



Dalinės statinio ekspertizės aktas Nr. E24-16
Dalis: konstrukcijos
 2024 m. liepos mėn. 11 d.

KVALIFIKACIJOS ATESTATAS
NR. 8301

1. Ekspertizės objektas Tiltas per Ežerupio upę, pikete 6+30, Gineikių km., Kaltinėnų sen., kelyje Žemaičių plentas –Pagrybis
(pavadinimas ir adresas)
2. Užsakovas Šilalės rajono savivaldybės administracija, J. Basanavičiaus g. 2-1, 75138 Šilalė
(pavadinimas ir adresas)
3. Ekspertizės vadovas Darius Bačinskas (KA Nr. 12925)
(vardas, pavardė, kval. atestato Nr.)
4. Ekspertai Darius Bačinskas (KA Nr. 12925)
(vardas, pavardė, kval. atestato Nr.)
5. Ekspertizės pagrindas 2023-11-15 d. sutarties Reg. Nr. 10.13-2023-1541 (Užsakovo registracijos Nr. B6(B)-299 (7.64 E), 2023-11-13 d.)
6. Ekspertizės pradžia 2023-11-15 7. Ekspertizės pabaiga 2024 04 16
8. Prie akto pridedama 1 priedas. Techninė užduotis (2 psl.), 2 priedas. Tilto brėžiniai (1 psl.), Tilto laikančiųjų konstrukcijų defektų vaizdinė medžiaga (skaitmeninės nuotraukos laikmenoje).
(nurodomi priedų numeriai ir pavadinimai)
9. Trumpas statinio aprašymas, pagrindinės pažaidos ir defektai

Darbe atlikta gelžbetoninio tilto per Ežerupio upę, pikete 6+30, Gineikių km., Kaltinėnų seniūnijoje, Šilalės rajone laikančiųjų konstrukcijų ekspertizė. Akte pateikiamas tilto laikančiųjų konstrukcijų ir elementų techninės būklės vertinimas bei laikomosios galios atitikimo Lietuvoje galiojančių normatyvinių dokumentų reikalavimams tikrinimas. Pagrindiniai duomenys apie tiltą pateikti tilto techniniame pase [10.18] ir turimoje statybinės dalies darbo projekto byloje [10.19]. Pagal tilto techniniame pase [10.18] pateiktus duomenis tiltas pastatytas ir pradėtas naudoti 1976 m. pagal Respublikinio vandens ūkio projektavimo instituto (privatizuotas 1993 – 1995 m. dabar UAB „Sweco Lietuva“, UAB „Šiaulių hidroprojektas“, UAB „Vilniaus hidroprojektas“) parengtą projektą. Tiltos statybos rangovas – Kauno melioracijos statybos ir montavimo valdyba (MSMV). Tilto turimoje projektinėje dokumentacijoje nurodyta [10.19], kad tiltui panaudoti tipinio projekto sprendiniai, pateikti 1962 m. Minske (Baltarusijoje) parengtoje serijoje 5-04-145, pritaikant melioraciniais objektams. Projektinėje dokumentacijoje nurodyta, kad tilto gelžbetoninės konstrukcijos suprojektuotos N-30 ir NK-80 apkrovoms pagal tipinio projekto parengimo metu galiojusias projektavimo normas SNiP II-D.7-62 [10.15], SN 200-62 [10.16] ir SN 365-67 [10.17]. Tilto vieta Gineikių kaimo plane pateikta 1 pav., o bendri vaizdai 2 pav.



1 pav. Tilto vieta Gineikių kaimo plane

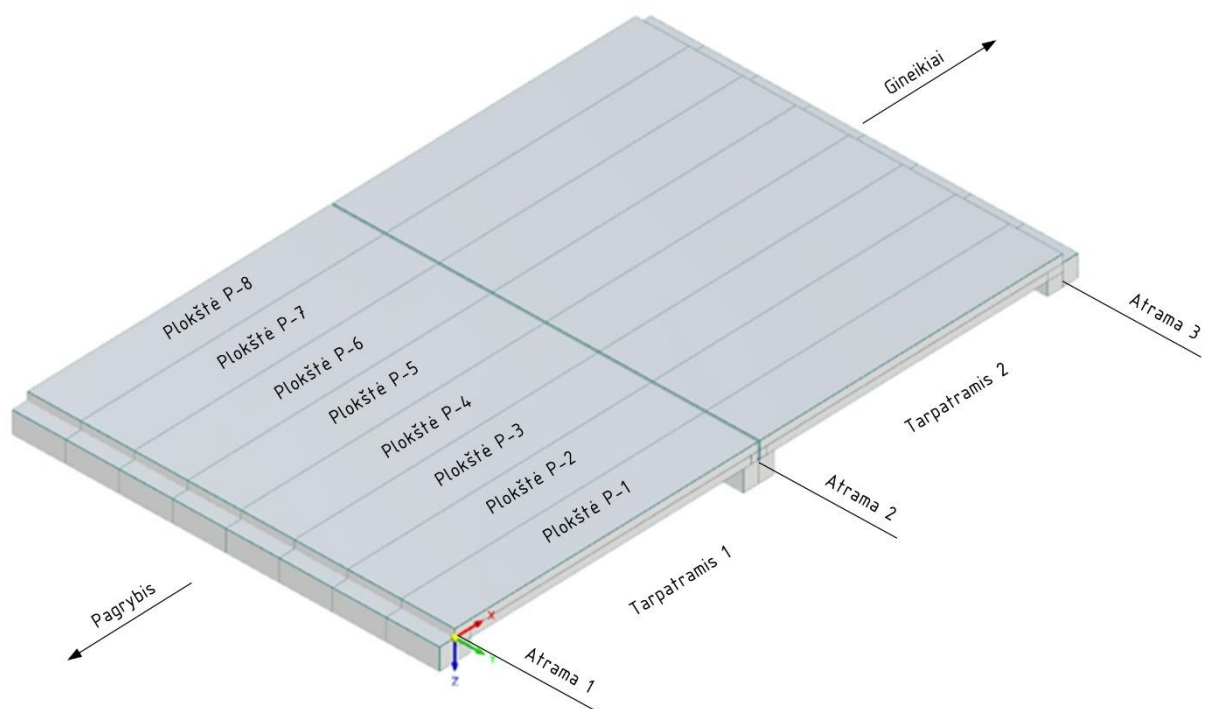


2 pav. Tilto bendri vaizdai

Tiltas yra Gineikių km. teritorijoje D. Poškos g., tiltu vyksta automobilių transporto priemonių eismas. Saugus pėsčiųjų ir dviratininkų eismas tiltu nenumatytas. Automobilių eismui ant tilto įrengtos 2 eismo juostos, tačiau dėl nedidelio transporto priemonių srauto eismas vyksta viena iš esmės tik viena kryptimi. Leidžiamas automobilių priemonių greitis tiltu – 50 km/h. Prieš užvažiuojant ant tilto (abiejose gatvės pusėse) pastatyti įspėjamieji ženklai (314 – Ribota masė) ribojantys transporto priemonių masę iki 8 t. Tyrimų metu dėl įrengtų apribojimų eismas tiltu nėra intensyvus. Tiltu pravažiuoja pavienės transporto priemonės, tiltu pagrinde naudojasi vietos ūkininkai bei gyventojai. Informacija apie tilto techninės būklės ankstesnius tyrimai po jo eksploatacijos pradžios neišlikusi.

Prieš atliekant detaliąją techninę apžiūrą atlikti pagrindinių tilto perdangos konstrukcijų ir jų elementų geometriniai matavimai bei sudaryti laikančiųjų konstrukcijų brėžiniai ir schemas. Dalis geometrinių duomenų paimta iš tilto paso [10.18] ir turimos tilto projektinės dokumentacijos [10.19]. Kita dalis (trūkstami arba patikslinti duomenys) nustatyti šių tyrimų metu. 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 Pagrybio gyvenvietės pusės. Šioje pusėje taip pat yra dirbtiniai vandens tvenkiniai. Ši atrama žymima atrama 1. Atitinkamai, Gineikių kaimo pusėje esantis ramtas žymimas atrama 3. Tarpinė atrama (tauras) žymimas atrama 2. Perdangos plokščių numeracija pradedama nuo Ežerupio upės aukštupio pusės. Aukštupio pusėje esanti kraštinė plokštė žymima P-1, o žemupio pusėje – plokštė P-8. Tarpinės plokštės žymimos, atitinkamai, nuo P-2 iki P-7.



