  – bėgikų grupės greitis, lygus 3,0 m/s;  $P_j$  – vieno bėgiko sukeliama apkrovos dinaminė dedamoji;  $n'_j$  – ekvivalentinis sinchroniškai bėgančių bėgikų skaičius;  $\psi_j$  – apkrovos mažinimo koeficientas, priklausantis nuo savųjų svyravimų dažnio. Bėgikų grupės sukkelto poveikio reikšmė yra tiesiogiai susijusi su bėgikų grupės dydžiu. Priimta nepalankiausia TC5 eismo klasė, atitinkanti 4 bėgikų grupės dydį.

Skaitinėje teorinėje analizėje įvertinus aukščiau paminėtų modelių poveikius, teoriškai nustatytos maksimalios svyravimų pagreičių reikšmės. Pagal gautas reikšmes pasinaudojant LST EN 1990:2023 [10.17] H priede pateiktais nurodymais įvertintas tilto komforto lygmuo, kuris atitinka žemiau pateiktas vertikalinių ir horizontalių svyravimų pagreičių reikšmes (atitinkamai,  $a_{lim,v}$  ir  $a_{lim,h}$ ).

CL3 komforto klasė: Maksimalus komforto lygmuo –  $a_{lim,v} \leq 0,5$ ,  $a_{lim,h} \leq 0,1$ ,

CL2 komforto klasė: Vidutinis komforto lygmuo –  $a_{lim,v} \leq 1,0$ ,  $a_{lim,h} \leq 0,3$ ,

CL1 komforto klasė: Minimalus komforto lygmuo –  $a_{lim,v} \leq 2,5$ ,  $a_{lim,h} \leq 0,8$ ,

CL0 komforto klasė: Riba nenustatyta

Tilto detaliosios apžiūros, eksperimentinių ir teorinių tyrimų rezultatai pateikti 11 punkte, privalomos ir neprivalomos pastabos, atitinkamai 12 ir 13 punktuose, o statinio techninės būklės įvertinimas 14 punkte.

## 10. Vertinimo kriterijai ir nuorodiniai dokumentai

10.1. LR Statybos įstatymas.

10.2. STR 1.03.01:2016. Statybiniai tyrimai. Statinio avarija. 2016.

10.3. STR 1.04.04:2017. Statinio projektavimas, projekto ekspertizė. 2017.

10.4. TR 2.01:2019. Automobilių kelių ir geležinkelio tiltų ir tunelių projektavimas. 2019.

10.5. STR 2.05.03:2003. Statybinių konstrukcijų projektavimo pagrindai. 2003.

10.6. STR 2.01.01(1):2005. Esminis statinio reikalavimas Mechaninis atsparumas ir pastovumas. 2005.

10.7. STR 2.05.05:2005. Betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas. 2005.



- 10.8. LST EN 1990:2004/A1/NA:2010. Eurokodas. Konstrukcijų projektavimo pagrindai. 2010.
- 10.9. LST EN 1991-1-1:2004/NA:2011. Eurokodas 1. Poveikiai konstrukcijoms. 1-1 dalis. Bendrieji poveikiai. Tankiai, savasis svoris, pastatų naudojimo apkrovos. 2011.
- 10.10. LST EN 1991-2:2004/NA:2012. Eurokodas 1. Poveikiai konstrukcijoms. 2 dalis. Tiltų eismo apkrovos. 2012.
- 10.11. LST EN 1992-1-1:2005/NA:2011/P:2019. Gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas. 1–1 dalis. Bendrosios ir pastatų taisyklės. 2019.
- 10.12. LST EN 1992-2:2006/NA:2011. Gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas. 2 dalis. Gelžbetoniniai tiltai. Projektavimo ir konstravimo taisyklės. 2011.
- 10.13. СНиП 2.05.03-84. Мосты и трубы. 1988.
- 10.14. СНиП II-Д.7-62. Мосты и трубы. Нормы проектирования. 1963.
- 10.15. СН 200-62. Технические условия проектирования железнодорожных, автодорожных и городских мостов и труб. 1962.
- 10.16. СН 365-67. Указания по проектированию железобетонных и бетонных конструкций железнодорожных, автодорожных и городских мостов и труб. 1967.
- 10.17. LST EN 1990:2023. Eurokodas. Konstrukcijų ir geotechninio projektavimo pagrindai. 2023.
- 10.18. UAB "Geopagrindas". Nekilnojamojo daikto kadastrinių matavimų byla. Pėsčiųjų tiltas per Šventosios upę, Ukmergės r. sav., Ukmergės m. Inžinerinio statinio registro Nr. 44/3434134.
- 10.19. LST EN 13791:2019. Konstrukcijų ir surenkamųjų betoninių komponentų gniuždomojo stiprio vertinimas darbų vietoje. 2019.
- 10.21. LST EN 12504-1:2019/AC:2021. Betono bandymas konstrukcijose. 1 dalis. Kernai. Paėmimas, apžiūrėjimas ir bandymas gniuždant. 2021.
- 10.22. LST EN 12390-3:2019. Sukietėjusio betono bandymai. 3 dalis. Bandinių gniuždymo stipris. 2019.

## **11. Tilto techninės apžiūros, eksperimentinių ir teorinių tyrimų rezultatai**

Šiame akto skyriuje apibendrinti tiriamo tilto detalios apžiūros, perdangos pagrindinių sijų laikomosios galios bei tilto dinaminių parametų atitikimo komforto kriterijams vertinimo rezultatai. Pateikiamos išvados dėl užfiksuotų defektų galimo poveikio statinio konstrukcijų saugai ir ilgaamžiškumui. Techninės apžiūros rezultatai pateikiami atskirai kiekvienai statinio konstrukcijai ir elementams: paklotui, perdangos sijoms, atramoms, atraminiams guoliams, kitiems tilto elementams. Charakteringų defektų fotofiksacija pateikta pridėtose nuotraukose.



### ***Pakloto elementai***

*11.1. Nors paklotas nėra konstrukcinis elementas ir nekelia pavojaus konstrukcijų saugos požiūriu, tačiau jis svarbus elementas saugios eksploatacijos ir ilgaamžiškumo prasme. Tiltu nuolat vaikšto pėstieji ir važinėja dviratininkai, todėl pakloto elementų būklė turi būti nuolat stebima ir kontroliuojama.*

*11.2. Važiuojamosios dalies paklotas tyrimų metu buvo blogos būklės. Paklotą galima laikyti kritiniu elementu lėmusiu viso tilto esminius būklės, o kartu ir ilgaamžiškumo bei saugos pokyčius. Einamosios dalies asfaltbetoninė danga nelygi ir duobėta, supleišėjusi, pakloto zonos ties turėklais apaugusios žolėmis. Charakteringi einamosios dalies defektai pateikti 16 pav. Tiltu paklotas yra nusidėvėjęs bei tilto kapitalinio remonto metu turi būti pakeistas.*

*11.3. Pakloto hidroizoliacijos būklė nėra gera. Tai atspindi žemiau esančių gelžbetoninių sijų būklė, ypač kraštinių sijų. Tyrimų metu perdangos kraštinių sijų išorinėse zonose nustatytos vandens pratakos bei jų sukelta gelžbetoninių konstrukcijų betono ir plieno korozija (17 pav.). Bloga hidroizoliacijos būklė yra kertinis defektas ženkliai mažinantis nuolat drėkinamų gelžbetoninių elementų ilgaamžiškumą. Tiltas eksploatuojamas jau 42 metus. Tuo tarpu, kai kurių šaltinių duomenimis, hidroizoliacinio sluoksnio skaičiuotinė gyvavimo trukmė yra apie 15 metų. Tikėtina, kad per minėtą eksploatacijos laiką tilto pakloto hidroizoliacinis sluoksnis keistas nebuvo. Ateityje keičiant tilto paklotą būtina pakeisti ir tilto hidroizoliacinius sluoksnius.*



**16 pav.** Nelygi, duobėta, supleišėjusi ir žolėmis apaugsi tilto pakloto danga

11.4. Perdangų ir kraštinių atramų sandūros zonoje pakloto lygmenyje turėjo būti įrengti užpildyti deformaciniai pjūviai. Tyrimų metu jų nustatyti nepavyko. Atraminėse zonose matomi plieninių elementų likučiai dalinai perdengti asfaltbetonio sluoksniu (18 pav.). Pjūvių įrengimas tiltuose reglamentuojamas TR 2.01:2019 [10.4] reglamento 92 p. Šie elementai turi užtikrinti laisvas nevaržomas pakloto elementų deformacijas, šioje zonoje žemiau esančių konstrukcijų apsaugą nuo atmosferos poveikių bei kitus aspektus reglamentuojamus TR 2.01:2019 94 p. [10.4] ir užtikrinančius tilto konstrukcijų bei elementų ilgaamžiškumą ir tinkamas eksploatacines savybes. Per deformacinius pjūvius žemiau esantys tilto atramų bei perdangų elementai kol kas nėra drėkinami, tačiau juos būtina pakeisti naujais.



17 pav. Dėl blogos hidroizoliacijos perdangos kraštinių sijų išoriniuose paviršiuose matomos vandens pratakos bei jų sukelta betono ir armatūros korozija



18 pav. Susidėvėję ir nefunkcionuojantys pakloto deformaciniai pjūviai

11.5. Plieninių turėklų būklė apžiūros metu buvo patenkinama. Turėklai nudažyti, tačiau jų paviršiai dėl nuolatinio drėkinimo ir nepakankamos priežiūros yra apsamoję. Pradėję koroduoti turėklų tvirtinimo elementai bei ties perdangos kraštais ir turėklų tvirtinimo zonose įrengta plieninė skarda. Vietomis skarda nukritusi, pažeistas jos tvirtinimas. Pastarųjų defektų bendri vaizdai pateikti 19 pav.

11.6. Turėklų aukštis 1,00 m netenkina TR 2.01:2019 [10.4] 96 p. reikalavimų, pagal kuriuos turėklų aukštis turi būti ne mažesnis kaip 1,1 m, o jeigu tiltu organizuojamas dviračių eismas – ne



mažesnis kaip 1,2 m. Kita vertus, pagal LST EN 1991-2 standartą [10.10] turėklai turi atlaikyti šiame dokumente reglamentuojamus mechaninius poveikius. Ateityje rengiant tilto remonto/rekonstrukcijos projektinius sprendinius į šiame akto punkte nurodytus reikalavimus būtina atsižvelgti. Kadangi pagal šio akto 11.2 p. ir 11.3 p. reikalavimus rekomenduojama pakeisti tilto paklotą, siūloma turėklus pakeisti naujais.

11.7. Tiltė neįrengta vandens nuvedimo sistema ir lietaus vanduo tekėdamas nuo tilto perdangos drėkina žemiau esančius perdangos ir atramų gelžbetoninių elementų paviršius (17 pav.). Vandens nuvedimo nuo tilto reikalavimai numatyti TR 2.01:2019 [10.4] reglamento IX skyriuje. Be to, vandens nuvedimo sistema turi būti įrengta papildomai atsižvelgiant į STR 2.01.01(3):1999 „Esminiai statinio reikalavimai. Higiena, sveikata, aplinkos apsauga“ nustatytus aplinkosauginius reikalavimus statiniams. Vanduo nuo perdangos kartu su papildomomis aplinkai kenksmingomis medžiagomis (pvz., chloridais ir pan.) patenka tiesiogiai į aplinką po tiltu, tam tarpe į Šventosios upę, kuri šiame ruože priskiriama Natura 2000 saugomai teritorijai. Kapitaliai remontuojant tiltą būtina įrengti šiuolaikinius reikalavimus atitinkančią lietaus nuvedimo sistemą.

11.8. Dėl nusėdusio pagrindo deformuota asfaltbetoninė danga prietiltyje ties ramtu 1 (20 pav.). Pagal panašių tiltų projektus šioje zonoje po paklotu turėtų būti įrengta pereinamoji plokštė. Keičiant tilto paklotą jos bei pagrindo po ja būklę būtina papildomai įvertinti bei atstatyti.



**19 pav.** Turėklų defektai: apsamoję paviršiai (viršuje), sukorodavę turėklų tvirtinimo elementai ir pakloto plokščių kraštus apsauganti plieninė skarda (apačioje kairėje), pažeistas skardos elementas (apačioje dešinėje)



**20 pav.** Deformuota tako danga prietiltyje ties ramtu 1

### **Gelžbetoninė perdanga**

11.9. Gelžbetoninės perdangos elementų: pagrindinių sijų ir plokščių, – būklė yra bloga. Šių elementų fizinį nusidėvėjimą lemia tilto techniniai ypatumai. Dėl nusidėvėjusios hidroizoliacijos, neįrengtos vandens nuvedimo sistemos ir ciklinių temperatūrinių bei drėgminių poveikių šiuose elementuose eksploatacijos metu atsiradę defektai ir pažaidos, kurie turi reikšmingos įtakos jų ilgaamžiškumo ir saugos sumažėjimui. Labiausiai pažeisti visų tarpatramių kraštinių sijų Sn-1 ir Sn-3 (kur n – tarpatramio numeris) išoriniai paviršiai, atitinkamai, aukštupio ir žemupio pusėse, o taip pat ir sijų apatiniai paviršiai. Ženklaus pažeidimai taip pat nustatyti ir šiose zonose esančiuose paklotą laikančių plokščių gembų paviršiuose. Daugiau defektų ir pažaidų atsiradę tilto žemupio pusės sijose (Sn-3). Tam įtakos gali turėti ir Lietuvoje vyraujantys pietinių ir vakarinių kryptų vėjai, dėl kurių šie paviršiai yra labiau drėkinami lyginant su aukštupio puse. Charakteringi defektai ir pažaidos sutinkami visų tarpatramių sijose. Vidurinėse sijose, kurios geriau apsaugotos nuo atmosferos poveikių nei kraštinės, esminių defektų ir pažaidų nėra.

11.10. Perdangos sijų defektų ir pažaidų paplitimas kraštinėse sijose apibendrintas 1 lentelėje. Kaip jau minėta šio akto 11.9 p., vidurinėse sijose esminių defektų ir pažaidų nėra, todėl jos į šią lentelę neįtrauktos. Dėl nuolatinio drėkinimo bei ciklinio temperatūros ir drėgmės poveikio pratekėjimų vietose prasidėjusi betono paviršių korozija, lokaliuose zonose ant betono paviršių nusėdę cementinio akmens elementai (stalaktitai), visose sijose pažeisti armatūros apsauginiai sluoksniai, kai kuriose zonose apsauginis sluoksnis per mažas, lokaliuose zonose yra prasidėjusi išilginės ir skersinės armatūros korozija, pasitaiko eksploatacijos metu atsiradusių nuoskėlių. Visose kraštinėse gausu išilginių plyšių, kurių pagrindinė priežastis armatūros ir betono apsauginio sluoksnio korozija. Sijose nustatyti ir normaliniai plyšiai, tačiau jų plotis neviršija STR 2.05.05:2005 [10.7] nustatytų reikalavimų. Maksimalus plyšio plotis iki 0,15 mm. Visi šiame

punkte išvardinti defektai turi esminės įtakos perdangos sijų ilgaamžiškumo, o kartu ir laikomosios galios sumažėjimui. Charakteringi perdangos sijų defektai pateikti 21 pav.

11.11. Iš visų sijų išsiskiria tarpatramio 5 žemupio pusės sija S5-3. Šioje sijoje atsiradę defektai ir pažaidos yra ypač akivaizdūs ir pažengę. Keletas šios sijos būdingų defektų pateikta 22 pav.

**1 lentelė.** Perdangos sijų defektų ir pažaidų suvestinė.

Tarpatramis	Sijų žymėjimas	Vandens pratekėjimai, stalaktitai, betono paviršių korozija	Išilginiai plyšiai ir išilginės armatūros korozija	Skersinės armatūros korozija	Per mažas ir atšokęs apsauginis sluoksnis, lokalias nuoskėlos
1	S1-1	+	+	+	
	S1-3	+	+	+	+
2	S2-1	+	+		+
	S2-2		+		+
	S2-3	+	+		+
3	S3-1	+	+		+
	S3-3	+	+		+
4	S4-1	+	+		+
	S4-3				+
5	S5-1	+			
	S5-3	+	+	+	+
6	S6-1		+		+
	S6-3		+		+
7	S7-1				+
	S7-3	+	+		+

11.12. Atsižvelgiant į 1 lentelėje bei šio akto 11.10 p. pateiktus duomenis perdangos sijos pagal techninės būklės pokyčius ir įverčius sąlyginai suskirstytos į 3 grupes. Perdangos sijų būklės įverčiai apibendrinti 23 pav. Kaip jau minėta, labiausiai pažeista ir nusidėvėjusi yra S5-3 sija. Jos būklė labai bloga, jose yra pažengusių defektų ir pažaidų ženkliai mažinančių ilgaamžiškumą ir laikomąją galią. Šias sijų būtina kapitaliai remontuoti, nuvalant pažeistą armatūrą, atstatant pažeistus betono sluoksnius ir pagal pažaidų ir defektų dydį spręsti dėl stiprinimo poreikio. Likusių kraštinių sijų būklė patenkinama. Kapitaliai remontuojant šias sijas būtina nuvalyti betono paviršius bei atstatyti betono apsauginį sluoksnį, užtikrinti armatūros korozijos tolimesnio vystimosi prevenciją. Vidurinių sijų techninė būklė gera. Kapitaliai remontuojant šias sija būtina nuvalyti betono paviršius bei atstatyti betono apsauginį sluoksnį.





*21 pav. Gelžbetoninių perdangos sijų defektai: drėkinami sijų paviršiai, betono ir armatūros korozija, armatūros korozijos sukelti išilginiai plyšiai, apsauginio sluoksnio defektai ir nuoskėlos lokaliuose zonose, prasidėjusi išilginės ir skersinės armatūros korozija*



**22 pav.** Eksploatacijos metu labiausiai nusidėvėjusios tarpatramio 5 sijos S5-3 defektai



- - žymūs lokalūs korozijos židiniai; sijos būtina kapitaliai remontuoti, nuvalant pažeistą armatūrą ir pagal pažeidos dydį spresti dėl stiprinimo poreikio.
- - lokali armatūros korozija; nuvalyti betono paviršius, atstatyti apsauginį sluoksnį; nuvalyti koroduojančią armatūrą ir apsaugoti nuo tolimesnės korozijos.
- - nežymios lokalias pažeidos; nuvalyti korozijos pažeistus sluoksnius ir atstatyti apsauginį sluoksnį.