3 pav. Tilto atramų ir perdangos elementų sutartinis žymėjimas

Pagrindiniai tilto techniniai rodikliai:

Statybos metai:	pastatytas 1976 m.
Projektavimo normos:	SNiP II-D.7-62 [10.15], SN 200-62 [10.16], SN 365-67 [10.17]
Projektinė apkrova:	N-30, NK-80
Priklausomybė kultūros paveldui:	nepriklauso
Tipas:	gelžbetoninis plokštinis karpytas ant polinių atramų
Perdangos plokščių skaičius tilto skersiniame pjūvyje	8
Perdangos formulė	$5,68 \times 5,68$ m
Perdangos plokščių ilgis	6,00 m
Perdangos plokščių skaičiuotinis ilgis	5,68 m
Perdangos bendras plotis su šalitilčiais:	8,38 m
Perdangos plokštės plotis viršutinėje dalyje/apatinėje dalyje:	0,94 m/0,98 m
Atstumas tarp gretimų plokščių apatinėje dalyje:	~65 mm
Plokščių aukštis:	0,30 m
Ramtai:	gelžbetoniniai vienaeiliai poliniai su atraminėmis sienomis iš surenkamųjų gelžbetoninių plokščių
Taurai:	gelžbetoniniai poliniai vienaeiliai su gelžbetoniniu rygeliu
Važiuojamoji dalis:	cementbetonio danga (80 mm), hidroizoliacija (10 mm), cementinio skiedinio sluoksnis (20 mm) bendras storis ~110 mm
Šalitilčiai:	nėra
Turėklai:	plieniniai $h = 1,08$ m
Atitvarai	nėra
Deformaciniai pjūviai:	nėra
Atraminiai guoliai:	nėra
Kūgiai:	ties upės vaga sutvirtinti gelžbetoninėmis plokštėmis ties kelio pylimu nesutvirtinti, natūraliai apaugę žole, medžiais ir krūmais
Šlaitiniai laiptai:	nėra

Titu nutiestas dviejų eismo juostų automobilių kelias, kurio bendras plotis 7,26 m. Pėsčiųjų ir dviratininkų eismui skirti šalitilčiai nenumatyti. Perdangos kraštuose įrengti turėkliniai gelžbetoniniai blokai, kurių aukštis ir plotis, atitinkamai, 350 mm \times 560 mm, aukštis nuo kelio dangos – ~240 mm. Ties perdangų kraštais įrengti 1,08 m aukščio plieniniai turėklai. Pagal



turimus projektinius duomenis tilto važiuojamosios dalies paklotą sudaro: cementbetonio danga – 80 mm, hidroizoliacija – 10 mm, cementinio skiedinio sluoksnis – 20 mm, bendras visų sluoksnių storis – 110 mm. Viršutinė cementinė danga tyrimų metu padengta vidutiniu 100 mm žvyro sluoksniu. Tilto apšvietimas tamsiu paros metu nenumatytas. Lietaus nuvedimo sistema taip pat neįrengta. Tilto ribos Gineikių kaimo pusėje pažymėtos gelžbetoniniais stulpais išdėstytais 2 m atstumu nuo kraštinės atramos 3 į kelio pylimo pusę. Priešingoje Ežerupio upės pusėje išpėjamieji stulpai neįrengti. Pakloto elementų bendras vaizdas pateiktas 2 pav.

Tilto paklote deformaciniai pjūviai neidentifikuoti. Pagal panašių projektų duomenis, ties kraštinėmis atramomis turėtų būti įrengti polimerinėmis medžiagomis užpildytos deformacinės siūlės. Tyrimų metu deformacinių siūlių pakloto važiuojamosios dangos lygmenyje nesimatė. Jų tipą galima identifikuoti tik nuėmus pakloto sluoksnius.

Tilto perdangos konstrukcinę schemą sudaro du vienodo ilgio tarpatramiai, perdengti įprasto gelžbetonio pilnavidurėmis laisvai atremtomis plokštėmis. Gretimos perdangos plokštės ties kraštais tarpusavyje apjungtos monolitiniu betono sluoksniu. Pastaroji sandūra užtikrina bendrą visų perdangos plokščių sąveiką veikiant išorinei eksploatacinei transporto priemonių apkrovai. Pagal panašių projektų duomenis, plokščių inkaravimas atraminėse zonose užtikrinamas įrengus $\varnothing 22$ mm skersmens armatūros strypus, kurie sumontuoti plokštės atraminėje zonoje įrengtoje $\varnothing 100$ mm skersmens kiaurymėje. Strypas įrengtas plokštės viduryje. Plokštės ant kraštinių ir tarpinių atramų sumontuotos ant bitumuoto popieriaus intarpų.

Tilto perdangos formulė – $2 \times 5,68$ m, bendras perdangos ilgis – 12,04 m. Tilto perdangos bendras plotis su šalitilčiais – 8,30 m. Perdangos skerspjūvyje išdėstytos 8 pilnavidurės gelžbetoninės surenkamos plokštės, tarp kurių kraštų atstumas apatinėje dalyje vidutiniškai svyruoja $\sim 65\text{--}70$ mm intervale. Plokščių skerspjūvio aukštis – 300 mm, plotis apatinėje dalyje – 980 mm, viršutinėje dalyje – 940 mm. Pagal panašių projektų duomenis perdangos plokštėms panaudotas M300 markės (atitinka B22,5 klasę pagal SNiP dokumentų sistemą) betonas, kurio $f_{ck}=16,8$ MPa, o $E_{cm}=28,9$ GPa. Viduriniuose pjūviuose plokštės armuotos $8 \times \varnothing 25$ mm skersmens A-III klasės armatūros strypais, kurių suminis skerspjūvio plotas $A_s=39,27$ cm². Plokštės išilginės armatūros apsauginio sluoksnio storis – $c \approx 25$ mm. Išilginės armatūros charakteristinė takumo riba $f_{yk}=390$ MPa, o tamprumo modulis $E_s=1,96$ GPa (pagal SNiP normatyvinių dokumentų sistemą). Įstrižajame pjūvyje ruožuose ties atramomis plokštės armuotos $4 \varnothing 8$ mm A-I klasės skersinės armatūros strypais ($A_s=2,01$ cm², $f_{yk}=235$ MPa, $E_s=2,06$ GPa), kurių žingsnis $s=150$ mm. Tilto gelžbetoninės perdangos bendri vaizdai pateikti 4 pav., o skerspjūvio forma viduriniajame pjūvyje – 2 priede.



4 pav. Tilto gelžbetoninės perdangos bendri vaizdai

Ramtų (kraštinių atramų) ir taurų konstrukcijos (5 pav.) sukomponuotos iš vienos eilės kaltinių polinių atramų, rygelio perdangos atrėmimui. Ramtuose už polių kelio pylimo pusėje papildomai įrengtos surenkamos gelžbetoninės plokštės sulaikančios pylimo bei prietilčių gruntą. Kiekvienoje kraštinėje ir tarpinėje atramoje išdėstyta po 5 surenkamus gelžbetoninius polius, kurių skerspjūvio matmenys 300×350 mm, o atstumas tarp polių ašių skersine tilto linkme 2,30 m. Informacijos apie atramoms panaudotą polių ilgį ir inžinerinę geologines sąlygas išlikusioje tilto projektinėje dokumentacijoje [10.19] nėra. Poliai kraštinių atramų zonose virš žemės paviršiaus iškilę ~1,6–1,8 m. Polių–kolonų aukštis nuo Ežerupės upės dugno svyruoja nuo 3,0 m iki 3,2 m. Taurų vidurinis bei žemupios pusės polius–kolona ~1 m nuo upės dugno papildomai apibetonuota gelžbetoniniu kevalus, kurio skerspjūvio matmenys 500×500 mm. Tikėtina, kad pastarieji elementai įrengti statybos metu poliams kalimo metu nukrypus nuo projektinės padėties. Pagal panašių projektų duomenis poliams, kaip ir perdangos plokštėms panaudotas M300 markės betonas. Poliai armuoti $6 \times \varnothing 22$ mm skersmens A-III klasės armatūros strypais, kurių suminis skerspjūvio plotas $A_s = 19,63 \text{ cm}^2$.



5 pav. Ramtų (kairėje ir dešinėje) bei taurų (dešinėje) bendri vaizdai

Ant sukaltų surenkamų polių perdangos plokščių atrėmimui įrengtas gelžbetoninis rygelis sukomponuoti iš atskirų surenkamųjų elementų ties viduriniu poliumi tarpusavyje apjungtų monolitiniu ruožu. Polių ir rygelių sandūrai paliktos ertmės (apatinėje dalyje 300×300 mm, apatinėje dalyje 200×200 mm), kurios tilto statybos metu užpildytos monolitinio betono sluoksniu. Atramų rygelio suminis ilgis ~8,3 m. Rygelio skerspjūvio aukštis pastovus ir lygus 400 mm. Rygelio plotis 600 mm. Pagal panašių projektų duomenis atramų rygeliams panaudotas M300 markės betonas, viršutinėse ir apatinėse zonose armuoti išilginiais Ø12 mm ir Ø16 mm skersmens A-II klasės armatūros strypais, kurių charakteristinė takumo riba $f_{yk}=295$ MPa, o tamprumo modulis $E_s=2,06$ GPa (pagal SNiP normatyvinių dokumentų sistemą). Rygelių tikrosios armavimo schemas tyrimų metu nenustatytos.

Už ramtų rygelių ir polių kelio pylimų pusėje įrengtos atraminės sienos iš skirtingų matmenų 100 mm storio surenkamųjų gelžbetoninių plokščių, armuotų Ø8 mm ir Ø10 mm skersmens A-I klasės armatūros strypais. Tilto prieigose, kuriose neįrengti rygeliai perdangoms atremti, atraminių plokščių stabilumui užtikrinti įrengti 6 m ilgio 250×250 mm matmenų gelžbetoniniai surenkami kaltiniai poliai. Atramų bendri vaizdai pateikti 5 pav., o pagrindiniai geometriniai matmenys 2 priede.

Pagal tipinius tilto sprendinius ant kraštinių atramų gali būti įrengti guminiai atraminiai guoliai. Šiame tilte guoliai neįrengti. Perdangos ant atramų atremtos per ~1-2 mm storio bitumuoto popieriaus intarpus (6 pav.). Kaip jau minėta, tikėtina, kad perdangos poslinkiai suvaržyti ir padėties pastovumas užtikrintas perdangos atraminėje zonoje įrengus plieninius strypus su guminėmis tarpinėmis.



6 pav. Bitumuoto popieriaus intarpai perdangų atraminėse zonose

Tilto ir prietilčio sandūroje už atraminės sienos turėjo būti įrengtas sutankinto grunto sluoksnis. Šių sluoksnių charakteristikos tyrimų metu nenustatytos. Pagal panašių tiltų projektus, tilto sujungimui su kelio pylimu tilto prieigose po kelio danga turėtų būti įrengtos 3 m ilgio, 980

mm pločio bei 300 mm aukščio pereinamosios gelžbetoninės plokštės. Plokštės vienas galas atremtas ant ramto rygelio, o kitas ant gelžbetoninio gulekšnio. Gulekšnis sukomponuotas iš dviejų surenkamųjų elementų tarpusavyje sujungtų monolitiniu sluoksniu. Gulekšnis atremtas ant sutankinto skaldos pagrindo. Pereinamosios plokštės įrengtos važiuojamosios dalies ribose. Tyrimų metu pereinamųjų plokščių konstrukcijų bei jų būklės identifikuoti nebuvo techninių galimybių.

Tilto kūgiai abiejuose statinio pusėse natūraliai apaugę augmenija: žole, krūmais ir medžiais. Šlaitiniai laiptai taip pat neįrengti. Upės vaga zonose po tiltu sustiprinta gelžbetoninėmis plokštėmis. Kūgių bei zonų po tiltu bendri vaizdai pateikti 7 pav.



7 pav. Pylimo kūgių bei zonų po tiltu bendri vaizdai

Tyrimų metu atlikti instrumentiniai tilto konstrukcijų ir jų elementų matavimai, detalioji apžiūra, statiniai ir dinaminiai bandymai bei teoriniai laikomosios galios skaičiavimai. 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. Kai kurie tilto geometriniai matmenys priimti pagal turimą projektinę dokumentaciją [10.18, 10.19].

Tilto gelžbetoninių elementų (perdangos ir atramų) betono gniuždomasis stipris nustatytas neardančiuoju metodu, taikant Schmidt plaktuką (8 pav. kairėje). Pasirinktose gelžbetoniniuose elementuose buvo atliekama ne mažiau kaip po 10 matavimų. Atšokimo duomenų imtis iš viso sudarė: gelžbetoninių polių – 40 reikšmių, perdangos plokščių – 90 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. Kadangi tilto konstrukcijoms panaudoti tipiniai elementai, betono klasė gali būti priimta ir pagal panašių projektų duomenis. Būtina

pabrėžti, kad skirtinguose ruožuose išmatuotos atšokimo reikšmės apytikriai sutapo. Tai rodo, kad betono mechaninių sklaidų skirtingose perdangos plokštėse ir atramose yra panaši. Betono gniuždomojo stiprio tyrimų rezultatai detaliau aprašyti šio akto 11.18–11.20 punktuose.



8 pav. Tiltų laikančiųjų konstrukcijų betono gniuždomojo stiprio tyrimai neardančiuoju būdu (kairėje) ir plyšių pločių matavimas (dešinėje)

Gelžbetoninės perdangos plokščių plyšių pločiai matuoti dviem etapais. Pirmajame etape plyšių pločiai matuoti elektroniniu matuokliu (8 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. Niveliavimas atliktas gelžbetoninių plokščių apatinių plokštumų lygyje siekiant nustatyti plokščių įlinkius/išlinkius neveikiant laikinos apkrovos poveikiui. Matavimai atlikti sąlyginėje koordinatinių ir aukščių sistemose Sokkia nivelyru ir ištraukiama geodezine matuokle, matavimų paklaida ± 2 mm. Niveliavimo rezultatai pateikti šio akto 11.22 punkte.

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

Detaliųjų apžiūrų metu nustatyti šie tiltų elementų defektai ir pažeidimai:

pakloto elementų

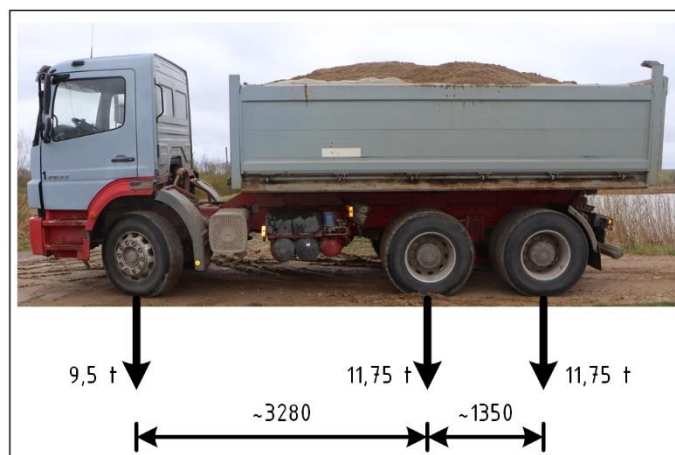
a) automobilių kelio važiuojamosios dalies dangos, šalitilčių gelžbetoninių blokų ir plieninių turėklų; b) kiti defektai ir pažeidimai;

perdangų, atramų ir atraminių guolių

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) elementų mechaninės pažeidimai; kiti defektai ir pažeidimai.

Po tilto techninės apžiūros atliktas patikrinamas bandymas statine ir dinamine apkrova. Tilto statiniai ir dinaminiai bandymai atlikti 2024 m. balandžio mėn. 5 d. esant 7–8 C aplinkos temperatūrai. Tilto bandymai atlikti pagal techninę užduotį (žr. priedas Nr. 1) bei remiantis nurodymais TN Tiltai 23 [10.13]. Tilto natūriniai statiniai ir dinaminiai patikrinamieji bandymai atlikti siekiant patikrinti beveik 48 metus eksploatuojamo tilto elgseną, gauti duomenų tilto perdangos plokščių bendrai sąveikai įvertinti. Šie aspektai būtini perdangos plokščių laikomąją galios ir atitikties esminiams statinio reikalavimams vertinimui, o taip pat rekomendacijų dėl galimų intervencinių priemonių poreikio statinio saugios eksploatacijos užtikrinimui pateikimui.