**23 pav.** Gelžbetoninių perdangos sijų techninės būklės įverčiai

11.13. Ženklūs defektai ir pažeidos nustatytos paklotą laikančių plokščių gembinėse dalyse ties kraštinėmis sijomis. Šiose zonose pažeistas betono apsauginis sluoksnis, dėl išplautų cementinio akmens elementų betono paviršiuose susiformavę stalaktitai, prasidėjusi apatinėje plokštės dalyje ir ties gembių kraštais esančios armatūros korozija. Šioje zonoje viršutinėje dalyje esančios pagrindinės išilginės plokštės armatūros būklė ties sandūra su pagrindine sija yra gera. Ji nustatyta lokaliuose zonose atidengus kelio paklotą. Pakloto plokščių gembinės dalies charakteringi defektai pateikti 24 pav. Rengiant kapitalinio remonto projektą šias plokščių gembines dalis rekomenduojama pakeisti naujomis arba kapitaliai suremontuoti atstatant korozijos pažeistus armatūros skerspjūvio parametrus.



**24 pav.** Gelžbetoninių paklotą laikančių plokščių gembinių dalių defektai



11.14. Ruožuose tarp pagrindinių sijų pakloto plokščių būklė gera. Tačiau lokaliuose zonose taip pat pasitaiko defektų. Tarpatramyje 2 ruože tarp sijų S2-2 ir S2-3 atsokęs betono apsauginis sluoksnis, koroduoja plokštės armatūra. Tarpatramyje 3 tarp sijų S3-1 ir S3-2 dėl blogos hidroizoliacijos ant plokštės paviršiaus susiformavę stalaktitai. Tarpatramyje 5 tarp sijų S5-1 ir S5-2 bei S5-2 ir S5-3 plokštės paviršiuje yra lokalių mechaninių nuoskėlių. Likusiuose tarpatramiuose pakloto plokštės be žymesnių būklės pakitimų. Nusidėvėjęs visų plokščių apdailinis sluoksnis. Charakteringi plokščių defektai ruožuose tarp pagrindinių sijų pateikti 25 pav. Šiuos plokščių paviršius kapitalinio remonto metų būtina suremontuoti ir atnaujinti.



25 pav. Gelžbetoninių paklotą laikančių plokščių lokalūs defektai ir pažeidos ruožuose tarp pagrindinių sijų

### **Atraminiai guoliai**

11.15. Atraminiai guoliai tiek fiziškai, tiek ir morališkai pasenę ir tinkamai neatlieka savo funkcijų. Nepaslankūs atraminiai guoliai pažeisti korozijos, keičiančios jų eksploatacines savybes, jų zonose įdėtos medinės lentos, kurių paskirtis neaiški (8 pav.). Kitose atramose įrengti sektorinio tipo paslankūs atraminiai guoliai taip pat nėra tinkamos tiek fizinės, tiek ir funkcinės būklės. Visų paslankių guolių techninė būklė panaši. Atraminiai guoliai nesutepti, kontaktiniuose paviršiuose susikaupę nešvarumų, pažeistos jų apsauginės dangos, kai kurie guoliai netinkamai sureguliuoti, kai kuriuose guoliuose pažeistas arba suiręs užpildo betonas, vietomis betonas porėtas (26 pav.).



*Esamos būklės atraminių guolių eksploatacija nėra tikslinga. Tilto kapitalinio remonto metu reikia numatyti esamų atraminių guolių pakeitimą. Rekomenduojam atramų viršutiniuose paviršiuose suformuoti nuolydžius bei įrengti atramines aikšteles atraminių guolių įrengimui.*

### ***Kraštinės atramos (ramtai)***

*11.16. Abiejų kraštinių atramų būklė panaši ir yra gera. Ramtuose yra tokio tipo konstrukcijoms būdingų defektų. Ramtų rygelių viršutiniai betono paviršiai atraminių guolių atrėmimo plokštumose porėti, šiose zonose yra plyšių, matoma lokaliuose zonose pažeistas išilginės armatūros apsauginis sluoksnis, atsivėrusi ir pradėjusi koroduoti rygelių armatūra, ant atraminių aikštelių lokaliuose zonose sukaupę nešvarumai (27 pav.). Kraštinėje atramoje 8 žemupio pusėje atsiskyre ramto šoninio sparno ir prietilčio gelžbetoninis elementai (27 pav. apačioje dešinėje). Kitų ramtų elementų (šoninių sparnų, atkaltės) būklė be didesnių techninės būklės pakitimų. Kapitalinio remonto metu būtina atnaujinti ir suremontuoti gelžbetoninių ramtų išorinius paviršius panaikinant šiame punkte paminėtas pažeidas. Ramtų rygelių viršutiniai paviršiai turi būti prižiūrimi ir valomi tilto priežiūros metu.*



**26 pav.** *Paslankių atraminių guolių defektai: nesutepti ar nešvarumais apsinešę kontaktiniai paviršiai, netinkamai sureguliuoti guoliai, pažeisti guolių armuoto betono užpildai*



**27 pav.** Ramtų defektai: porėti rygelių viršutiniai paviršiai, apsauginio sluoksnio pažaidos, prasidėjusi armatūros korozija, supleišę paviršiai, nešvarumai ant rygelių, atsiskyrę gelžbetoniniai elementai atramos 8 žemupio pusėje (apačioje dešinėje)

#### **Tarpinės atramos (taurai)**

11.17. Taurų virš žemės ir vandens paviršių esančių elementų būklė visumoje gera. Tačiau visuose tauruose yra defektų ir pažaidų mažinančių jų ilgaamžiškumą ir ateityje galinčių turėti įtakos jų saugai ir patikimumui. Dėl neįrengtos lietaus nuvedimo sistemos taurų išoriniai paviršiai ties kraštinėmis sijomis tiek aukštupio, tiek ir žemupio pusėse yra nuolatos drėkinami, prasidėjusi betono paviršių korozija. Daugelyje atramų per mažas apsauginis sluoksnis, vietomis jis atšokęs, prasidėjusi išilginės ir skersinės armatūros korozija, kai kuriose atramose yra išilginių (vertikalių plyšių), pasitaiko nuoskėlų ir kitų lokalių mechaninių pažeidimų, daugelio atramų paviršiai apipaišyti graffiti. Taurų defektų ir pažaidų charakteringi vaizdai pateikti 28 pav., o jų paplitimas tauruose apibendrintas 2 lentelėje. Kapitalinio remonto metu taurų paviršius būtina suremontuoti ir atnaujinti.



*28 pav. Taurų defektai: drėkinami ir koroduojantys betono paviršiai, apsauginio sluoksnio defektai, armatūros korozija, korozijos sukelti išilginiai plyšiai, lokalūs mechaniniai pažeidimai*

**2 lentelė. Taurų defektų ir pažaidų suvestinė.**

<b>Tauro Nr.</b>	<b>Pratekėjimai, betono paviršių korozija</b>	<b>Armatūros korozija, išilginiai plyšiai</b>	<b>Atšokęs apsauginis sluoksnis, nuskėlimai, kavernos</b>	<b>Mažas apsauginis sluoksnis</b>
2	+	+	+	
3	+	+	+	
4	+		+	+
5	+	+		+
6	+	+	+	
7	+	+	+	+

**Kūgiai, šlaitiniai laiptai ir zonos po tiltu**

11.18. Kūgių elementų būklė gera. Tačiau kai kurie kūgių paviršiai apaugę augmenija, lokaliuose zonose dėl išplauto pagrindo deformuoti kūgius stiprinantys betoniniai elementai, juo paviršiai dėl nuolatinio drėkinimo apsamoję ir pajuodavę (29 pav.). Kūgius būtina sutvarkyti ir nuolatos prižiūrėti.

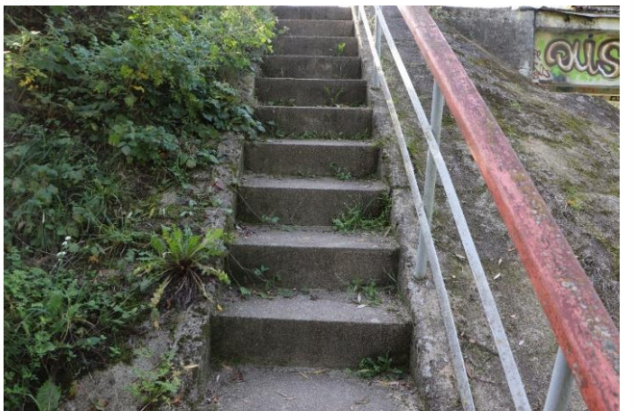
11.19. Visų šlaitinių laiptų būklė techninės apžiūros metu buvo gera, tačiau jau prasidėjęs jų nusidėvėjimas. Kai kurios gelžbetoninės laiptų pakopos padūlėjusios, paviršiai apaugę ir apsamoję, vietomis yra lokalių pažeidimų. Plieninių turėklų paviršiai apsamoję, vietomis prasidėjusi jų korozija. Laiptų defektai pateikti 30 pav. Laiptų ir turėklų paviršius būtina atnaujinti.

11.20. Kai kurios zonos po tiltu ir tilto prieigose nesutvarkytos, apaugę augmenija (31 pav.). Tai reikšmingai apsunkina prieigą prie tilto elementų, komplikuoja jų priežiūrą bei techninės būklės apžiūras. Kapitalinio remonto metu būtina sutvarkyti gerbūvjį tilto prieigose bei zonose po tiltu, užtikrinant normalią konstrukcijų priežiūrą bei būklės pokyčių stebėseną. Rekomenduojama numatyti Šventosios upės vagos reguliavimo priemones zonose po tiltu.





**29 pav.** Kūgių defektai: apaugę kūgių šlaitai, dėl nuolatinio drėkinimo apsamoję ir pajudavę kūgių šlaitus stiprinantys gelžbetoniniai elementai, kai kurie elementai deformuoti dėl išplauto pagrindo



**30 pav.** Šlaitinių laiptų ir turėklų defektai: sudūlėję, apsamoję ir apaugę betoniniai paviršiai, apsamoję plieniniai turėklai, prasidėjusi jų korozija lokaliuose zonose





**31 pav.** Augmenija apaugusios ir sunkiai prieinamos zonos po tiltu

11.21. Apdorojus neardančiuoju būdu identifikuoto perdangos sijų betono atšokimo duomenų imtį, kurią sudarė 60 eksperimentinių reikšmių, gauta, kad šios reikšmės kinta ribose  $r=49\div 66$ , vidurkis –  $\bar{x}=59$  MPa, standartinis nuokrypis –  $\sigma=4,32$  MPa, mediana –  $med=59$ , variacijos koeficientas –  $v=0,074$ . Remiantis gautais bandymų duomenimis bei LST EN 13791:2019 standarto [10.19] B priedo B1 lentelė nustatyta, kad tilto pagrindinių sijų betonas atitinka C45/55 klasės pagal LST EN 206:2013+A2:2021 mechanines charakteristikas.

11.22. Apdorojus neardančiuoju būdu identifikuoto paklotą laikančių perdangos plokščių betono atšokimo duomenų imtį, kurią sudarė 20 eksperimentinių reikšmių, gauta, kad šios reikšmės kinta ribose  $r=47\div 61$ , vidurkis –  $\bar{x}=54$  MPa, standartinis nuokrypis –  $\sigma=3,91$  MPa, mediana –  $med=55$ , variacijos koeficientas –  $v=0,072$ . Remiantis gautais bandymų duomenimis bei LST EN 13791:2019 standarto [10.19] B priedo B1 lentelė nustatyta, kad tilto paklotą laikančių perdangos plokščių betonas atitinka C40/50 klasės pagal LST EN 206:2013+A2:2021 mechanines charakteristikas.

11.23. Apdorojus neardančiuoju būdu identifikuoto ramtų betono atšokimo duomenų imtį, kurią sudarė 20 eksperimentinių reikšmių, gauta, kad šios reikšmės kinta ribose  $r=48\div 59$ , vidurkis –  $\bar{x}=52$  MPa, standartinis nuokrypis –  $\sigma=4,13$  MPa, mediana –  $med=50$ , variacijos koeficientas –  $v=0,080$ . Remiantis gautais bandymų duomenimis bei LST EN 13791:2019 standarto [10.19] B priedo B1 lentelė nustatyta, kad tilto ramtų betonas atitinka C45/55 klasės pagal LST EN 206:2013+A2:2021 mechanines charakteristikas.

11.24. Apdorojus neardančiuoju būdu identifikuoto taurų betono atšokimo duomenų imtį, kurią sudarė 55 eksperimentinės reikšmės, gauta, kad šios reikšmės kinta ribose  $r=48\div 65$ , vidurkis –  $\bar{x}=57$  MPa, standartinis nuokrypis –  $\sigma=4,85$  MPa, mediana –  $med=57$ , variacijos koeficientas –  $v=0,085$ . Remiantis gautais bandymų duomenimis bei LST EN 13791:2019 standarto [10.19] B priedo B1 lentelė nustatyta, kad tilto taurų betonas atitinka C45/55 klasės pagal LST EN 206:2013+A2:2021 mechanines charakteristikas.

11.25. Tyrimų metu LST EN 12504-1 [10.21] ir LST EN 12390-3:2019 [10.22] standartų reikalavimus atitinkančių ėminių betono charakteristikos ir bandymo rezultatai pateikti



3 lentelėje. Šioje lentelėje  $\varnothing$  ir  $L$  – atitinkamai, vidutinis bandinio skersmuo ir ilgis,  $\rho$  – betono tankis,  $f_{cm,cube}$  – vidutinis kubelinis betono gniuždomasis stipris,  $f_{ck,is}$  – naudojamos konstrukcijos charakteristinis cilindrinis betono gniuždomasis stipris, nustatytas, taikant LST EN 13791:2019 standartą [10.22].

11.26. Iš 3 lentelės matyti, kad betono kubelinio gniuždomojo stiprio reikšmės kinta ribose  $f_{cm,cube}=26,0\div 39,5$  MPa, vidurkis –  $\bar{x}=33,1$  MPa, standartinis nuokrypis –  $s=5,5$  MPa, variacijos koeficientas –  $v=0,17$ . Iš bendros imties nustatytas naudojamos konstrukcijos charakteristinis betono gniuždomasis stipris sudaro  $f_{ck,is}=22,1$  MPa. Ši klasė nustatyta įvertinus duomenų imties statistines charakteristikas, taikant standarte LST EN 13791:2019 pateiktą metodiką. Gauta gniuždomojo stiprio reikšmė apytikriai atitinka C20/25 klasės betono pagal LST EN 206:2013+A2:2021 mechanines charakteristikas.

**3 lentelė. Betono bandinių charakteristikos ir bandymų rezultatai**

Bandinio žymėjimas	$\varnothing$ , mm	L, mm	L/ $\varnothing$	$\rho$ , kg/m <sup>3</sup>	$f_{cm,cube}$ , MPa	$f_{ck,is}$ , MPa	Betono klasė
A3-1	99,2	100,7	1,0	2270	33,4	22,1	C20/25
A3-2	99,2	100,1	1,0	2290	32,6		
A3-3	99,2	101,2	1,0	2270	26,0		
A4-1	99,5	98,3	1,0	2340	39,0		
A4-2	99,7	101,3	1,0	2320	39,5		
A4-3	99,3	100,5	1,0	2280	28,2		

11.27. Betono karbonizacijos tyrimų rezultatai pateikti 32 pav. Iš pateikto paveikslo matyti, kad taurų betone pasireiškusi karbonizacija (nušarmėjimas). Visų bandinių paviršiai apipurškus 0,1% fenolftaleino tirpalu violetine spalva nepasidengė apie 20-30 mm paviršiniai sluoksniai. Tai byloja apie armatūros korozijos požiūriu pavojingą betono pH rodiklį. Karbonizacija šiuose bandiniuose yra pasireiškusi visame apsauginio sluoksnio storiuje. Būtina pabrėžti, kad 32 pav. pateiktiems bandiniui gautas didžiausias atitinkamos serijos betono vidutinis kubelinis gniuždomasis stipris.

11.28. Palyginus šio akto 11.24 ir 11.26 p. pateiktus, atitinkamai, neardančiuoju ir ardančiuoju būdu gautas betono stiprio reikmes, matyti, kad neardančiuoju būdu gauta aukštesnė betono klasė. Tai lemia betono struktūriniai pokyčiai paviršiniuose sluoksniuose, kuriuose pasireiškusi karbonizacija didinanti betono stiprį. Gilesniuose atramų sluoksniuose betono karbonizacija nepasireiškusi. Iš gilesnių sluoksnių suformuotų bandinių A3-3 ir A4-3 stipriai yra mažesni. Tai lemia ir bendros imties vidurkio, o kartu ir ardančiuoju būdu gautos betono klasės sumažėjimą. Atmetus šiuos bandinius, betono klasė priartėtų prie neardančiaisiais metodais gautos.





**32 pav.** Atramų 3 ir 4 betono ėminiuose A3-1 (viršuje) ir A4-1 (apačioje) pasireiškusi karbonizacija

11.29. Apibendrinus šio akto 11.21–11.28 p. pateiktus rezultatus priimta, kad tilto visų laikančiųjų konstrukcijų betonas atitinka C20/25 klasę, kurio  $f_{ck}=20$  MPa,  $E_{cm}=30$  GPa. Pagal panašių projektų duomenis, minėtoms konstrukcijoms turėjo būti panaudotas M300 markės (atitinka B22,5 klasę pagal SNiP 2.05.03-84 [10.13],  $f_{ck}=16,7$  MPa, o  $E_{cm}=28,8$  GPa) betonas. Atsižvelgiant į dabartiniu metu Lietuvoje galiojančius gelžbetoninių konstrukcijų projektavimui taikomus normatyvinius dokumentus STR 2.05.05:2005 [10.7] arba LST EN 1992-1-1:2005 [10.11] tai apytikriai atitiktų C16/20 klasės betoną, kurio  $f_{ck}=16$  MPa. Šiuose tyrimuose gauta šiek tiek didesnė betono klasė. Šios tendencijos atitinka ir kitų ekspertų grupės anksčiau atliktų gelžbetoninių tiltų tyrimų duomenis.