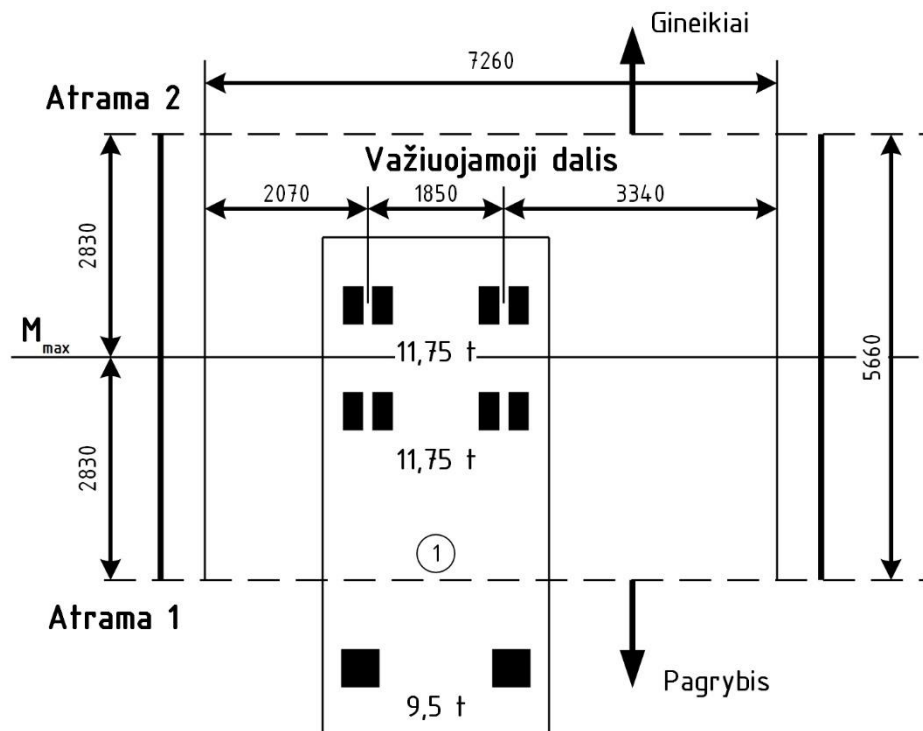
Tilto perdangos statiniam ir dinaminiam apkrovimui panaudotas žvyru pakrautas triašis savivartis, kurio bendras svoris sudarė 33 t. Informaciją apie savivarčio bendrą ir atskirų ašių svorius bandymų dieną pateikė savivarčio savininkas. Savivarčio bendras vaizdas, ašių apkrovos ir atstumas tarp ašių pateiktas 9 pav.



9 pav. Bandymams naudoto 3 ašių savivarčio bendras vaizdas ir pagrindinės charakteristikos

Statinio bandymo metu savivartis ant tilto išdėstytas labiausiai apkrautų plokščių maksimaliems lenkimo momentams tarpatramio I viduriniame pjūvyje, o taip pat, įlinkiams šiame pjūvyje gauti. Savivartis skersiniame perdangos pjūvyje išdėstytas taip, kad jo ašių ratai išsidėstytų ant plokščių P-3 ir P-5. Būtina pabrėžti, kad prieš bandymą nebuvo aiškus bandomosios apkrovos pasiskirstymo tarp plokščių skersine tilto linkme charakteris. Nuo šių aspektų labai priklauso kiekvienai plokštei tenkanti apkrovos dalis bei kartu jos laikomoji galia eksploatacinių apkrovų poveikiams. Būtent statiniai ir dinaminiai bandymai padėjo atskleisti šiuos aspektus.

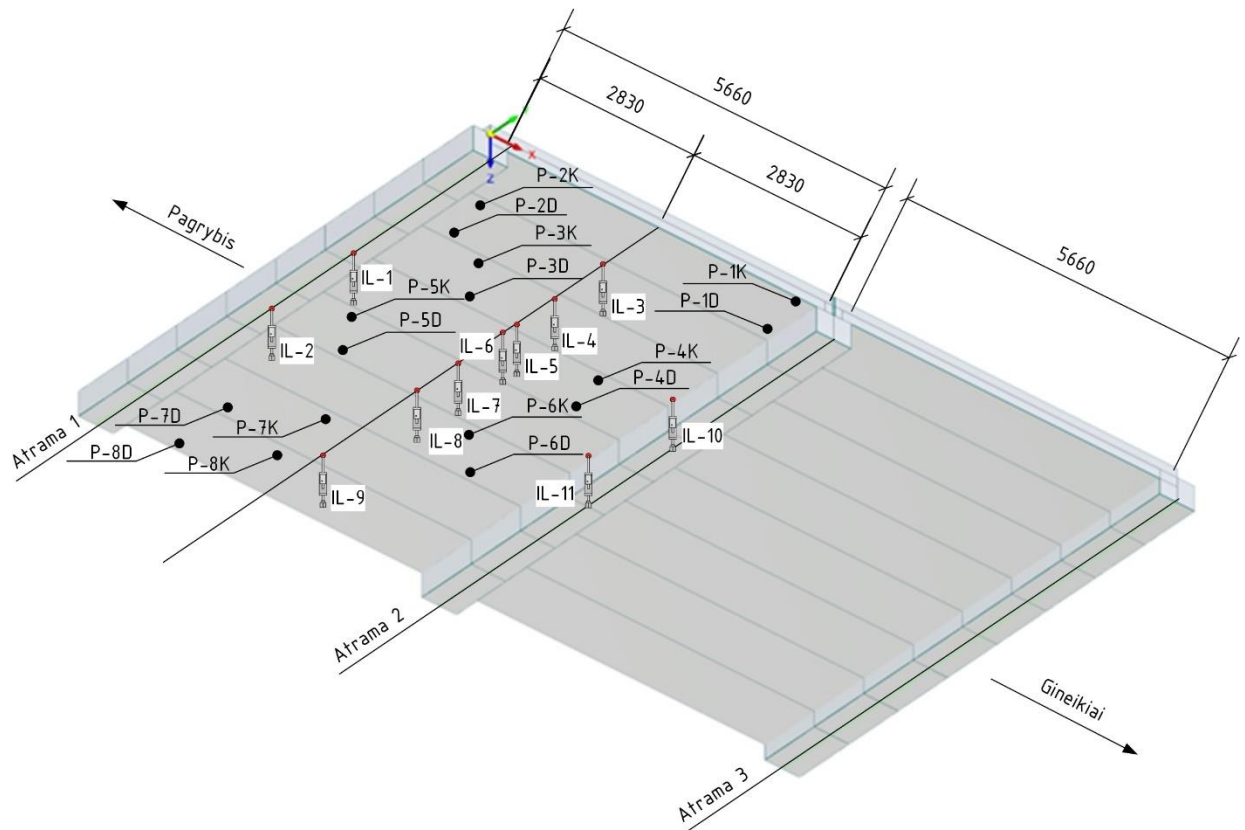
Perdanga savivarčiais apkrauta tokia seka 1 padėtyje savivarčiui ant perdangos pasirinktoje zonoje užvažiavus galinėmis ašimis (10 pav.). Tilto apkrovimas savivarčio apkrova statinio bandymo metu pateikta 10 pav. apačioje.



10 pav. Tilto statinio apkrovimo schema perdangos plokščių maksimaliems lenkimo momentams ir įlinkiams gauti (viršuje) ir tilto statinio apkrovimo savivarčio bandomąja apkrova bendri vaizdai (apačioje)

Apkrovus perdangą išmatuotas tikslus savivarčio ašių išdėstymas ant perdangos, matavimai atlikti nuo aukštupio pusėje esančios važiuojamosios dalies krašto (atitvarinio bloko ir važiuojamosios dalies sankirta). Apkrova ant perdangos ~30 min arba iki prietaisų parodymų stabilizavimosi. Po apkrovimo perdanga buvo pilnai nukrauta.

Statinio bandymo metu perdangos charakteringuose pjūviuose matuoti įlinkiai (poslinkiai). Prietaisų išdėstymo schema statinio bandymo metu pateikta 11 pav. Bandant perdangą matuoti skirtingų plokščių poslinkiai atramose bei tarpatramių viduriniuose pjūviuose. Matuoti perdangos plokščių P-2÷P-7 poslinkiai 11-je charakteringųjų pjūvių: atraminiuose pjūviuose (atramose 1 ir 2) ties plokščių P-3 ir P-5 simetrijos ašimis, viso 4 matavimo taškai, tarpatramio viduriniuose pjūviuose ties plokščių P-2÷P-7 skirtinguose taškuose (žr. 11 pav.), viso 7 matavimo taškai. Poslinkiai atraminiuose pjūviuose matuoti siekiant nustatyti atraminių dalių deformacijas. Skirtingų plokščių įlinkiai viduriniuose pjūviuose matuoti siekiant nustatyti ne tik poslinkių reikšmes esant apkrovimui bandomąja apkrova, bet ir bandomosios apkrovos pasiskirstymą tarp perdangos plokščių skersine tilto linkme.



11 pav. Statinių poslinkių matavimo prietaisų išdėstymo schema

Poslinkiams matuoti panaudoti 0,001 mm tikslumo, 25 mm eigos skaitmeniniai įlinkiomačiai. Skaitmeninių įlinkiomačių signalas perduodamas į imtuvą, kuris jį apdoroja. Apdoroti duomenys perduodami kompiuteriui, kuriame vaizduojami matuojamos konstrukcijos poslinkiai. Statinių poslinkių matavimo įrangos bendras vaizdas pateiktas 12 pav.

Poslinkiai matuoti perdangos apkrovimo etapuose nuo savivarčio užvažiavimo ant tilto iki pilno nuvažiavimo. Kiekvienoje apkrovimo padėtyje matuotos trys perdangos įlinkių reikšmės: a) įlinkiai iš karto po perdangos apkrovimo; b) įlinkiai, išlaikius apkrovą ant perdangos;

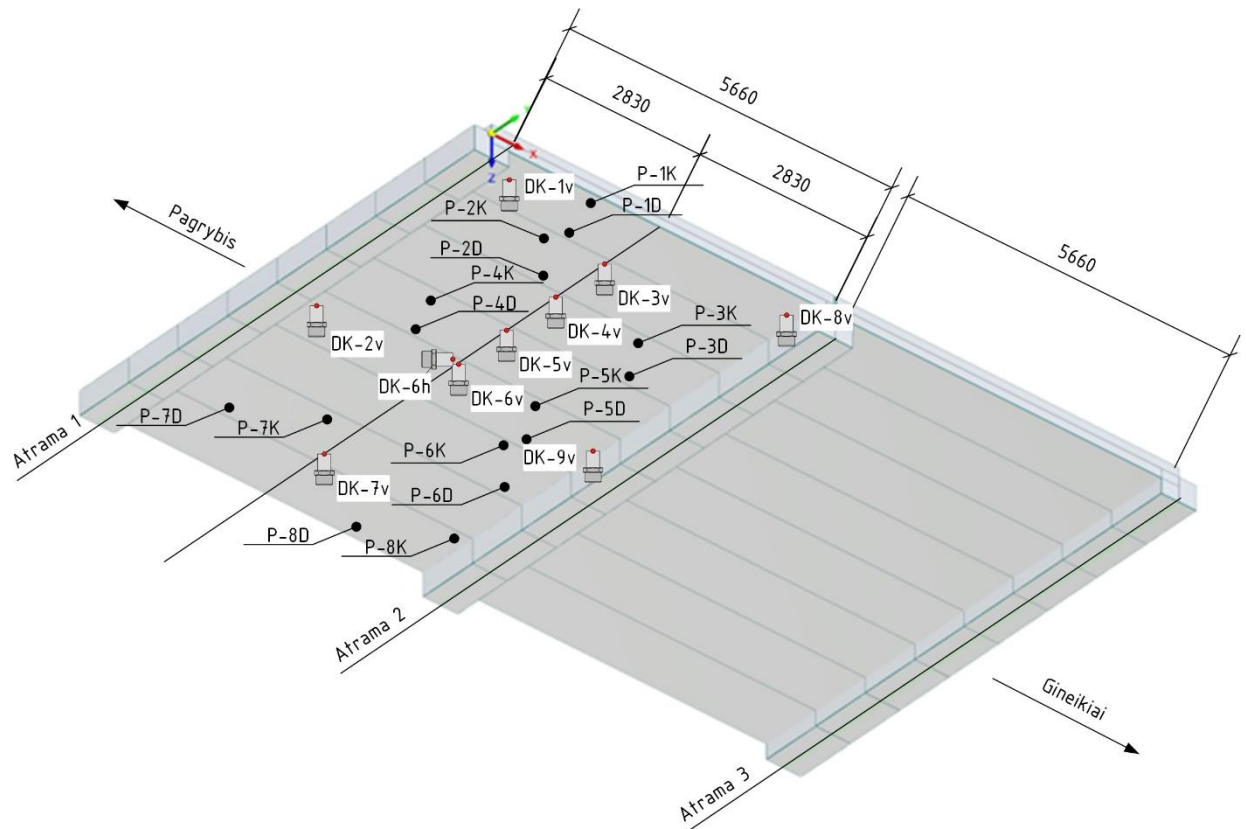
c) įlinkiai, nukrovus perdangą. Tokie matavimai leido nustatyti ne tik tampriuosius trumpalaikius, bet ir plastinius įlinkius. Nukrovus perdangą nustatyti liekamieji įlinkiai. Statinio bandymo metu stebėta bendra tilto laikančiųjų konstrukcijų laikysena bei galimas gelžbetoninių konstrukcijų pleišėjimas ir esamų plyšių vystimasis.



12 pav. Statiniams įlinkiams matuoti naudoti skaitmeniniai įlinkiomačiai (viršuje) ir jų sąsaja su imtuvu bei personaliniu kompiuteriu (apačioje)

Dinaminio bandymo metu matuoti tilto perdangos plokščių svyravimai esant skirtingam žadinimui. Perdangos svyravimai sužadinti dviem būdais: 1) krintančio krūvio ($m \approx 100$ kg) apkrova, 2) pakrautam savivarčiui važiuojant per tiltą. Savivartis per tiltą paeiliui važiavo skirtingomis kryptimis skirtingais greičiais: 10 km/h; 20 km/h; 29 km/h (tai didžiausias saugus greitis, kurį pavyko pasiekti bandymo metu).

Prietaisų išdėstymo schema tilto dinaminio bandymo metu pateikta 13 pav. Dinaminio bandymo metu perdangoje matuoti poslinkiai ir svyravimų pagreičiai. Dinaminiai parametrai matuoti 9 charakteringųjų perdangos pjūvių: atraminėse zonose 4 pjūviuose vertikale kryptimi, tarpatramio vidurinėse zonose 5 pjūviuose vertikale kryptimi ir 1 pjūvyje horizontale skersine kryptimi. Matavimų imti iš viso sudarė 10 matavimo taškų.



13 pav. Dinaminių parametų matavimo prietaisų išdėstymo schema



14 pav. Brüel & Kjær LAN XI dinaminės tyrimų sistema (kairėje) ir pjezokeraminiai žemo dažnio seisminiai keitikliai (dešinėje)

Matavimams panaudota Brüel & Kjær LAN XI dinaminės tyrimų sistema (14 pav.). Matavimo signalai vėliau apdoroti kompiuterine įranga, panaudojant programinius paketus Origin 6 ir Pulse. Pagreičiams ir dinaminiams poslinkiams matuoti naudoti jautrūs pjezokeraminiai žemo dažnio seisminiai keitikliai. Triukšmų pašalinimui naudotas signalų filtravimas laikantis šaltinyje [10.10] pateiktų rekomendacijų geležinkelio tiltams (automobilių tiltams specialių nurodymų nėra), pagal kuriuos būtina atsižvelgti į dažnius iki didesniojo iš: a) 30 Hz, b) nagrinėjamojo elemento pagrindinės virpesių formos dažnis, padaugintas iš 1,5; c) elemento trečiosios virpesių

formos dažnis. Bandymų metu gauti rezultatai panaudoti nustatant pagrindinius dinامينius rodiklius: svyravimų dažnį, dinaminį koeficientą, svyravimų pagreitį ir slopimo koeficientą. Bandymo metu taip pat stebėta perdangos laikysena. Detalūs statinių ir dinامينių bandymų rezultatai ir jų sugretinimas su teoriniais skaičiavimais pateikti šio akto 11.23–11.39 punktuose.