11.30. Betono bandinių oksidinės cheminės sudėties (XRF metodu) rezultatai pateikti 4 lentelėje. Gauti duomenys parodė, kad Cl kiekis bandiniuose sudaro atitinkamai 0,05 % (A bandinys), 0,1 % (P bandinys) ir 0,2 % (S bandinys). Vizualiai pastebima, kad visi tirti bandiniai turi spalvos pakitimų bei yra smarkiai paveikti rūdžių (11 pav.). Literatūroje nurodoma, kad pavienių tokių druskų kaip NaCl arba CaCl<sub>2</sub> poveikis didelės žalos betono struktūrai nedaro, tačiau vykstant cikliškam užšaldymui ir atšildymui betoninių viršutinių sluoksnių paviršiuose gali formuotis pažeidimai paspartinantys druskų skverbimąsi į vidinę betono struktūrą. Šios tendencijos yra viena iš pagrindinių armatūros korozijos priežasčių eksploatuojamose gelžbetoninėse konstrukcijose.

11.31. Teoriškai priėmus, kad 1 m<sup>3</sup> betono mišinio gamybai panaudota ~270–320 kg cemento, o sukietėjusio betono tankis siekia 2350 kg/m<sup>3</sup>, gauta, kad Cl kiekio koncentracija pagal cemento kiekį, nuo 2 iki 7 kartų viršija LST EN 206:2016 standarte leidžiamą 0,1–0,2 % chloridų kiekio ribą.

**4 lentelė.** Tiriamų bandinių vidutinė oksidinė cheminė sudėtis (XRF metodu, masės %)

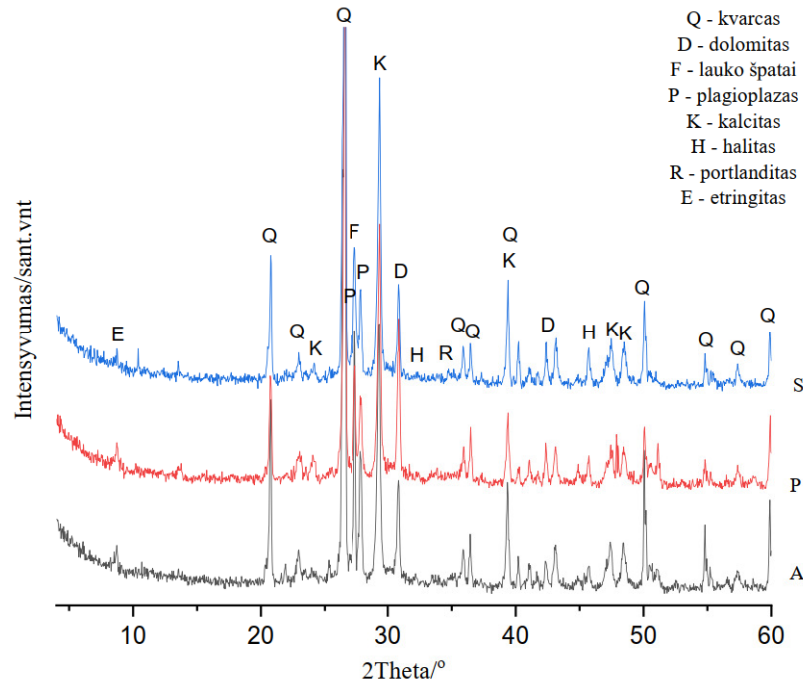
Bandinio žymuo	Vidutinis cheminių elementų kiekis, masės %											
	CO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	Cl	K <sub>2</sub> O	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Kiti
A	26,5	0,64	1,77	5,3	37,8	0,1	0,34	<b>0,05</b>	1,84	23,0	2,32	0,34
P	25,8	0,72	2,17	5,71	37,3	0,1	0,31	<b>0,1</b>	1,76	22,9	2,72	0,41
S	24,7	0,61	1,52	4,84	38,5	0,1	0,45	<b>0,2</b>	1,9	24,8	2,15	0,23

11.32. Bandinių fazinės sudėties analizės difrakcinės kreivės pateiktos 33 pav. A, P ir S bandiniuose identifikuoti: kvarcas (SiO<sub>2</sub>), kalcitas (CaCO<sub>3</sub>), plagioklasas (NaAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>-CaAl<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>8</sub>), lauko špatai (KAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub> – NaAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub> – CaAl<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>8</sub>), dolomitas (CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>), halitas (NaCl), etringitas (Ca<sub>6</sub>Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>(OH)<sub>12</sub>\*26H<sub>2</sub>O) ir portlanditas (Ca(OH)<sub>2</sub>).

11.33. Reikia pažymėti, kad veikiant chloridų jonams vyksta aluminatinių junginių ir Cl- sąveika, gali susidaryti Friedelio druska. Tačiau, fazinės sudėties analizė parodė, kad Friedelio druska tirtuose bandiniuose nesusidarė.

11.34. Betono bandinių pH rodiklio laboratorinių tyrimų rezultatai apibendrinti 5 lentelėje. Reikia pažymėti, kad literatūroje nurodoma, kad betono su portlandcemenčiu pH rodiklio vertė svyruoja 9 – 11 ribose, o stipriai vandens paveiktame betone pH padidėja iki 11 – 12. Bandinių A ir P pH vertė gauta nuo 9,95 iki 10,62. Didžiausia pH vertė gauta, S bandinio – 11,17. Iš gautų rezultatų matome, kad ėminių iš atramų ir pakloto plokščių pH rodiklis yra artimas apatinei ribai, kuri byloja apie neutralios terpės aplinką betono struktūroje. Tai patvirtina ir 11.27 p. pateikti karbonizacijos tyrimo panaudojant 0,1% fenolftaleino tirpalu rezultatai. Pagal laboratorinių tyrimų duomenis pagrindinių sąlygų betone reikšmingi karbonizacijos procesai nėra pasireiškę.





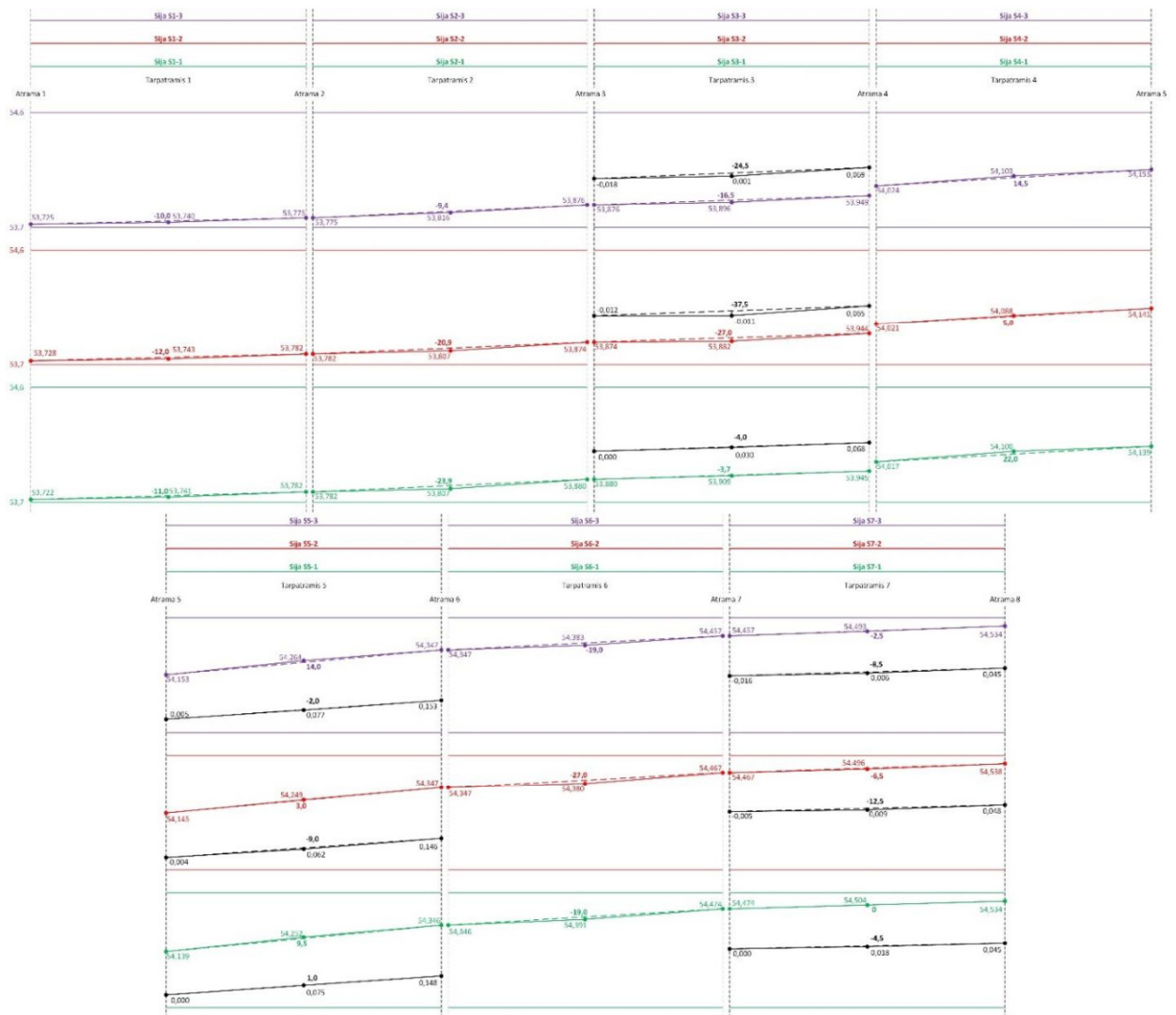
33 pav. Tiriamų bandinių difrakcinės kreivės: A, P ir S

**5 lentelė.** Tiriamų bandinių pH nustatymo rezultatai

Bandinio žymuo	Vanduo	Laikas, min				
		0	1	5	10	30
A	8,8	9,3	9,7	9,8	9,93	9,95
P	8,8	9,57	10,1	10,42	10,45	10,62
S	8,8	10,7	10,85	11,06	11,1	11,17

11.35. Tilto perdangos sijų išilginiai profiliai niveliuojant sijų apatinius paviršius pateikti 34 pav. Iš pateiktų niveliavimo grafikų matyti, kad dauguma perdangos sijų nuo nuolatinės apkrovos yra įlinkusios. Skirtingose perdangų sijose maksimalūs įlinkiai skiriasi pakankamai plačiose ribose ir svyruoja nuo 2 mm (sija S5-3) iki 37,5 mm (sija S3-2). Kitų sijų įlinkiai turi tarpines reikšmes. Maksimaliai įlinkusios perdangos sijos S3-2 santykinis įlinkis sudaro  $L_0/560$ , kur  $L_0 = 21$  m – skaičiuojamasis perdangos ilgis. Pėsčiųjų tiltų perdangoms ribinės santykinio įlinkių reikšmės Lietuvoje galiojančiuose projektavimo normatyviniuose dokumentuose nereglamentuotos. Darbe priimta konservatyvi ribinio įlinkio reikšmė  $\Delta_{lim} = L_0/250 = 84$  mm. Geodeziniais matavimais gauta įlinkio reikšmė yra mažesnė.

11.36. Kai kurios sijos (S4-1÷S4-3, S5-1÷S5-3) nuo nuolatinės apkrovos turi išlinkius. Maksimali išlinkio reikšmė svyruoja nuo 3 mm (sija S5-2) iki 22 mm (S4-1). Maksimaliai išlinkusios perdangos sijos S4-1 santykinis išlinkis sudaro  $L_0/955$ . Gauta reikšmė yra mažesnė už tyrimuose priimtą konservatyvią ribinio išlinkio reikšmė  $\Delta_{lim} = L_0/250 = 84$  mm.



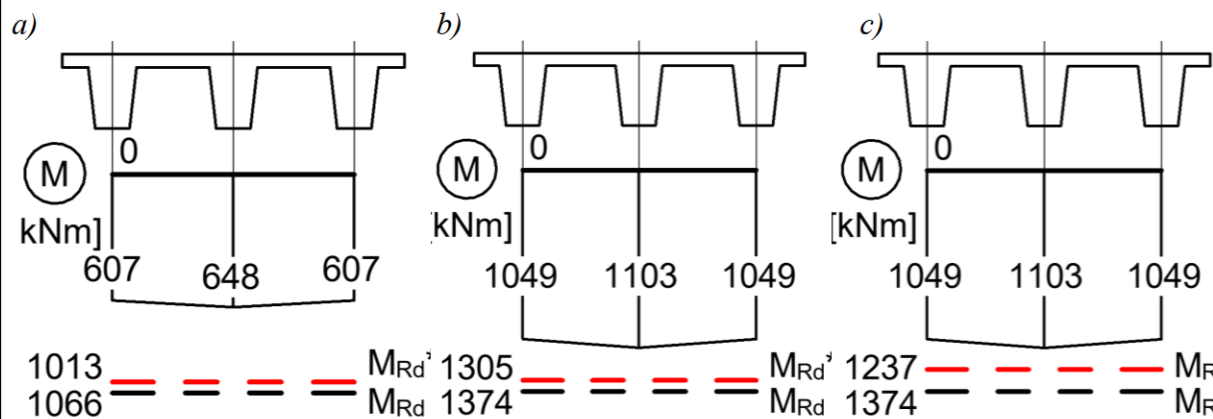
**34 pav.** Geodeziniais matavimais gauti perdangos sijų poslinkiai: spalvoti grafikai atitinka UAB „Geoplanas“ matavimų rezultatus, o juoda spalva – VILNIUS TECH matavimų rezultatus

11.37. Būtina pabrėžti, kad tyrimų grupės ir UAB „Geoplanas“ atliktų matavimų kai kurių sijų poslinkių reikšmės skiriasi. Tai lėmė skirtingi matavimų metodai bei galimi paviršių nelygumai matavimų vietose. Kita vertus, vertinant santykinę įlinkių/išlinkių reikšmes priimtos nepalankesnės poslinkių reikšmės, kurios su nemaža atsarga tenkina priimtų ribinių įlinkių reikalavimus. Perdangos sijų skirtingas deformavimosi pobūdis (išlinkis arba įlinkis) bei skirtingos šių deformacijų reikšmės galėjo susiformuoti dėl skirtingos nuolatinės apkrovos, skirtingos pradinės statybinės pakyls, skirtingo sijų amžiaus montavimo metu bei kitų technologinių ir eksploatacinių aspektų.

11.38. Tyrimuose atliktas gelžbetoninės perdangos laikomosios galios normaliniame ir įstrižajame pjūviuose įvertinimas. Perdangos ruožuose ties tarpinėmis atramomis pagrindinė išilginė armatūra išdėstyta viršutinėje sijų dalyje Tyrimų metu nustatyti armavimo parametrai šiose zonose nebuvo galimybių. Dėl šių priežasčių perdangos sijų laikomoji galia vertinta pagal sijų normalinio

*pjūvio stiprumą viduriniajame pjūvyje. Atsparumo patikrinimas normaliniame pjūvyje atliktas pagal maksimalų lenkimo momentą, tuo tarpu įstrižajame pjūvyje pagal skersinę jėgą. Perdangų betono gniuždomasis stipris priimtas pagal šio akto 11.29 punkte pateiktus duomenis, o armatūros tempiamasis stipriai tyrimų metu identifikavus jos tipą pagal STR 2.05.05:2005 [10.7]. Apskaičiavimas reikalingi duomenys detaliau paaiškinti šio akto 9 skyriuje. Skaičiavimai atlikti tipinių tarpatramių, atitinkamai, 1 ir 7 bei 2–6 kraštinėms ir tarpinei sijoms. Vertinant sijų laikomąją galią papildomai įvertinta pažaidų įtaka sumažinant elementų laikomąją galią 5%. Tarpatramio 5, kuriame yra eksploatacijos metu labiausiai pažeista sija (S5-3) laikomoji galia normaliniame pjūvyje sumažinta 10%, o įstrižajame pjūvyje – 5%.*

*11.39. Laikomosios galios skaičiavimo rezultatai apibendrinti 6 ir 7 lentelėse, kuriose  $M_{Ed}$  ir  $V_{Ed}$  atitinka išorinių apkrovų sukeltus, atitinkamai, lenkimo momentus ir skersinę jėgą,  $R_d$  – perdangos sijos atsparumas atitinkantis atlaikomąjį lenkimo momentą  $M_{Rd}$  bei skersinę jėgą  $V_{Rd}$ . Sijų laikomoji galia yra pakankama, jeigu  $M_{Ed}/M_{Rd} \leq 1$  ir  $V_{Ed}/V_{Rd} \leq 1$ . Kadangi charakteringų tarpatramių kraštinių ir tarpinių sijų armavimas yra vienodas 6 lentelėje pateikti rezultatai labiausiai apkrauti sijai. 35 paveiksle papildomai pateiktas sijas veikiančių maksimalių lenkimo momentų bei atsparumo, apskaičiuoto įvertinus bei neįvertinus atsiradusius pažaidas, sugretinimas.*



**35 pav.** Skirtingų tarpatramių perdangos sijas veikiančių lenkimo momentų ir laikomosios galios sugretinimas: a) 1 ir 7 tarpatramių, b) 2-4 ir 6 tarpatramių, c) 5 tarpatramio.  $M_{Rd}$  – atlaikomas momentas apskaičiuotas nevertinant pažaidų įtakos,  $M_{Rd}^*$  – atlaikomas momentas apskaičiuotas įvertinant pažaidų įtaką

*11.40. Iš 6 lentelės matyti, kad labiausiai apkrautų sijų normalinio pjūvio laikomoji galia apskaičiuota pagal STR 2.05.05:2005 [10.7] reglamentą standarte LST EN 1991-2 [10.10] reglamentuojamam pėsčiųjų apkrovos modelio poveikiui yra pakankama tiek nevertinant, tiek ir įvertinus pažaidų atsiradimą eksploatacijos metu. Išnaudojimo koeficiento  $M_{Ed}/M_{Rd}$  reikšmės nevertinant pažaidų įtakos tarpatramių 1 ir 7 sijoms yra 0,61, o tarpatramių 2–6 sijoms – 0,80.*

Įvertinus pažaidas išnaudojimo koeficiento reikšmės padidėja: tarpatramių 1 ir 7 sijoms iki 0,64, o tarpatramių 2–4 ir 6 sijoms iki 0,85, labiausiai pažeisto tarpatramio 5 sijoms iki 0,89.

11.41. 6 lentelėje papildomai pateiktas laikomosios galios įvertinimas atraminiuose perdangų pjūviuose ties tarpinėmis atramomis. Dėl skirtingo perdangos skerspjūvio šiuose ruožuose skaičiavimai atlikti dviejuose pjūviuose: ties atramos ašimi ir tie tarpinės atramos rygelio išoriniu kraštu. Šiuose pjūviuose gautos išnaudojimo koeficientų  $M_{Ed}/M_{Rd}$  reikšmės nevertinant pažaidų įtakos sudarė 0,79–0,86, o įvertinus pažaidas padidėjo iki 0,83–0,91.

**6 lentelė.** Perdangos sijų laikomosios galios normaliniame pjūvyje įvertinimas LST EN 1991-2 [10.10] pėsčiųjų apkrovos poveikiui

Tarpatramio Nr.	Lenkimo momentai, kNm		$M_{Ed}/M_{Rd}$
	$M_{Ed}$	$M_{Rd}$	
<i>Laikomosios galios įvertinimas tarpatramių viduriniuose pjūviuose.</i>			
<i>Pažaidų įtaka nevertinama</i>			
1, 7	648	1066	0,61
2–6	1103	1374	0,80
<i>Pažaidų įtaka įvertinta</i>			
1, 7	648	1013	0,64
2–4, 6	1103	1305	0,85
5	1103	1237	0,89
<i>Laikomosios galios įvertinimas atraminiuose pjūviuose.</i>			
Skaičiuojamojo pjūvio vieta	Lenkimo momentai, kNm		$M_{Ed}/M_{Rd}$
	$M_{Ed}$	$M_{Rd}$	
<i>Pažaidų įtaka nevertinama</i>			
Ties atrama	868	1004	0,86
Ties rygelio kraštu	655	833	0,79
<i>Pažaidų įtaka įvertinta</i>			
Ties atrama	868	954	0,91
Ties rygelio kraštu	655	791	0,83



11.42. Labiausiai apkrautų sijų įstrižojo pjūvio laikomoji galia (7 lentelė) apskaičiuota pagal STR 2.05.05:2005 [10.7] reglamentą standarte LST EN 1991-2 [10.10] reglamentuojamam pėsčiųjų apkrovos poveikiui modelio poveikiui taip pat yra pakankama tiek nevertinant, tiek ir įvertinus pažaidų atsiradimą eksploatacijos metu. Išnaudojimo koeficiento  $V_{Ed}/V_{Rd}$  reikšmės nevertinant pažaidų įtakos tarpatramių 1 ir 7 sijoms yra 0,75, o tarpatramių 2–6 sijoms – 0,88. Įvertinus pažaidas išnaudojimo koeficiento reikšmės padidėja: tarpatramių 1 ir 7 sijoms iki 0,79, o tarpatramių 2–6 sijoms iki 0,93.

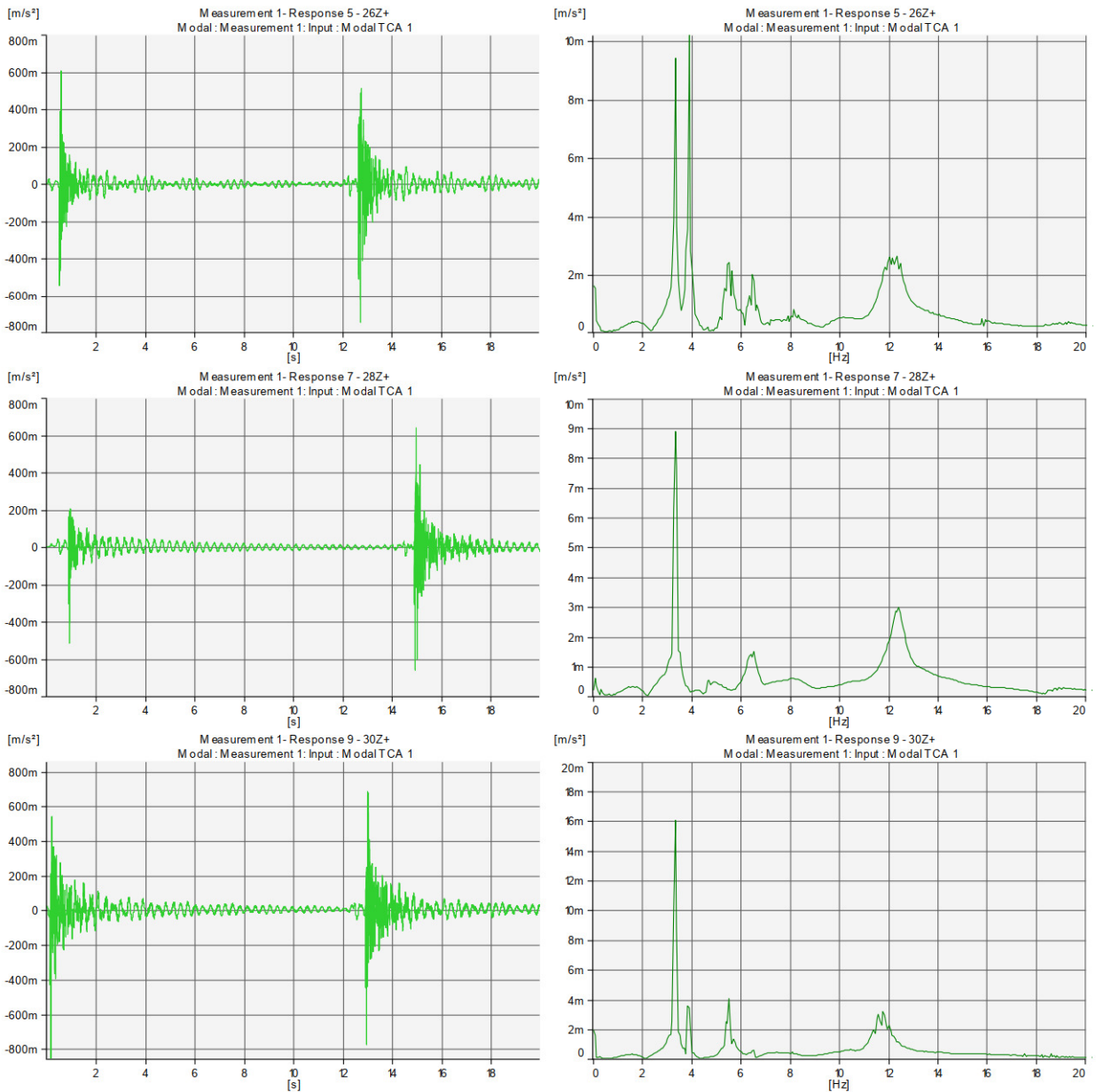
**7 lentelė.** Perdangos sijų laikomosios galios įstrižajame pjūvyje įvertinimas LST EN 1991-2 [10.10] pėsčiųjų apkrovos poveikiui

Tarpatramio Nr.	Lenkimo momentai, kNm		$V_{Ed}/V_{Rd}$
	$V_{Ed}$	$V_{Rd}$	
<i>Pažaidų įtaka nevertinama</i>			
1, 7	214	284	0,75
2–6	251	284	0,88
<i>Pažaidų įtaka įvertinta</i>			
1, 7	214	270	0,79
2–6	251	270	0,93

11.43. Atlikus pirminius pasirinktų tarpatramių (3–5) eksperimentinius dinامينius tyrimus tilto perdangų virpesių dažnių ruože 0–30 Hz spektrogramose tarpatramyje 3 galima išskirti 5, tarpatramyje 4 – 3, o tarpatramyje 5 – 4 rezonansines modas. Pagrindiniame tarpatramyje 3 smūginio virpesių sužadavimo metu (kartojamas keletą kartų) vertikaliuose virpesiuose vidurinėse zonose aiškiai matomi 2 virpesių pikai – ~3,29 Hz ir 3,88 Hz (36 pav. viršuje), taip pasireiškia ir kitų dažnių virpesiai: 5,49, 6,41, 8,06. Bandymų metu užfiksuotos charakteringos tilto tarpatramių 3, 4 ir 5 perdangų viduriniųjų ruožų vertikalių, sukamųjų ir horizontalių svyravimų vibrogramos ir jų dažniniai spektrai pateikti 36 pav.

11.44. Dinaminių bandymų metu atlikus viso tilto bendrą eksperimentinę modalinę analizę (davikliai vienu metu išdėstyti kiekviename tarpatramyje, 15 pav. apačioje) eksperimentiškai identifikuotos skirtingų tarpatramių savųjų svyravimų modos, jų dažniai ir slopimo koeficientai apibendrinti 8 lentelėje. Tyrimais identifikuotas svyravimų formų charakteris pateiktas 37 pav. Iš pateiktų rezultatų matyti, kad tiltui būdingos vertikalios formos, kai svyravimų metu skirtingų tarpatramių svyravimų fazės skiriasi arba sutampa. Panašūs rezultatai gauti ir atliekant atskirų tarpatramių modalinę analizę. Dažnių spektre iki 10 Hz vyrauja vertikalios svyravimų modos, kurių dažniai nuo 3,29 Hz iki 8,06 Hz. Pasitaiko ir išskirtinių formų: horizontali išilginė, kurios dažnis 3 Hz bei sukamoji, kurios dažnis 12,1 Hz.



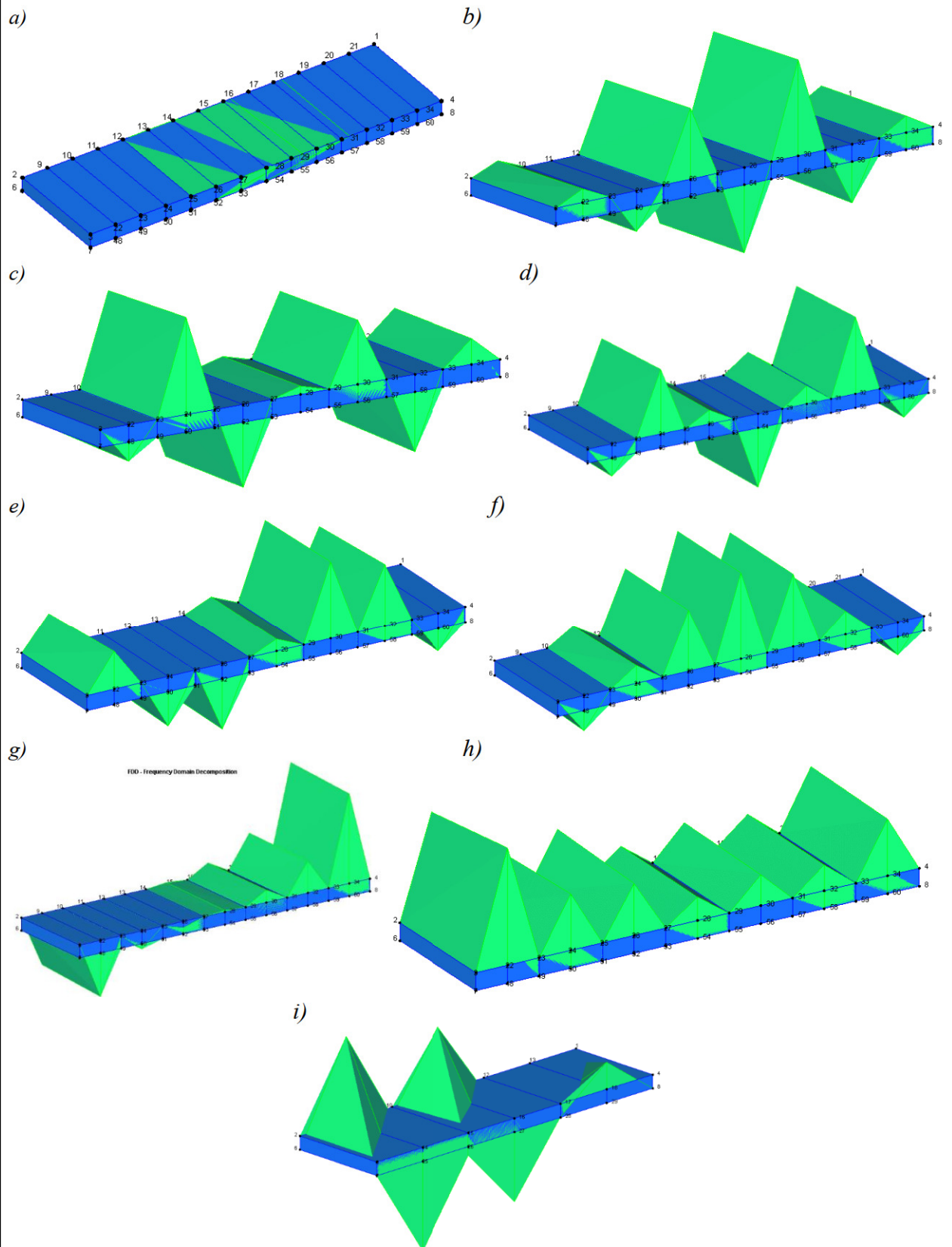


**37 pav.** Tarpatramių 3 (viršuje), 4 (viduryje) ir 5 (apačioje) perdangų vidurinio pjūvio laisvieji vertikalieji, sukamieji ir horizontalūs virpesiai ir jų dažniniai spektrai

**8 lentelė.** Perdangos savųjų virpesių rezonansiniai dažniai ir jų slopimo koeficientai

Moda	Vidutinis dažnis, Hz	Virpesių slopimo koeficientas, $\zeta$ %
Horizontali išilginė 1	3,00	–
Vertikali 1	3,29	1,00
Vertikali 2	3,88	0,61
Vertikali 3	4,70	–
Vertikali 4	5,49	2,46
Vertikali 5	6,41	1,84
Vertikali 6	7,64	0,50
Vertikali 7	8,06	–
Sukamoji 1	12,1	–





**38 pav.** Eksperimentiškai nustatytos rezonansinės modų formos: a) horizontali išilginė 1 – 3,00 Hz, b) vertikali 1 – 3,29 Hz, c) vertikali 2 – 3,88 Hz, d) vertikali 3 – 4,70 Hz, e) vertikali 4 – 5,49 Hz, f) vertikali 5 – 6,41 Hz, g) vertikali 6 – 7,64 Hz, h) vertikali 7 – 8,06 Hz, i) sukamoji 1 – 12,1 Hz

11.45. Virpesių slopimas yra svarbus konstrukcijų dinaminis parametras, ypač kai išorinės apkrovos atitinka rezonansinį apkrovimą. Slopinimo koeficientai gauti iš kiekvienos modos slopimo grafikų kurie parodė, kad perdangų virpesių dažnis slopsta eksponentiškai. Normalizuota koreliacijos funkcija konkrečiai modai nustatoma iš visų matavimo taškų rezultatų. Slopinimo koeficientas yra gaunamas naudojant logaritminio dekremento išraišką ir apskaičiuojant koreliacijos funkcija nuo maksimalių reikšmių. Kai kurių modų slopimo koeficientų identifikuoti nepavyko. Eksperimentinių tyrimų metu nustatyti gelžbetoninės perdangos virpesių slopimo koeficientai svyravo nuo 0,50 iki 2,46 (8 lentelė). Mažiausias slopimo koeficientas (0,50) gautas vertikaliai 6 formai. Slopimo koeficiento apatinės ribos nurodytos LST EN 1990 standarte [10.17]. Gelžbetoninėms tiltų perdangoms reglamentuojama slopimo koeficiento reikšmė  $\zeta_{LST EN}=0,8 \%$ . Tyrimais nustatyta, kad pagrindinių formų vertikali 2 ir vertikali 5 slopimo koeficiento reikšmės (0,61 % ir 0,5 %) yra mažesnės nei nurodyta LST EN 1990 standarte. Kitos reikšmės viršija nurodytą ribą. Atsižvelgiant į tilto eksploatacijos sąlygas, gautos slopimo koeficiento reikšmės yra priimtinos ribose.

11.46. Pėsčiųjų tiltų tinkamumo ribiniai būviai (komforto kriterijai) apibrėžti LST EN standartuose [10.8–10.10, 10.17]. Virpesių kriterijus reikia tikrinti, kai pagrindinių horizontaliųjų šoninių virpesių  $f_h < 2,5 \text{ Hz}$  ir vertikaliųjų virpesių  $f_v < 5 \text{ Hz}$ , nes einančiųjų, bėgančiųjų ar šokinėjančiųjų pėsčiųjų sužadinti virpesių dažniai niekada nebūna didesni už nurodytas ribas. Išbandytame tilte perdangos žemiausio dažnio horizontaliųjų ir vertikaliųjų svyravimų formos, kurių dažniai, atitinkamai,  $f_{v1}= 3,29\text{Hz}$ ,  $f_{v2}= 3,88 \text{ Hz}$  ir  $f_{v3}= 4,70 \text{ Hz}$  yra mažesnės už nurodytas ribas, tačiau nepatenka į pavojingą rezonansui vertikaliems virpesiams intervalą  $-1,6 \text{ Hz} \leq f_{v1} \leq 2,4 \text{ Hz}$ . Tiltų komforto kriterijai papildomai patikrinti tiltų priverstinai žadinant skirtingo intensyvumo ir dažnio pėsčiųjų apkrovomis.