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

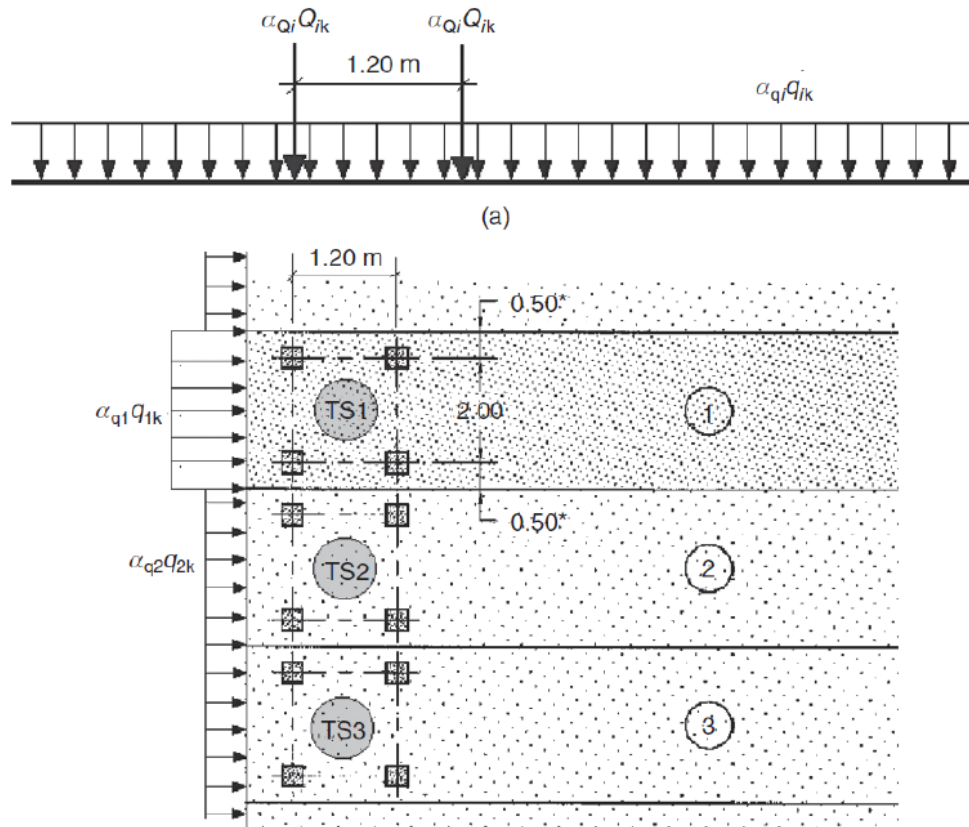
Nuolatinė apkrova

Perdangos konstrukcijų nuosavojo svorio, kelio pakloto ir šalitilčių apkrova priimta pagal detaliosios apžiūros duomenis bei skaitmeninį modelį. Skaičiavimuose priimtas nuolatinės apkrovos patikimumo koeficientas $\gamma=1,35$.

Kintamoji apkrova

Skaičiavimuose, taikant LST-EN 1991-2 apkrovų modelius, įvertintas LM1 pagrindinis vertikalios apkrovos modelis, kurio išdėstymo ant tilto principinė schema bei charakteristinės reikšmės pateiktos 15 pav. Šios reikšmės papildomai padaugintos iš apkrovas koreguojančių koeficientų. Nagrinėti du atvejai: 1) $\alpha_{Q1}=0,8$ bei $\alpha_{Q2}=\alpha_{Q3}=\alpha_{q1}=\alpha_{q2}=\alpha_{q3}=\alpha_{qr}=1,0$; 2) $\alpha_{Q1}=\alpha_{Q2}=\alpha_{q1}=0,65$ bei $\alpha_{Q3}=\alpha_{q2}=\alpha_{q3}=\alpha_{qr}=1,0$. Pastarieji koeficientai nusako eismo intensyvumo nukrypimą nuo normalaus bei nurodyti nacionalinio taikymo dokumentuose Lietuvoje projektuojamiems naujiems bei eksploatuojamiems tiltams.

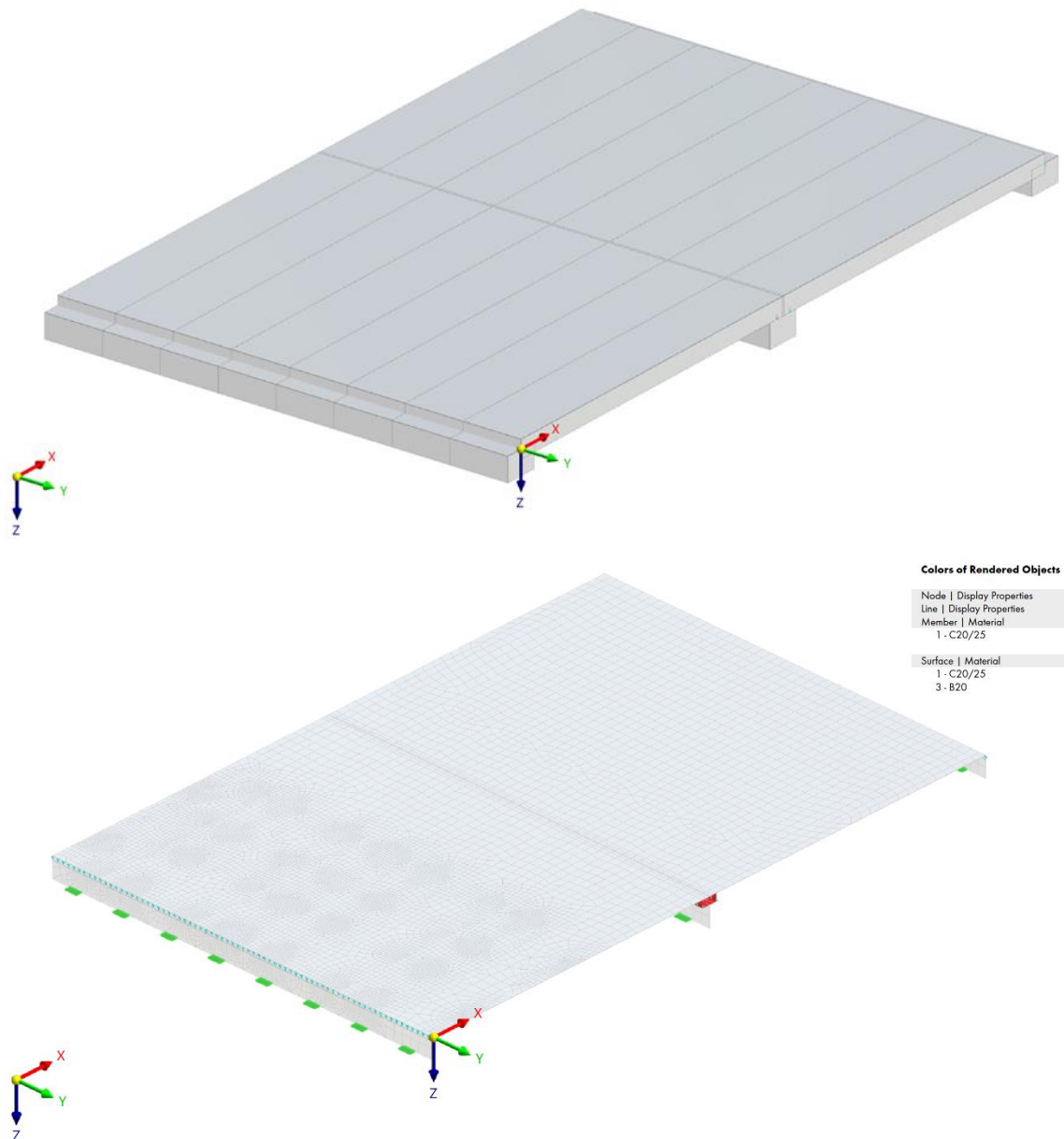
Teoriniuose tyrimuose papildomai įvertinti galimų eksploatacinių transporto priemonių apkrovų poveikių įtaka perdangos plokščių laikomajai galiai normaliniame ir įstrižajame pjūviuose. Skaičiavimuose panaudota dvi keturių ašių sunkiasvorė transporto priemonė, kurios parametrai: bendras svoris – 50 t, priekinių (I ir II) ašių svoris – po 11 t, galinių (trečiosios ir ketvirtosios) ašių – po 14 t. Savivarčio ašių formulė išilgine kryptimi pradedant nuo pirmosios ašies – 1,8+3,0+1,4 m. Būtina pabrėžti, kad panašių parametru transporto priemonių eismas automobilių keliais Lietuvoje be specialių leidimų yra draudžiamas. Skaičiavimuose papildomai įvertintas dinaminis apkrovos koeficientas $1+\phi=1,50$ bei apkrovos patikimumo koeficientas $\gamma=1,35$. Pastarasis priimtas pagal standarto LST EN 1990 [10.8] nuostatas automobilių tiltų apkrovų modeliui LM1. Dinaminis koeficientas priimtas atsižvelgiant į šių tyrimų metu gautų dinامينių bandymų rezultatų tendencijas. Dėl apribotos galimybės prasilenkti dviem savivarčiams ant tilto Teoriniuose tyrimuose nagrinėtas apkrovimo atvejis, kai tilto perdanga apkrauta tik vienu 50 t bendrojo svorio savivarčiu.