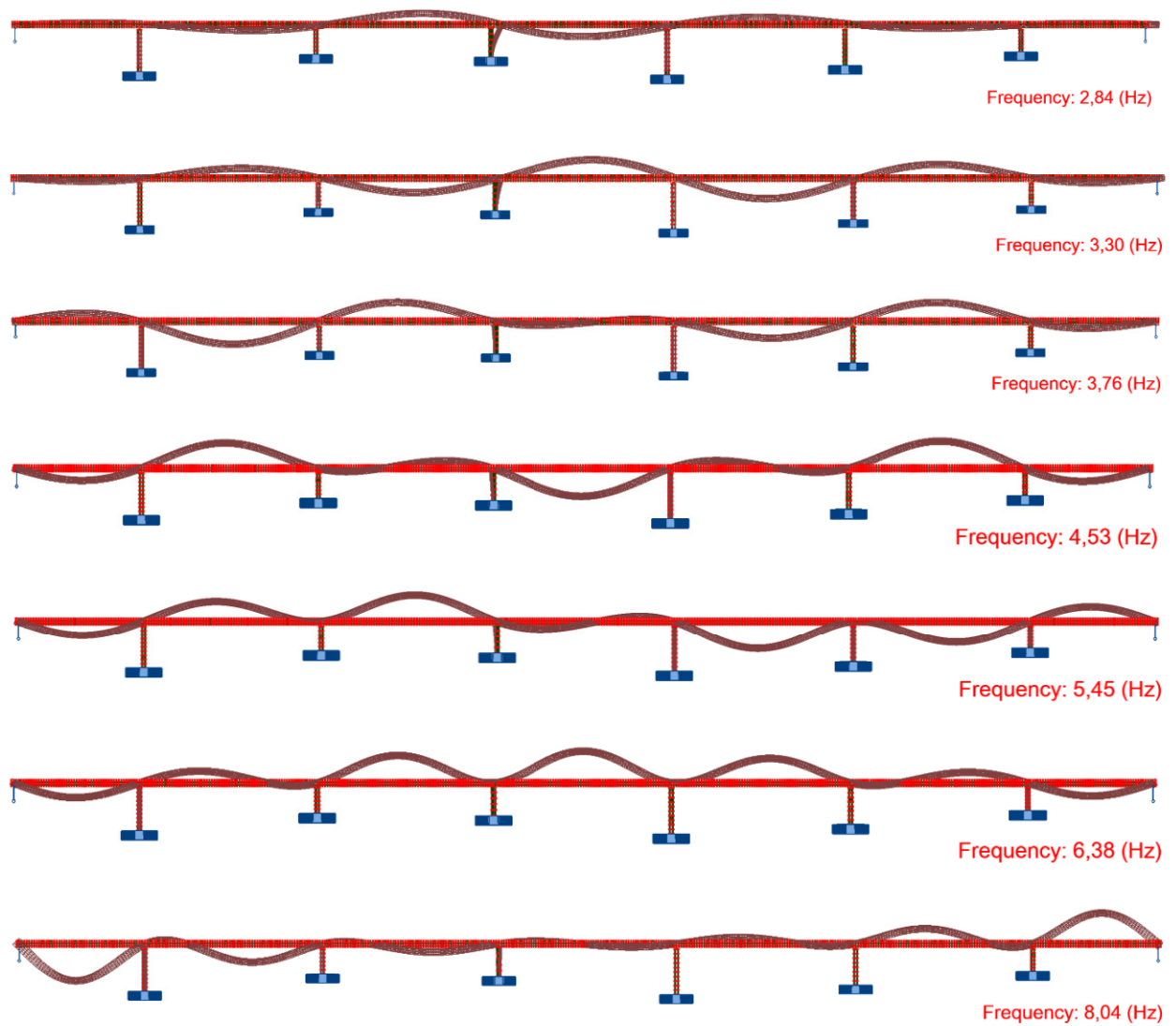
11.47. Eksperimentinių ir teorinių rezultatų sugretinimui atlikta tilto savųjų svyravimų analizė baigtinių elementų metodu. Teoriškai patvirtintos visos eksperimentiškai nustatytos svyravimų modos. Teoriniuose skaičiavimuose identifikuota ir daugiau tarpinių modų, tačiau eksperimento metu jos nenustatytos ir galbūt nesužadintos. Teorinių ir eksperimentinių rezultatų sugretinimas pateiktas 9 lentelėje, o teorinės svyravimų formos – 38 pav. Iš pateiktos informacijos matyti, kad teorinės formos gerai sutampa su eksperimentiškai nustatytais dažniais. Teorinių ir eksperimentinių dažnių santykis svyruoja 0,95–1,05 ribose. Didžiausias skirtumas siekia 5%.

11.48. Priverstinius virpesius sužadina einantieji, bėgantieji ar kitaip judantieji ant tilto perdangos pėstieji. Skirtinga pėsčiųjų apkrova žadinamo tilto vibrogramų ir jų dažninių spektrų pavyzdžiai pateikti 39–40 pav.



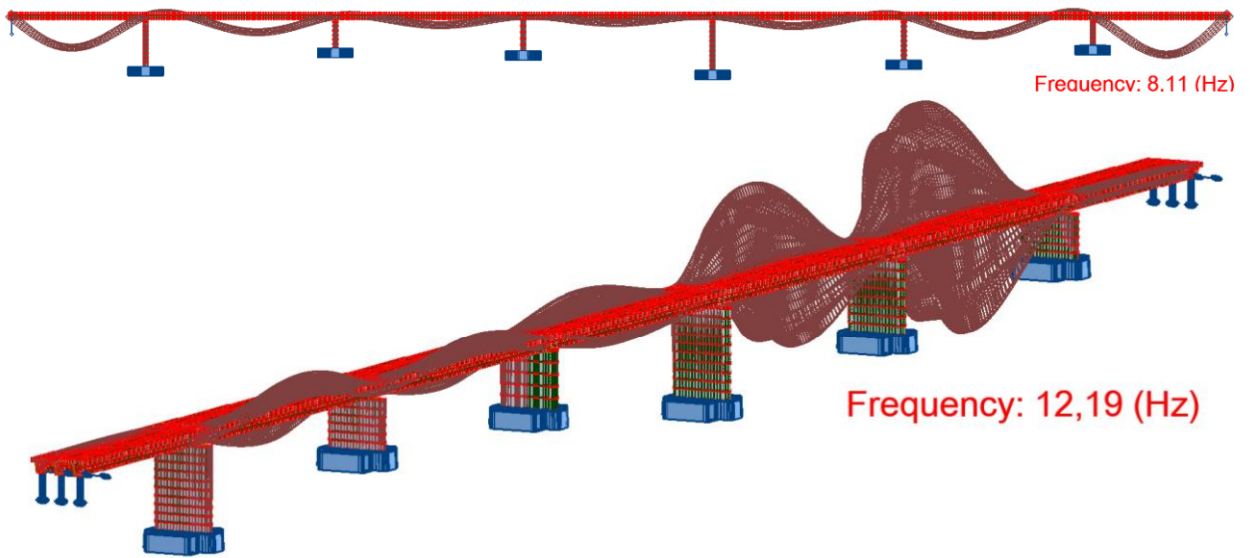
**9 lentelė. Teorinių ir eksperimentinių svyravimų dažnių sugretinimas**

Moda	Eksperimentinis dažnis $f_{exp}$ , Hz	Teorinis dažnis $f_{th}$ , Hz	Santykis $f_{th}/f_{exp}$
Horizontali išilginė 1	3,00	2,84	0,95
Vertikali 1	3,29	3,30	1,00
Vertikali 2	3,88	3,76	0,97
Vertikali 3	4,70	4,53	0,96
Vertikali 4	5,49	5,45	0,99
Vertikali 5	6,41	6,38	1,00
Vertikali 6	7,64	8,04	1,05
Vertikali 7	8,06	8,11	1,01
Sukamoji 1	12,1	12,19	1,01

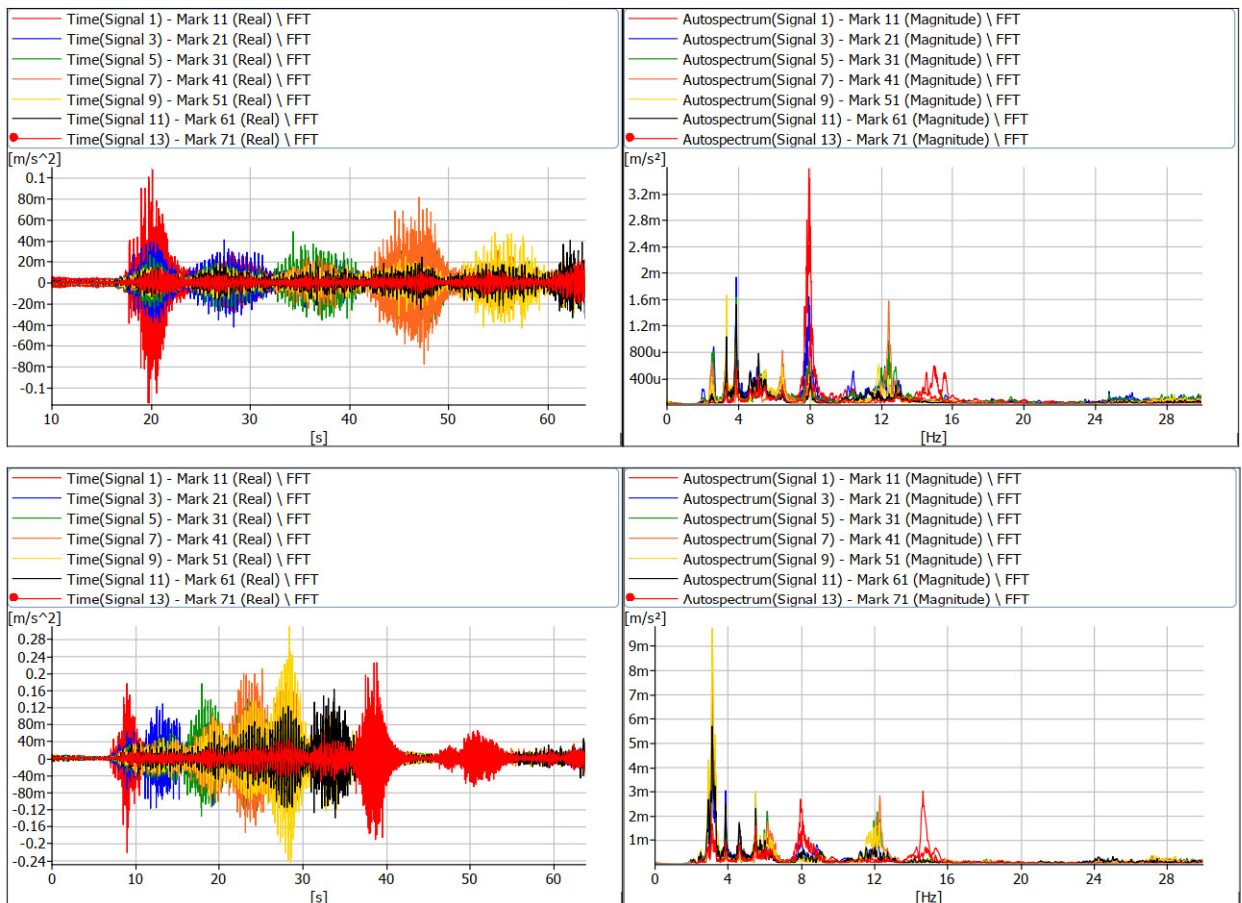


38 pav. Baigtinių elementų metodu teoriškai nustatytos rezonansinės modų formos



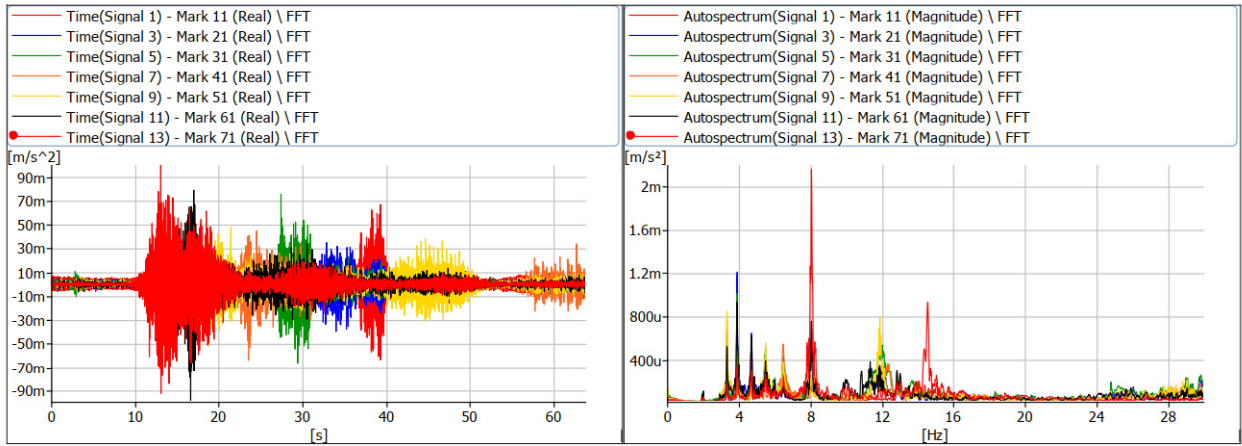
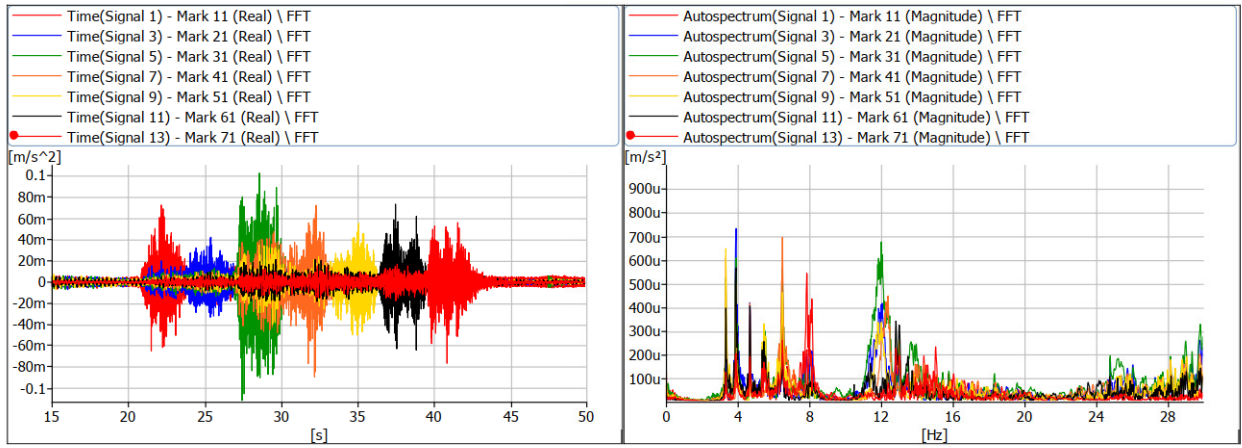


38 pav. tęsinys. Baigtinių elementų metodu teoriškai nustatytos rezonansinės modų formos

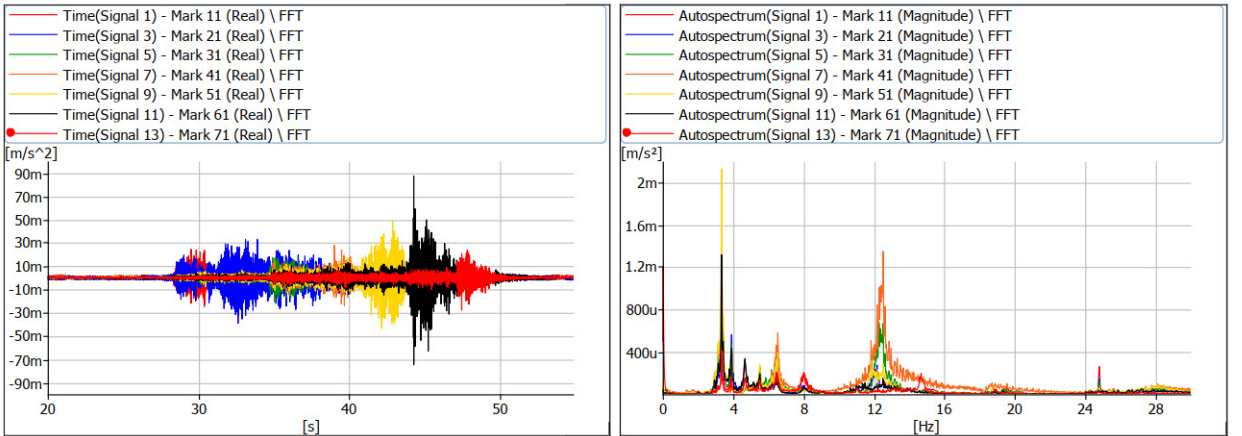


39 pav. Perdangos vertikalių virpesių vibrogramos (kairėje) ir dažnių spektras (dešinėje), sužadinus tiltą skirtingo intensyvumo pėsčiųjų apkrova