Vieta	Tandeminė apkrova TS	UDL apkrova
	Ašies apkrovos Q_{ik} (kN)	q_{ik} (arba q_{ik})
1-oji juosta	300	9
2-oji juosta	200	2,5
3-oji juosta	100	2,5
Kitos juostos	0	2,5
Liekamasis plotas (q_{ik})	0	2,5

15 pav. LMI apkrovų modelio schema (viršuje) ir charakteristinės reikšmės (apačioje) Laikančiųjų konstrukcijų (perdangos ir polių) įrąžos, veikiant nuolatinei bei skirtingoms kintamoms apkrovoms apskaičiuotos sudarius tilto baigtinių elementų modelį (16 pav.).

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, atlaikomas momentas ir atlaikoma skersinė jėga. Laikomos galios skaičiavimai atlikti įvertinus tilto eksploatacijos metu atsiradusias pažaidas.



16 pav. Tilto perdangos skaitinis (viršuje) ir į baigtinius elementus suskaidytas modelis

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 $\xi_{\text{eff}} = \frac{x_{\text{eff}}}{d} \leq \xi_{\text{lim}}$, atlaikomas 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 nelygybė

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

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

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

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) nelygybė, 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; γ_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 . Projekcijos 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 atraminiame pjūvyje.

Polinių koloninių atramų įrąžos neapskaičiuotos dėl trūkstamos informacijos apie geologines sąlygas. 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. TN Tiltai 23. *Automobilių kelių tiltų statinio ir dinaminio tyrimo nurodymai.* 2023.
- 10.14. CHuП 2.05.03-84. *Мосты и трубы.* 1988.
- 10.15. CHuП II-Д.7-62. *Мосты и трубы. Нормы проектирования.* 1963.
- 10.16. СН 200-62. *Технические условия проектирования железнодорожных, автодорожных и городских мостов и труб.* 1962.
- 10.17. СН 365-67. *Указания по проектированию железобетонных и бетонных конструкций железнодорожных, автодорожных и городских мостов и труб.* 1967.
- 10.18. *Automobilių kelių tilto techninis pasas. Kaltinėnų sen. Kelias Žemaičių plentas – Pagrybė. Tilto vieta: Ežerupė upė, pk.6+30.*
- 10.19. *Respublikinis vandens ūkio projektavimo institutas. Ežerupio upės reguliavimas ir keliai. Techninis darbo projektas. Kompleksinė dalis. Aiškinamasis raštas ir brėžiniai.* 1974.

11. Tilto techninės apžiūros, eksperimentinių ir teorinių tyrimų rezultatai

Šiame akto punkte apibendrinti tiriamo tilto detalios apžiūros, statinių ir dinaminių natūrinių bandymų bei perdangos plokščių laikomosios galios 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 gelžbetoninėms plokštėms, atramoms ir 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 važiuoja automobilių transportas, vaikšto pavieniai pėstieji ir važinėja dviratininkai, todėl pakloto elementų būklė turi būti nuolat stebima ir kontroliuojama.

11.2. Važiuojamosios dalies paklotos tyrimų metu buvo patenkinamos būklės. Pakloto viršutinė dalis padengta žvyro sluoksniu (vidutiniškai apie 100 mm), nors pagal turimą projektinę dokumentaciją turi būti įrengta cementbetonio danga. Pastaroji danga įrengta po žvyro sluoksniu. Jos būklės patikrinti nėra galimybės. Esama žvyro danga nelygi ir duobėta (17 pav.), todėl ženkliai padidina pravažiuojančių transporto priemonių sukeltus dinامينius poveikius tilto laikančiosioms konstrukcijoms. Dalis pakloto žemupio pusėje dėl nedidelių eisimo srautų apaugusi žolėmis. Eksploataciniu požiūriu išlaikyti lygią žvyro dangą yra sudėtinga, todėl ateityje būtina numatyti važiuojamosios dangos atnaujinimą, priimant inžinerinius sprendimus, kurie nepadidintų nuolatinės apkrovos tiltui.



17 pav. Nelygi ir žolėmis apaugusi važiuojamosios dalies žvyro danga

11.3. Pakloto hidroizoliacijos būklės patikrinti nėra galimybės, tačiau pagal žemiau esančių gelžbetoninių plokščių būklę, ji nėra gera. Tyrimų metu perdangos lokaliuose zonose nustatytos vandens pratakos bei jų sukelta gelžbetoninių konstrukcijų betono ir plieno korozija (18 pav.). Dėl blogos hidroizoliacijos ypatingai pažeistos kraštinės plokštės tiek aukštupio, tiek žemupio pusėse (žr. gelžbetoninės perdangos defektus). Bloga hidroizoliacijos būklė yra kartinis defektas ženkliai mažinantis nuolat drėkinamų gelžbetoninių elementų ilgaamžiškumą. Tiltas eksploatuojamas jau beveik 50 metų. 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.

11.4. Perdangų ir krantinių atramų sandūros zonoje pakloto lygmenyje turėjo būti įrengti užpildyti deformaciniai pjūviai. Tyrimų metu jų nustatyti nepavyko. Tikėtina, kad deformaciniai pjūviai užpildyti cementinės pakloto dangos sluoksniais. 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. Dėl deformacinių pjūvių nebuvimo šiose zonose drėkinami žemiau esantys tilto atramų bei perdangų elementai (18 pav. kairėje)



18 pav. Dėl blogos hidroizoliacijos perdangos lokaliose zonose vandens pratakų sukelta betono ir armatūros korozija

11.5. Gelžbetoninių turėklinių blokų paviršiai apsamoję, vietomis sudūlėjęs drėgmės ir temperatūros pokyčių paveiktas betono paviršius. Ties turėkliniais blokais prietilčiuose turėtų būti įrengti papildomi atitvariniai elementai užtikrinantys eisimo dalyvių saugą užvažiuojant ir nuvažiuojant nuo tilto. Tuo labiau, kad tiltas nepašviestas tamsiu paros metu, o už tilto atramos I pusėje įrengta keturšalė sankryža. Be to, vadovaujantis TR 2.01:2019 [10.4] VIII skyriaus nuostatomis, kelio pylimas už ramtų turi būti praplatintas. Charakteringi turėklinių blokų defektai pateikti 19 pav.



19 pav. Apsamoję, vietomis sudūlėję gelžbetoninių turėklinių blokų paviršiai

11.6. Plieninių turėklų būklė apžiūros metu buvo patenkinama. Tačiau juose yra ir defektų. Turėklų apsauginės dangos nusidėvėjusios. Lokaliose zonose turėklų elementai deformuoti, kai kuriose sekcijose trūksta užpildo elementų (20 pav.). Be to, jų aukštis 1,08 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 šalitilčiais organizuojamas dviračių eismas – ne mažesnis kaip 1,2 m. Kita vertus, pagal LST EN 1991-2 standartą [10.10] šalitilčių turėklai turi atlaikyti šiame dokumente reglamentuojamus mechaninius poveikius. Ateityje rengiant tilto remonto/rekonstrukcijos projektinius sprendinius į šiame akto punkte nurodytus reikalavimus būtina atsižvelgti.