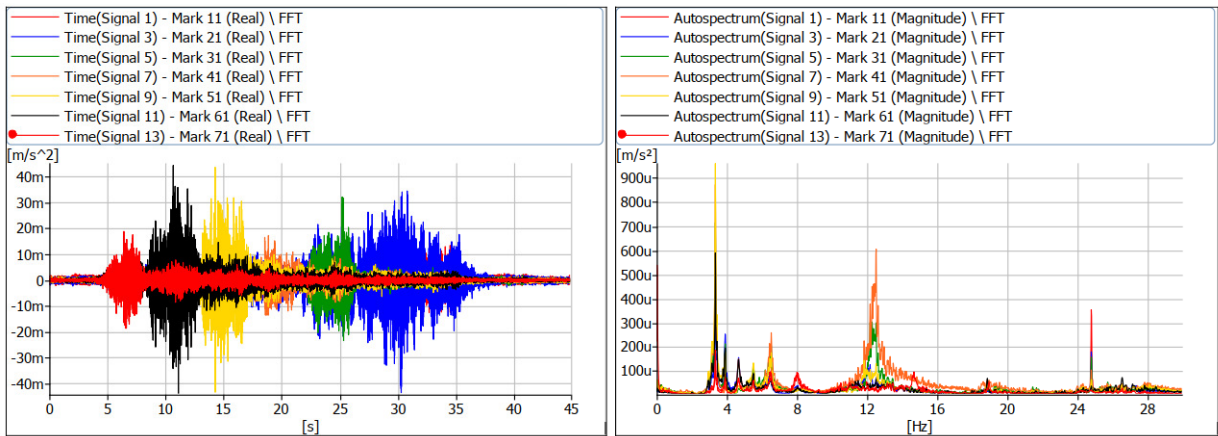


**39 pav. tęsinys. Perdangos vertikalių virpesių vibrogramos (kairėje) ir dažnių spektras (dešinėje), sužadinus tiltą skirtingo intensyvumo pėsčiųjų apkrova**



**40 pav. Perdangos horizontalių skersinių virpesių vibrogramos (kairėje) ir dažnių spektras (dešinėje), sužadinus tiltą skirtingo intensyvumo pėsčiųjų apkrova**





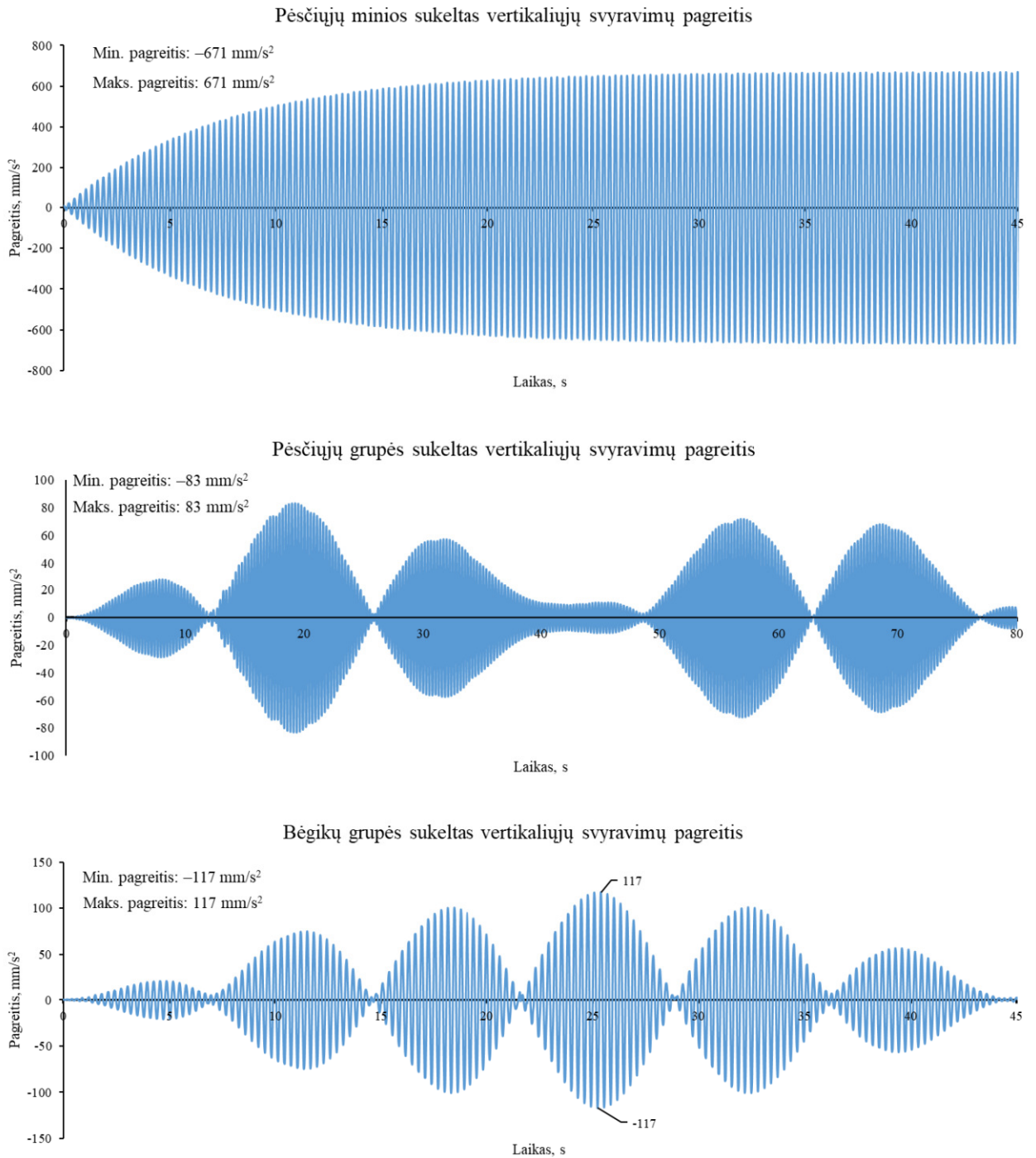
**40 pav. tęsinys.** Perdangos horizontalių skersinių virpesių vibrogramos (kairėje) ir dažnių spektras (dešinėje), sužadinus tiltą skirtingo intensyvumo pėsčiųjų apkrova

11.49. Eksperimentiškai nustatytos vertikalųjų svyravimų pagreičių reikšmės esant skirtingam pėsčiųjų žadinimo intensyvumui sudarė iki  $0,32 \text{ m/s}^2$ . LST EN standartuose reglamentuojama maksimali priverstinių svyravimų pagreičio reikšmė priklauso nuo komforto klasės (žr. 9 punktą). CL3 klasės tiltams, kuriuo reglamentuojamas aukščiausias komforto lygmuo, maksimalus vertikalųjų svyravimų dažnis tur būti ne didesnis kaip  $0,5 \text{ m/s}^2$ . Eksperimentiškai gautos mažesnės vertikalųjų svyravimų pagreičių reikšmės. Pagal eksperimentiškai nustatytas vertikalųjų priverstinių svyravimų pagreičių maksimalias reikšmes, tiltą galima priskirti maksimalų komfortą atitinkančiai CL3 klasei.

11.50. Eksperimentiškai nustatytos horizontalių skersinių svyravimų pagreičių reikšmės esant skirtingam pėsčiųjų žadinimo intensyvumui sudarė iki  $0,11 \text{ m/s}^2$ . LST EN standartuose CL3 klasės tiltams maksimalus horizontaliųjų svyravimų dažnis tur būti ne didesnis kaip  $0,1 \text{ m/s}^2$ . Eksperimentiškai gautos nežymiai didesnės horizontaliųjų svyravimų pagreičių reikšmės. Priėmus konservatyvų apibendrinimą, pagal eksperimentiškai nustatytas horizontaliųjų priverstinių svyravimų pagreičių maksimalias reikšmes, tiltą galima priskirti vidutinį komfortą atitinkančiai CL2 klasei, atitinkančiai maksimalius horizontaliuosius virpesius su ne didesniu kaip  $0,3 \text{ m/s}^2$  pagreičiu.

11.51. Baigtinių elementų metodu atlikus tilto teorinę priverstinių svyravimų analizę, veikiant skirtingo intensyvumo pėsčiųjų modelių poveikiams (skirtingi poveikiai aprašyti šio akto 9 punkte 20 psl.). Gauti tokie rezultatai. Remiantis (9) išraiška (žr. 20 psl.), nustatyta  $0,06 \text{ m/s}^2$  perdangos vertikalųjų svyravimų pagreičio reikšmė. Tiltą paveikus (10) išraiška apibrėžiančiu pėsčiųjų minios poveikiu nustatyta  $0,671 \text{ m/s}^2$  perdangos vertikalųjų svyravimų pagreičio reikšmė. Tiltą paveikus (11) išraiška apibrėžiančiu pėsčiųjų grupės poveikiu nustatyta  $0,083 \text{ m/s}^2$  perdangos vertikalųjų svyravimų pagreičio reikšmė. Tiltą paveikus (12) išraiška bėgikų grupės poveikiu

nustatyta  $0,117 \text{ m/s}^2$  perdangos vertikaliųjų svyravimų pagreičio reikšmė. Teorinės priverstinių svyravimų rezultatai apibendrinti 41 pav.



**41 pav.** Teoriškai nustatytos priverstinių svyravimų pagrečių ir laiko priklausomybės tiltą veikiant skirtingo intensyvumo išoriniai pėsčiųjų poveikiais

11.52. Atlikta tilto teorinė priverstinių svyravimų dinaminė analizė parodė, kad didžiausią įtaką tilto vertikaliesiems svyravimams turi minios apkrova (41 pav. viršuje). Nustatytas  $0,671 \text{ m/s}^2$  pagreitis atitinka vidutinį pėsčiųjų komfortą atitinkančią CL2 klasę. Panašūs rezultatai gauti ir



*eksperimentinės analizės metu. Atsižvelgiant į tilto lokaciją bei pėsčiųjų minios eksploatacinį intensyvumą, gauta komforto klasė yra priimtina. Vis dėlto, vykstant Ukmergės miesto šventėms, pėsčiųjų eismas tiltu ženkliai išauga (42 pav.) lyginant su įprastinėmis dienomis. Ateityje didėjant panašių renginių skaičiui, gali tekti užtikrinti didesnę tilto komforto lygmenį.*



**42 pav.** Padidėjęs pėsčiųjų eismo intensyvumas tiltu Ukmergės miesto šventės metu

## **12. Privalomosios pastabos**

*Atlikus pėsčiųjų tilto per Šventosios upę Ukmergėje laikančiųjų konstrukcijų ir elementų techninės būklės vertinimą, tilto perdangos laikomosios galios vertinimą bei tilto dinaminų parametrų atitikimą LST EN 1991-2 [10.10] reikalavimams galima suformuluoti tokias privalomas pastabas statinio būklei pagerinti bei saugai užtikrinti:*

*12.1. Pakloto elementus būtina demontuoti bei įrengti naują einamosios dalies paklotą (išlyginamasis sluoksnis, hidroizoliacija, tako dangą).*

*12.2. Pašalinti esamus turėklus ir įrengti naujus turėklus atsižvelgiant į TR 2.01:2019 reglamento 96 p. reikalavimus.*

*12.3. Būtina įrengti lietaus vandens nuvedimo sistemą užtikrinant atitikimą STR 2.01.01(3):1999 reglamento bei TR 2.01:2019 reglamento IX skyriaus reikalavimams.*

*12.4. Tiltu pradžioje ir pabaigoje ties ramtų ir perdangos sijų sandūra pakloto lygmenyje turi būti įrengti nauji pakloto deformaciniai pjūviai, kurie turi tenkinti TR 2.01:2019 reglamento 92–94 p. reikalavimus.*

*12.5. Būtina atnaujinti tilto apšvietimo sistemą laikantis TR 2.01:2019 reglamente nurodytų reikalavimų.*

*12.6. Pakeisti esamus paslankius atraminius guolius atramose 1-3 ir 5-8 bei įrengti nepaslankius*

*atraminius guolius atramoje 4. Atramose (ramtuose ir tauruose) rekomenduojama įrengti aikšteles atraminių guolių atrėmimui.*

*12.7. Būtina imtis šių priemonių tilto perdangų ir atramų techninės būklės atstatymui:*

- *reikšmingai pažeistų paklotą laikančių plokščių gembinių dalių ties kraštinėmis sijomis keitimas naujomis arba stiprinimas;*
- *zonose, kuriose perdangos sijų ir atramų betonas pažeistas betono paviršių valymas ir apsauginių dangų atstatymas: nuvalomi betono paviršiai, pašalinamas atšokęs apsauginis sluoksnis ir atkerę betono gabalai, užtaisomos kavernos, paviršinės pažaidos ir plyšiai, atstatomas pažeistas apsauginis sluoksnis, sudūlėję paviršiai;*
- *atidengus pažeisto betono sluoksnius ir nustatčius armatūros koroziją, rūdijančių ir atsidengusių armatūros strypų nuvalymas bei atsidengusios armatūros padengimas antikorozine danga; naudojama vietose, kur dėl armatūros korozijos atkeręs ar pilnai nukritęs apsauginis betono sluoksnis; šiose zonose betoniniai paviršiai atstatomi ir remontuojami pagal ankstesnio punkto rekomendacijas;*
- *zonose, kur betono sluoksniai nėra pažeisti, būtina užtikrinti arti betono paviršiaus esančios armatūros antikorozinę apsaugą korozijos vystymosi prevencijai;*
- *supleišėjusius gelžbetoninių elementų paviršius padengti tampria danga; nustatčius didesnio nei 0,5 mm pločio plyšius juos injektuoti polimerinėmis medžiagomis;*
- *sijų ir atramų betoninių paviršių padengimas atmosferos poveikiams atsparia danga; rekomenduotina naudoti hidrofobizuojančius impregnantus;*
- *kapitalinio remonto metu nustatčius reikšmingus defektus ir pažaidas, kurie gali kelti pavojų tilto saugos aspektu, būtina priimti sprendimus dėl galimo elementų pakeitimo ar stiprinimo.*

*12.8. Perdangos ir atramų konstrukcijų kapitalinio remonto/rekonstrukcijos priemonės priklauso nuo priimtų inžinerinių sprendinių. Ženkliai nesikeičiant nuolatinės apkrovos intensyvumui bei tilto konstrukciniai schemai esamų laikančiųjų konstrukcijų laikomoji galia yra pakankama.*

*12.9. Pereinamųjų plokščių ties kraštinėmis atramomis būklės patikrinti nėra galimybės. Sprendimas dėl pereinamųjų plokščių turi būti priimtas pašalinus einamosios dalies paklotą ties kraštinėmis atramomis bei įvertinus pereinamųjų plokščių techninę būklę. Esant priimtinaai būklei, būtina įrengti patikimą pagrindą po esamomis pereinamomis plokštėmis. Inžineriniai sprendimai gali būti patikslinti kapitalinio remonto/rekonstrukcijos darbų vykdymo metu.*



12.10. Būtina sutvarkyti gerbūvį tilto prieigose ir po tiltu, atnaujinti kūgius stiprinančių betoninių elementų paviršius, suirusius elementus pakeisti naujais, zonose kuriose betoniniai elementai deformuoti arba išplautas pagrindas po jais, įrengti naują pagrindą.

12.11. Atnaujinti šlaitinių laiptų elementų (gelžbetoninių pakopų ir turėklų) paviršius.

12.12. Šiame skirsnyje išvardintos intervencinės priemonės turi būti priimtose ne vėliau kaip per 5 metus po šio akto pateikimo. Šiame laikotarpyje nesiėmus nurodytų priemonių techninė būklė gali ženkliai pablogėti ir kelti laikančiųjų konstrukcijų, o kartu ir pačio tilto avarijos pavojų. Per šį laikotarpį nesiėmus nurodytų priemonių būtina atlikti pakartotiną statinio techninės būklės kaitos vertinimą.

12.13. Eksploatuojant tiltą iki intervencinių priemonių įgyvendinimo būtina nuolatinė jo būklės stebėseną. Pastebėjus esamų defektų ir pažaidų vystimosi pokyčius bei naujai atsiradusius defektus ir pažaidas būtina nedelsiant įvertinti jų galimą poveikį tilto laikomajai galiai ir saugai bei esant poreikiui laikinai apriboti tilto tolimesnę eksploataciją.

12.14. Eksploatuojant tiltą jį būtina tinkamai prižiūrėti. Šioms veikloms atlikti galima vadovautis AB „Via Lietuva“ (ankščiau Lietuvos automobilių kelių direkcija prie Susisiekimo ministerijos) patvirtintomis tiltų techninės priežiūros taisyklėmis TTPT10. Būtina nuolatinė ir kasmetinė tilto būklės stebėseną bei pastebėtų defektų ir pažaidų savalaikė vystimosi prevencija. Priklausomai nuo tilto būklės kitimo, ateityje būtina numatyti ne rečiau kaip kas 5 metus atlikti tilto detaliąsias apžiūras, o po stichinių nelaimių (didelių potvynių, liūčių ir pan.) specialiąsias neplanines apžiūras.

### **13. Neprivalomosios pastabos**

13.1. Rekomenduojama numatyti Šventosios upės vagos reguliavimo priemones zonose po tiltu.

### **14. Statinio techninės būklės įvertinimas**

Tiltas per Šventosios upę yra neatsiejama Ukmergės miesto pėsčiųjų ir dviratininkų eismo infrastruktūros dalis. Tiltas jungia miesto centrinę dalį su miesto sporto centru ir rekreacine zona. Statinio geros eksploatacinės bei estetinės būklės išsaugojimas turi prioritetinę svarbą tiek Ukmergės miesto įvaizdžio, tiek ir susisiekimo infrastruktūros patikimumo požiūriu. Toliau eksploatuojant tiltą būtina užtikrinti pakankamą jo laikančiųjų konstrukcijų laikomąją galią ir saugą bei geras eksploatacines ir estetines savybes.

Atlikus tilto techninės būklės vertinimą bei atitikimo Lietuvoje galiojančių statybos norminių dokumentų reikalavimams galima teigti, kad per 42 metų eksploataciją tilto laikančiosios konstrukcijos ir elementai nusidėvėjo, juose atsirado pažaidų ir defektų. Tai lėmė, kad dabartinė

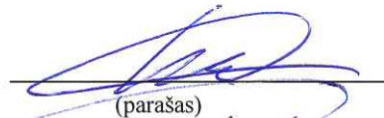


statinio techninė būklė yra tik patenkinama, o kai kuriuose konstrukciniuose elementuose tyrimų metu identifikuoti defektai, lemiantys tilto laikančiųjų elementų laikomosios galios ir saugos sumažėjimą. Artimiausiu metu būtina atlikti tilto kapitalinio remonto/rekonstrukcijos darbus, siekiant pagerinti jo konstrukcijų ilgaamžiškumą ir saugą. Preliminarios darbų apimtys bei techninis aprašas pateiktas 3 ir 4 prieduose.

Dabartinė tilto būklė leidžia teigti, kad įvertinus eksploatacijos metu atsiradusius defektus ir pažaidas tilto gelžbetoninės perdangos sijos tenkina STR 2.01.01(1):2005. Esminis statinio reikalavimas „Mechaninis atsparumas ir pastovumas“ reikalavimus ir atlaiko Lietuvoje pėsčiųjų tiltų projektavimui taikomą kintamąją pėsčiųjų minios modelio ( $q_{fk}=5 \text{ kPa}$  ( $\approx 500 \text{ kg/m}^2$ )) apkrovą. Dinaminiu požiūriu tilto konstrukcijos atitinka CL2 komforto lygmenį, reglamentuojamą LST EN 1990:2023 H priede, kuris atitinka vidutinį komforto lygmenį. Tiltu tolimesnė eksploatacija galima atstačius jo laikančiųjų konstrukcijų ir elementų eksploatacines savybes. Tiltu saugos ir patikimumo užtikrinimui būtina atlikti esamo tilto kapitalinį remontą/rekonstrukciją, o esant poreikiui ir stiprinimą, siekiant užtikrinti laikančiųjų konstrukcijų atitikimą STR 2.01.01(1):2005. Esminis statinio reikalavimas „Mechaninis atsparumas ir pastovumas“ reikalavimams. Atliekant darbus būtina vadovautis TR 2.01:2019 bei kitų normatyvinių dokumentų reikalavimais. Kapitalinio remonto/rekonstrukcijos metu būtina įgyvendinti 12 ir 13 skyriuose išvardintas intervencines priemones.

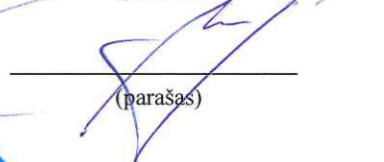
Rekomenduotos intervencinės priemonės turi būti priimtos per artimiausius 5 metus. Šiame laikotarpyje nesiėmus priemonių būtina atlikti pakartotiną statinio techninės būklės kaitos vertinimą. Po tilto kapitalinio remonto, tilto konstrukcijas ir elementus būtina nuolat prižiūrėti, atliekant kasmetines apžiūras, o kas 5 metus detaliąsias apžiūras. Neprižiūrimo tilto ilgaamžiškumas, o kartu sauga ir patikimumas ilgainiui gali vėl sumažėti.

Ekspertizės vadovas ir ekspertas

  
(parašas)

D. Bačinskas  
(v. pavardė)

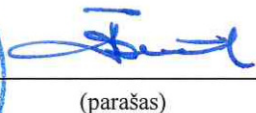
Tyrimo ekspertas

  
(parašas)

R. Šalna  
(v. pavardė)

Laboratorijos vedėjas



  
(parašas)

A. Šneideris  
(v. pavardė)



## Priedas 1. Tyrimų techninės užduotys



TVIRTINU  
Ukmergės rajono savivaldybės  
administracijos direktorė  
Inga Pračkailė

### PĖSČIŪJŲ TILTO PER ŠVENTOSIOS UPĖ EKSPERTIZĖS PASLAUGŲ PIRKIMO TECHNINĖ SPECIFIKACIJA

**1. Perkančioji organizacija:** Ukmergės rajono savivaldybės administracija, adresas Kęstučio a. 3, LT-20114, Ukmergė.

**2. Pirkimo objektas jo apibūdinimas:**

**2.1.** Pirkimo objektas – pėsčiųjų tilto per Šventosios upę ekspertizės paslaugos (toliau – Paslaugos).

**3. Reikalavimai paslaugoms:**

3.1. Tiltų konstrukcijų pirminė apžiūra, preliminarus techninės būklės vertinimas, turimos su tiltu projektavimu, statyba ir eksploatacija susijusios dokumentacijos analizė.

3.2. Tiltų detaliosios apžiūros planavimas ir atlikimas, defektų ir pažeidimų schemų sudarymas, defektų ir pažeidimų poveikio tiltų laikančiųjų konstrukcijų saugai ir ilgaamžiškumui vertinimas.

3.3. Tiltų konstrukcijų atitikimo saugos (laikomosios galios) ir eksploatacinių (plyšių ir įlinkių) ribinių būvių reikalavimas teorinis vertinimas, atsižvelgiant į esamą tiltų konstrukcijų techninę būklę.

3.4. Tiltų perdangos dinaminių parametų atitikimo Lietuvos normatyviniuose dokumentuose reglamentuojamiems pėsčiųjų tiltų komforto kriterijams teorinis vertinimas.

3.5. Išvadų ir rekomendacijų dėl tiltų techninės būklės, laikančiųjų konstrukcijų saugos ir atitikimo esminiams statinio reikalavimams vertinimas. Intervencinių priemonių poreikio ir pobūdžio tiltų konstrukcijų būklei pagerinti siūlymai.

3.6. Tiltų pažeidimų ir defektų žiniaraščių bei pavyzdinės techninės užduoties tiltų kapitalinio remonto/rekonstrukcijos projektavimui parengimas.

**4. Teikiant paslaugas laikytis šių aplinkosaugos reikalavimų:**

4.1. mažinti popieriaus sunaudojimą, atsisakyti nebūtino dokumentų kopijavimo ir spausdinimo, rengiama dokumentacija, paslaugų perdavimo–priėmimo aktai užsakovui turi būti pateikti tik elektroniniu formatu, o dokumentacija, kuri turi būti pasirašoma ir paslaugų perdavimo–priėmimo aktai turi būti pasirašomi elektroniniu parašu;

4.2. esant būtinybei spausdinti, naudojamas perdirbtas popierius, kuris atitinka žaliajo pirkimo reikalavimus, patvirtintus Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2011 m. birželio 28 d. įsakyme Nr. D1-508 „Dėl Produktų, kurių viešiesiems pirkimams taikytini aplinkos apsaugos kriterijai, sąrašo, Aplinkos apsaugos kriterijų ir Aplinkos apsaugos kriterijų, kuriuos perkančiosios organizacijos turi taikyti pirkdamos prekes, paslaugas ar darbus, taikymo tvarkos aprašo patvirtinimo“ (toliau – AM įsakymas Nr. D1-508).

**Parengė:**

Statybos ir infrastruktūros skyriaus  
vedėjo pavaduoto

Irma Paškevičienė

**Derino:**

Statybos ir infrastruktūros skyriaus vedėjas

Tadas Balžekas

**PĖSČIŪJŲ TILTO PER ŠVENTOSIOS UPĘ DINAMINIŲ TYRIMŲ  
PASLAUGŲ PIRKIMO  
TECHNINĖ SPECIFIKACIJA**

**1. Perkančioji organizacija:** Ukmergės rajono savivaldybės administracija, adresas Kęstučio a. 3, LT-20114, Ukmergė.

**2. Pirkimo objektas jo apibūdinimas:**

**2.1.** Pirkimo objektas – pėsčiųjų tilto per Šventosios upę dinaminiai tyrimai (toliau – Paslaugos).

**3. Tyrimų apimtis:**

3.1. *Tilto eksperimentiniai ir teoriniai dinaminiai tyrimai:*

tilto visų tarpatramių savųjų svyravimų formų ir jų parametų (svyravimų dažnių ir slopimo koeficientų) eksperimentiniai tyrimai. Gauti rezultatai turi būti palyginti su teoriškais gautais bei panaudoti vertinant jų atitikimą LST EN 1990 ir LST EN 1991-2 standartuose nurodytiems reikalavimams pėsčiųjų tiltams. Tyrimų metu taip pat turi būti atlikti priverstinių svyravimų eksperimentiniai matavimai ir teoriniai skaičiavimai žadinant skirtingo intensyvumo (masės) ir dažnių priverstinėmis apkrovomis (žmogaus ir keletos žmonių grupės). Gauti rezultatai turi būti panaudoti vertinant tilto atitikimą LST EN 1990 ir LST EN 1991-2 standartuose nurodytiems komforto kriterijams pėsčiųjų tiltams, apibendrinant tilto dinaminę elgseną bei tilto tinkamumą naudoti pėsčiųjų sukeliams statiniams ir dinaminiais poveikiams.

3.2. *Perdangos betono sudėties mėginių (3 mėginiai) XRF (rentgeno) tyrimas (džiovinimas, malimas, tyrimo atlikimas);*

3.3. *Perdangos betono sudėties mėginių (3 mėginiai) tyrimas skenuojančiu mikroskopu SEM/EDS (džiovinimas, paruošimas, tyrimo atlikimas);*

3.4. *Perdangos betono pH rodiklio nustatymas (3 mėginiai) (džiovinimas, malimas, tyrimo atlikimas)*

3.5. *Betono ėminių (kernų) gniuždomojo stiprio ardantieji tyrimai (6-10 bandinių).*

Betono bandinius paimti iš skirtingų tarpinių atramų. Atramose išgęžti kiaurymės maždaug 100 mm skersmens ir apie 250 mm gylio.

4. Teikiant paslaugas laikytis šių aplinkosaugos reikalavimų:

4.1. mažinti popieriaus sunaudojimą, atsisakyti nebūtino dokumentų kopijavimo ir spausdinimo, rengiama dokumentacija, paslaugų perdavimo–priėmimo aktai užsakovui turi būti pateikti tik elektroniniu formatu, o dokumentacija, kuri turi būti pasirašoma ir paslaugų perdavimo–priėmimo aktai turi būti pasirašomi elektroniniu parašu;

4.2. esant būtinybei spausdinti, naudojamas perdirbtas popierius, kuris atitinka žaliojo pirkimo reikalavimus, patvirtintus Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2011 m. birželio 28 d. įsakyme Nr. D1-508 „Dėl Produktų, kurių viešiesiems pirkimams taikytini aplinkos apsaugos kriterijai, sąrašo, Aplinkos apsaugos kriterijų ir Aplinkos apsaugos kriterijų, kuriuos perkančiosios organizacijos turi taikyti pirkdamos prekes, paslaugas ar darbus, taikymo tvarkos aprašo patvirtinimo“ (toliau – AM įsakymas Nr. D1-508).

**Parengė:**

Statybos ir infrastruktūros skyriaus  
vedėjo pavaduotoja



Irma Paškevičienė

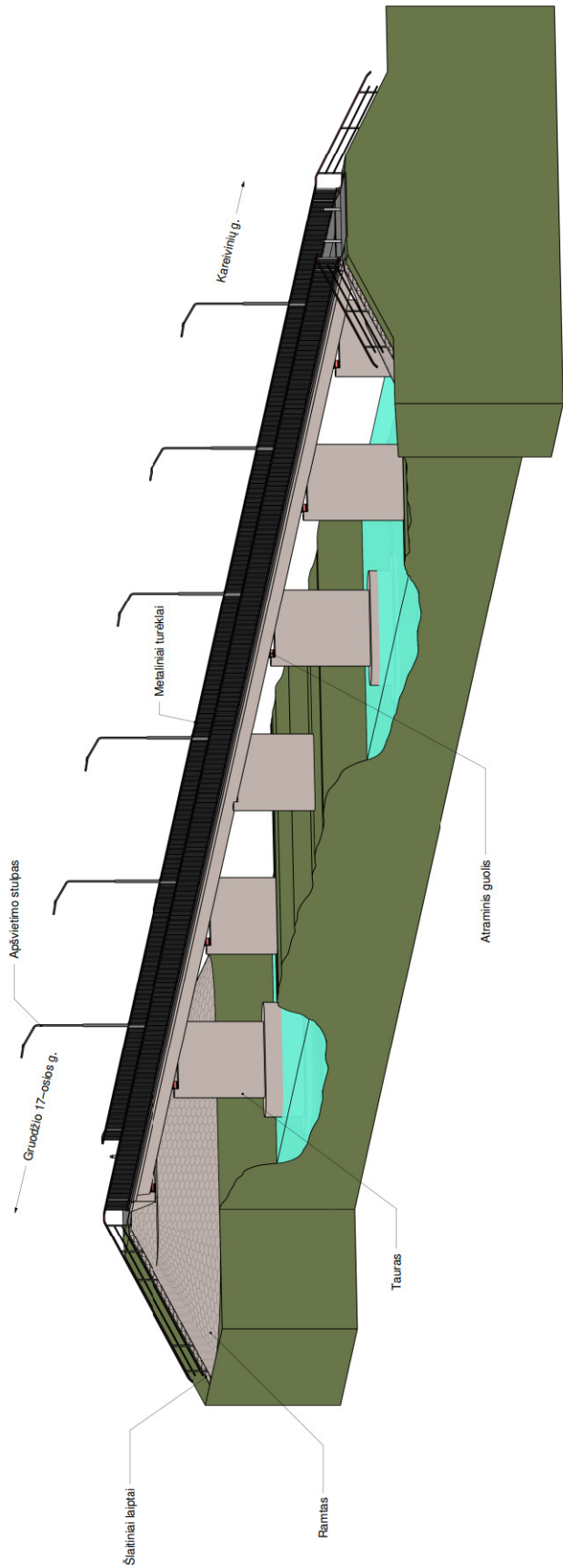
**Derino:**

Statybos ir infrastruktūros skyriaus vedėjas

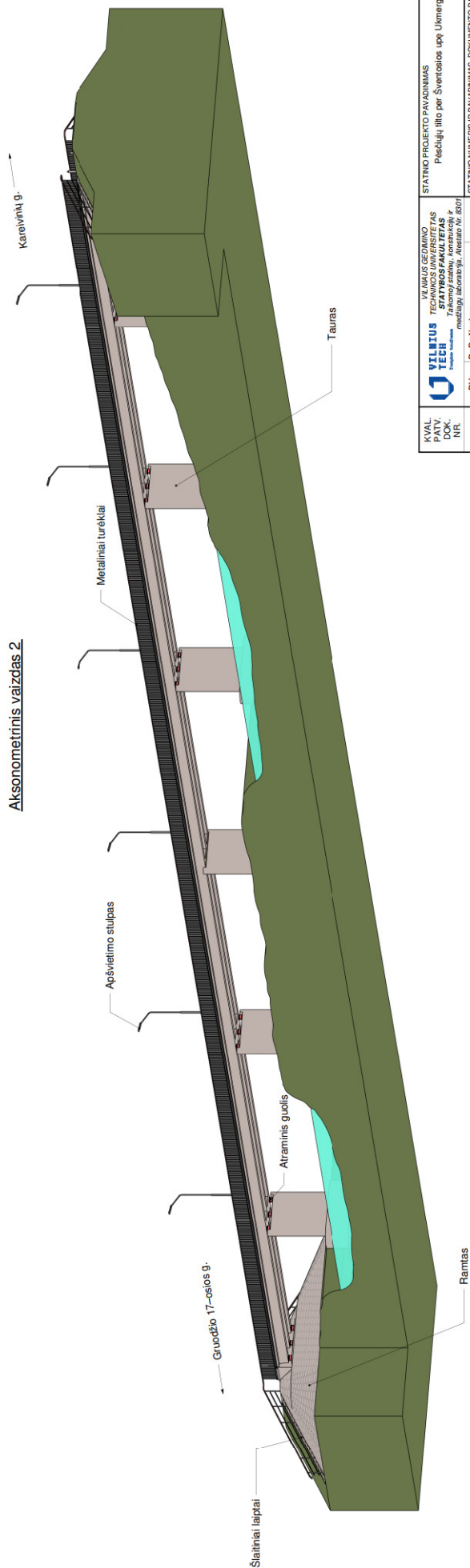


Tadas Balžekas

Aksonometrisis vaizdas 1.

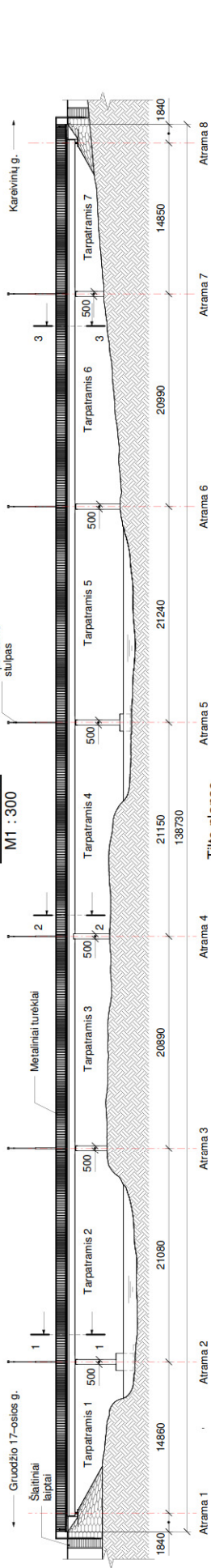


Aksonometrisis vaizdas 2.

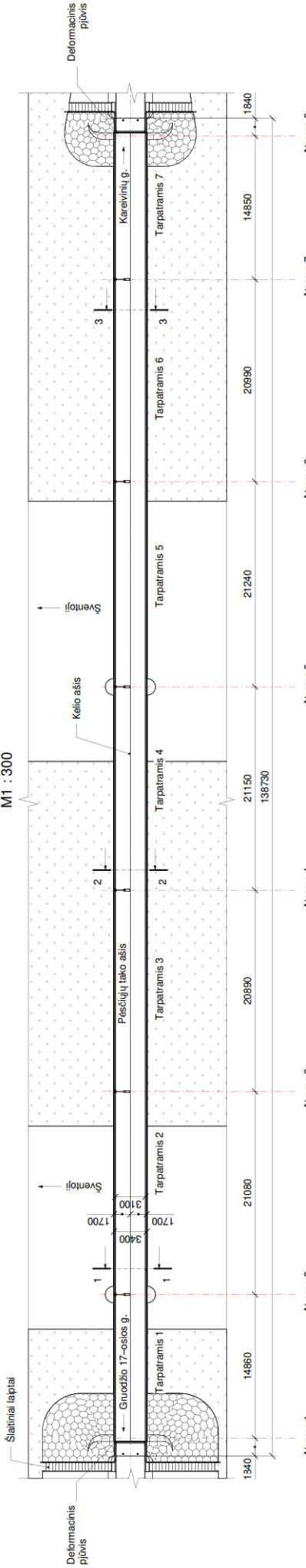


KVAL. PAV. DOK. NR.	VLMIUS TECH STATYBOS FAKULTETAS Techninis mokymas medžiaga, laboratorija, Atstovai Nr. 8107	STATYMO PROJEKTO PAVADINIMAS		Lata
		Pėsčiųjų tiltas per Šventosios upę Umergėje ekspozicijai		
DV	D. Barchinskas	STATYMO NUMERIS IR PAVADINIMAS, DOKUMENTO PAVADINIMAS		0
Vykd.	K. Sakalauskas	Pėsčiųjų tiltas per Šventosios upę aksonometriškai		Lapų
Vykd.	A. Sokolov	DOKUMENTO ŽYMUO		1
It	Umergės rajono savivaldybės administracija	Sutartis reg. nr. 10.13-2024-733		3

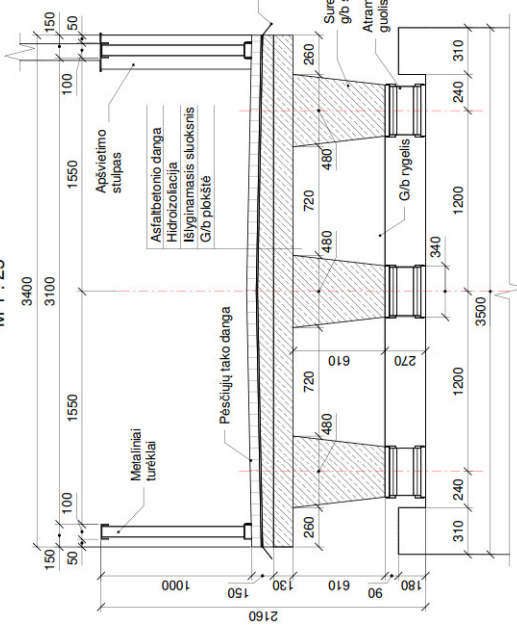
**Tilto fasadās**  
M1 : 300



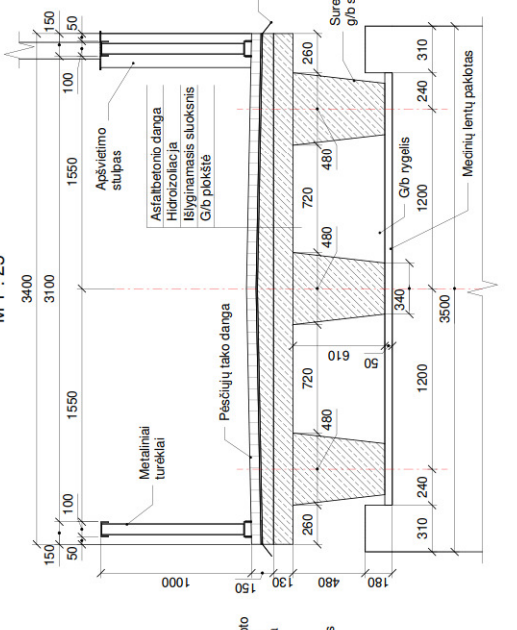
**Tilto planas**  
M1 : 300



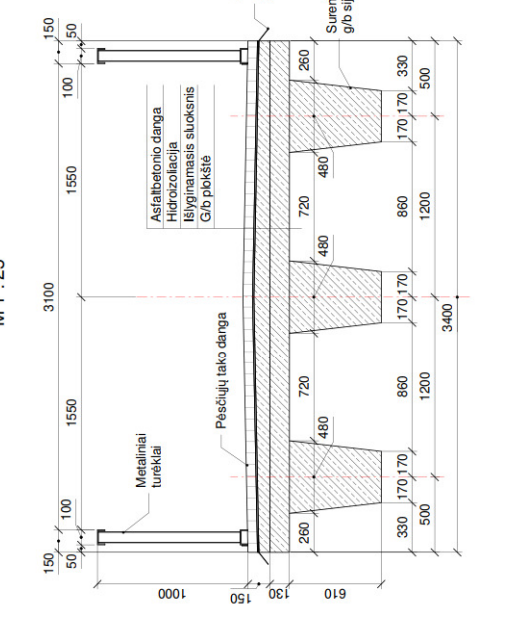
**Skersinis pjūvis 1-1**  
M 1 : 25



**Skersinis pjūvis 2-2**  
M 1 : 25

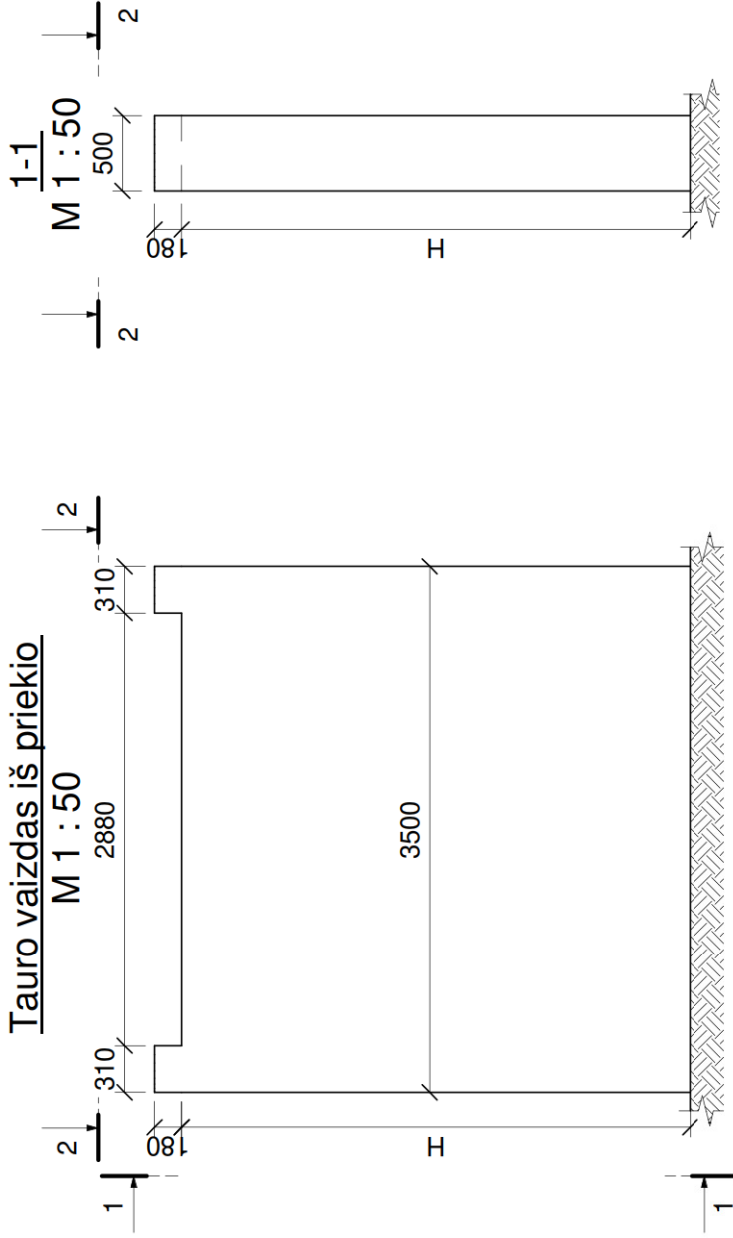


**Skersinis pjūvis 3-3**  
M 1 : 25



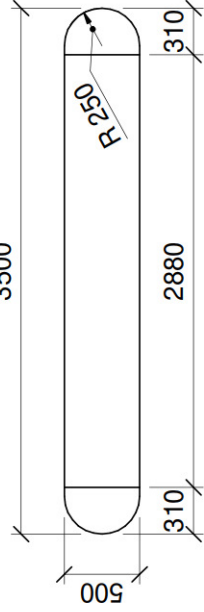
KVALIFIKACIJOS PILNŲ DOKUMENTŲ NR.	STATYBOS SEKIMO TECHNIKOS INŽINERIS/INŽINERIS STATYBOS FAKULTETAS Klaipėdos universitetas medžiaga, inžineriniai, statybiniai Nr. 80/01		STATYBO PROJEKTO PAVADINIMAS Pėsčiųjų tiltas per Sventojos upę Umergėje eksploatiz	
	DV	D. Barchinskas	STATYBO NUMERIS IR PAVADINIMAS, DOKUMENTO PAVADINIMAS	Laiška
	Vykd.	K. Sakalauskas	Pėsčiųjų tiltas per Sventojos upę fasadas, planas ir skersiniai pjūviai	0
II		Vykd.	STATYTŲTOJAS IR ARBA UŽSAKOVAS Umergės rajono savivaldybės administracija	Lapas
			DOKUMENTO ŽYMOO Sutartis reg. nr. 10.13.2024-733	2
				3

### Tauro vaizdas iš priekio




2-2  
M 1 : 50

Atramos pavadinimas	Tauro aukštis (H), mm
Atrama 2	3800
Atrama 3	2900
Atrama 4	3400
Atrama 5	4200
Atrama 6	4200
Atrama 7	2600



### PASTABOS:

- H – atstumas nuo žemės paviršiaus iki atraminio guolio atrėmimo paviršiaus. Išimtis – Atrama 2 ir Atrama 5 – šiuo atveju H žymi atstumą nuo rostverko viršutinio paviršiaus iki atraminio guolio atrėmimo paviršiaus.

KVAL. PATV. DOK. NR.	 <b>VILNIUS TECH</b> VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS <b>STATYBOS FAKULTETAS</b> Taikomoji statinių, konstrukcijų ir medžiagų laboratorija, Atestato Nr. 8301		
DV	D. Bačinskas		
Vykd.	K. Sakalauskas		
Vykd.	A. Sokolov		
It	STATYTOJAS IR (ARBA) UŽSAKOVAS Ukmergės rajono savivaldybės administracija		

STATINIO PROJEKTO PAVADINIMAS			
Pėsčiųjų tilto per Šventosios upę Ukmergėje ekspertizė			
STATINIO NUMERIS IR PAVADINIMAS, DOKUMENTO PAVADINIMAS		Laida	
Pėsčiųjų tilto per Šventosios upę taurų vaizdai		0	
DOKUMENTO ŽYMIO		Lapas	Lapų
Sutartis reg. nr. 10.13-2024-733		3	3

**Priedas 3.** Pėsčiųjų tilto per Šventosios upę Ukmergės mieste defektų ir pažeidų žiniaraštis

Eil. Nr.	Svarbiausieji defektai ir pažeidos	Mato vnt.	Kiekis
<b><i>Paklotas</i></b>			
1.	Paklotas einamojoje dalyje su pažaidomis (bendras plotas 475 m <sup>2</sup> )	%	100
2.	Turėklų pažeidos (bendras ilgis 2×150 m=300 m),	%	100
3.	Neįrengta lietaus nuvedimo sistema	%	100
4.	Nefunkcionuojantys deformaciniai pjūviai	% / vnt	100 / 2
<b><i>Gelžbetoninės sijos ir paklotą laikančios plokštės</i></b>			
5.	Pažeisti, sudūlėję, drėkinami, su nuoskėlomis, perdangos sijų ir pakloto plokščių paviršiai, lokaliuose zonose atšokęs apsauginis sluoksnis, atsidengusi ir koroduojanti armatūra, išilginiai ir normaliniai plyšiai perdangos sijos paklotą laikančios plokštės	vnt / m <sup>2</sup>	21 / 610 – / 310
6.	Perdangos sijos su reikšmingais pažeidimais	vnt / m <sup>2</sup>	1 / 30
<b><i>Atraminiai guoliai</i></b>			
7.	Fiziškai ir morališkai nusidėvėję paslankūs sektorinio tipo atraminiai guoliai	vnt	21
8.	Neįrengti paslankūs atraminiai guoliai	vnt	3
<b><i>Atramos</i></b>			
9.	Pažeisti, drėkinami, su nuoskėlomis, taurų paviršiai, atšokęs apsauginis sluoksnis	m <sup>2</sup>	200
10.	Tas pats ramtų paviršiuose	m <sup>2</sup>	20
<b><i>Kūgia ir laiptai</i></b>			
11.	Apaugę kūgiai ir jų prieigos (bendras plotas 280 m <sup>2</sup> )	%	20
12.	Deformuoti, drėkinami ir pažeisti kūgius tvirtinantys gelžbetoniniai elementai	%	90
13.	Sudūlėjęs ir pažeistas šlaitinių laiptų pakopų betonas (laiptų bendras ilgis 20 m)	%	90
14.	Paviršinė šlaitinių laiptų turėklų korozija ir apsauginės dangos pažeidos	%	90
15.	Nesutvarkyta aplinka po tiltu	m <sup>2</sup>	1200

**Pastaba:** rengiant projektinius sprendinius pažeidų kiekius būtina patikslinti atsižvelgiant į šioje ataskaitoje pateiktus tyrimų rezultatus.

**Priedas 4.** Pėsčiųjų tilto per Šventosios upę Ukmergės mieste žiniaraštis kapitalinio remonto/rekonstrukcijos projektavimo techninės sąlygos

- 1. Komplexo pavadinimas:** Pėsčiųjų tilto per Šventosios upę Ukmergės mieste
- 2. Užsakovas:** Ukmergės rajono savivaldybės administracija
- 3. Projektavimo stadija:** Techninis–darbo projektas
- 4. Statybos rūšis:** Kapitalinis remontas / rekonstrukcija
- 5. Statybos vieta:** tiltas per Šventąją tarp Gruodžio 17-osios g. ir Kareivinių g.
- 6. Planuojama statybos pradžia:** 202\_m.
- 7. Projektuojamo komplekso sudėtis:**

**7.1. Tiltas kapitalinis remontas / rekonstrukcija:**

- 7.1.1. Zonose, kuriose perdangos sijų, paklotą laikančiųjų plokščių ir atramų betonas pažeistas betono paviršių valymas ir ir apsauginių dangų atstatymas: nuvalomi betono paviršiai, pašalinamas atšokęs apsauginis sluoksnis ir atkerę betono gabalai, užtaisomos kavernos, paviršinės pažaidos ir plyšiai, atstatomas pažeistas apsauginis sluoksnis, sudūlėję paviršiai.
- 7.1.2. Atidengus pažeisto betono sluoksnius ir nustačius armatūros koroziją, rūdijančių ir atsidengusių armatūros strypų nuvalymas bei atsidengusios armatūros padengimas antikorozine danga; naudojama vietose, kur dėl armatūros korozijos atkeręs ar pilnai nukritęs apsauginis betono sluoksnis. Šiose zonose betoniniai paviršiai atstatomi ir remontuojami pagal 7.1.1 punkto rekomendacijas.
- 7.1.3. Remontuojant taurus būtina papildomai įvertinti po žeme ir vandeniui esančių kolonų dalių būklę ir imtis papildomų priemonių galimų defektų ir pažaidų pašalinimui.
- 7.1.4. Reikšmingai pažeistų paklotą laikančiųjų plokščių gembinių dalių ties kraštinėmis pagrindinėmis sijomis keitimas naujomis arba stiprinimas.
- 7.1.5. Kapitalinio remonto metu nustačius reikšmingus defektus ir pažaidas, kurie gali kelti pavojų tilto saugos aspektu, būtina priimti sprendimus dėl galimo elementų pakeitimo ar stiprinimo.
- 7.1.6. Zonose, kur betono sluoksniai nėra pažeisti, būtina užtikrinti arti betono paviršiaus esančios armatūros antikorozinę apsaugą korozijos vystymosi prevencijai.
- 7.1.7. Sijų ir atramų (dalyse virš vandens) betoninių paviršių padengimas atmosferos poveikiams atsparia danga. Rekomenduotina naudoti hidrofobizuojančius impregnantus.

- 7.1.8. Pašalinus pakloto dangą ties atramomis 1 ir 8 bei įvertinus pereinamųjų plokščių ties šiomis atramomis būklę, būtina įvertinti pereinamųjų plokščių techninę būklę bei jų pakeitimo būtinybę.
  - 7.1.9. Naujų pakloto deformacinių pjūvių įrengimas.
  - 7.1.10. Atraminių guolių pakeitimas ir atraminių aikštelių ant ramtų ir taurų įrengimas (pagal galimybes).
  - 7.1.11. Važiuojamosios dalies pakloto ir turėklų pakeitimas. Apšvietimo sistemos atnaujinimas.
  - 7.1.12. Lietaus nuvedimo sistemos įrengimas.
  - 7.1.13. Šlaitinių laiptų su turėklais remontas ir naujų įrengimas.
  - 7.1.14. Gerbūvio ir kūgių sutvarkymas. Šventosios upės vagos reguliavimo sistemos įrengimas (pagal galimybes).
- 7.2. Parengti eismo organizavimo tvarką remontuojant/rekonstruojant tiltą.
- 8. Tiltų kapitalinio remonto / rekonstrukcijos projektas turi būti parengtas vadovaujantis STR 1.04.04:2017 bei kitais Lietuvoje galiojančiais norminiais dokumentais.**
- 9. Derinimai:** Projektinę dokumentaciją derinti nustatyta tvarka.
- 10. Atlikimo terminas:** Ne ilgiau kaip per (įrašyti) dienų po sutarties pasirašymo.
- 11. Egzempliorių skaičius:** (įrašyti) egzemplioriai.

**Pastaba:** techninės sąlygos gali būti koreguojamos priklausomai nuo priimamų tiltų kapitalinio remonto/rekonstrukcijos inžinerinių sprendimų.