20 pav. Deformuoti plieninių turėklų elementai, turėklų sekcijose trūksta užpildų elementų

11.7. Tilte neįrengta vandens nuvedimo sistema ir lietaus vanduo filtruojasi bei dėl nusidėvėjusios hidroizoliacijos drėkina žemiau esančius gelžbetoninius elementus (18 pav.). Vandens nuvedimo nuo tilto reikalavimai numatyti TR 2.01:2019 [10.4] reglamento IX skyriuje. Būtina atkreipti dėmesį, kada pagal šio skyriaus 157 p. reikalavimus tiltams, kurių perdangos tarpatramio ilgis mažesnis nei 12 m, vandens surinkimo šulinėliai numatomi tilto galuose (prietilčiuose). 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.

11.8. Nenumatytas tilto apšvietimas tamsiu paros metu. Tilto kapitalinio remonto/rekonstrukcijos metu būtina numatyti tilto apšvietimą, kuris numatytas pagal TR 2.01:2019 [10.4] reglamento 88 p. reikalavimus.

Gelžbetoninės perdangos plokštės

11.9. Gelžbetoninės perdangos plokščių būklė yra bloga. Dėl nusidėvėjusios hidroizoliacijos ir ciklinių temperatūrinių poveikių perdangos plokščių betono paviršiai sudūlėję, ant betono paviršių nusėdę cementinio akmenų elementai (stalaktitai), vietomis prasidėjusi betono korozija, visose plokštėse yra zonų su pažeistais armatūros apsauginiais sluoksniais, lokaliuose zonose prasidėjusi išilginės armatūros korozija, pasitaiko eksploatacijos metu atsiradusių nuoskėlių, visos siūlės tarp gretimų plokščių nepilnai užpildytos monolitinio betono sluoksniais.

11.10. Labiausiai pažeistos kraštinės plokštės aukštupio ir žemupio pusėse, o tarpaytramyje 1 šie pažeidimai ypač pažengę: pilnai pažeistas apsauginis sluoksnis, vietoms betono paviršiai sudūlėję,

pažengusi armatūros korozija, pažeisti plokščių paviršiai ties perdangos kraštais, šoniniai plokščių paviršiai apsamanoję (21 pav.). Pastaruosius defektus lemia tilto konstrukciniai ypatumai ir nusidėvėjusi hidroizoliacija po turėkliniais blokais. Tarpatramio 1 kraštines plokštes aukštupio ir žemupio pusėse tilto kapitalinio remonto/rekonstrukcijos metu būtina pakeisti naujomis.



21 pav. Kraštinių gelžbetoninių perdangos plokščių defektai: betono ir armatūros korozija, pažeisti apsauginiai sluoksniai, sudūlėjęs betonas, apsamanoję plokščių kraštiniai paviršiai 11.11. Kitos perdangos plokštėse defekatai ir pažaidos mažiau pažengę. Dėl nesandarių deformacinių pjūvių labiau pažeistos perdangų atraminės zonos (lyginant su vidurinėmis). Kai kuriose plokštėse pasitaiko išilginių plyšių, kurių pagrindinė priežastis armatūros ir betono

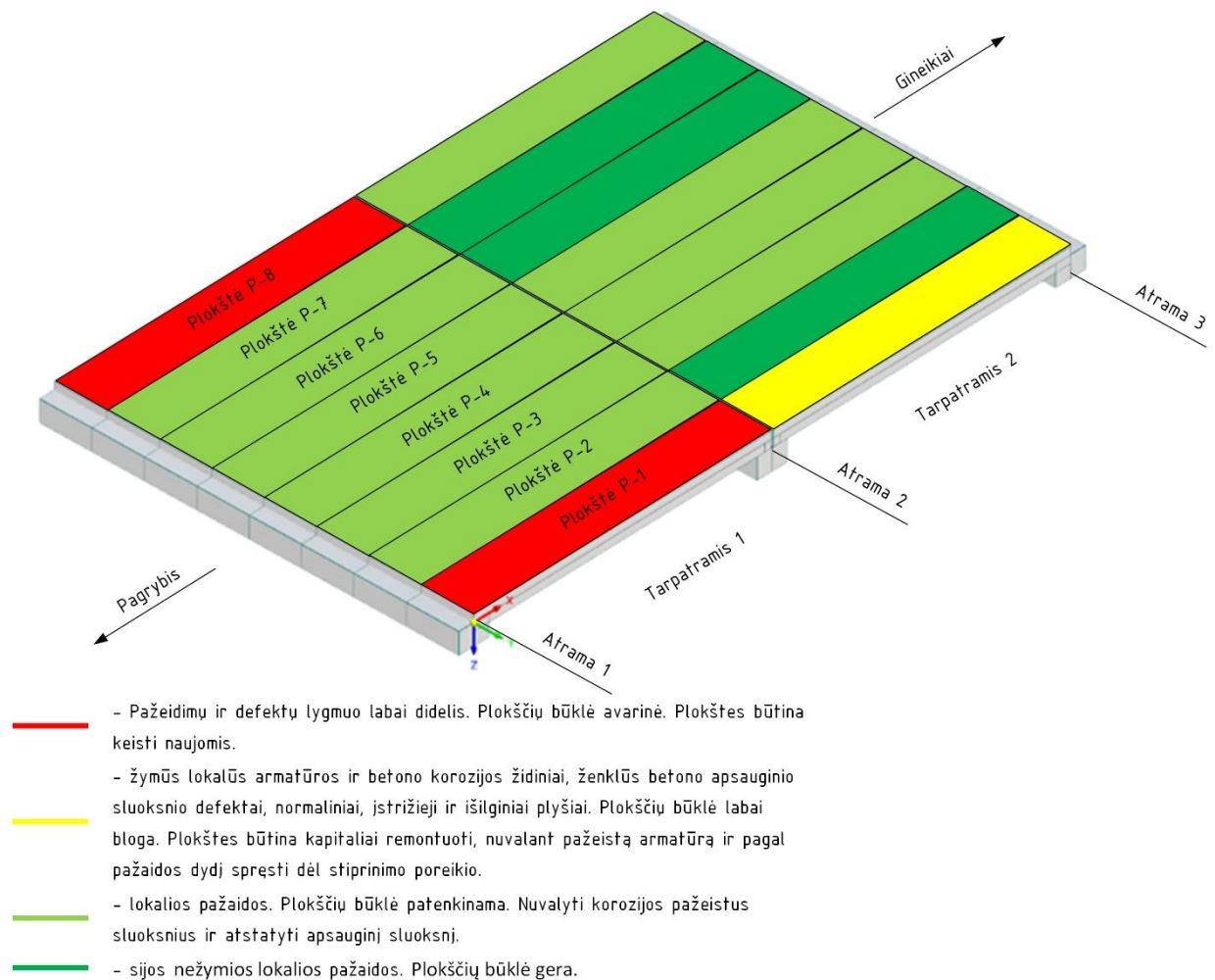
apsauginio sluoksnio korozija. Plokštėse pasitaiko ir normalinių plyšių, tačiau jų plotis neviršija STR 2.05.05:2005 [10.7] nustatytų reikalavimų. Visi šiame punkte išvardinti defektai turi esminės įtakos perdangos plokščių ilgaamžiškumo ir laikomosios galios sumažėjimui. Charakteringi likusių tarpinių perdangos plokščių defektai pateikti 22 pav.



21 pav. *Gelžbetoninių perdangos plokščių defektai: lokalis apsauginio sluoksnio pažaidos ir armatūros korozija, išilginiai ir įstrižieji plyšiai, porėti betono paviršiai, netinkamai užpildytos monolitinės siūlės tarp plokščių*

11.12. Perdangos plokščių defektų ir pažaidų paplitimas apibendrintas 1 lentelėje. Joje pateiktos nuorodos į užsakovui pateiktas nuotraukas skaitmeniniame formate. Atsižvelgiant į šioje lentelėje pateiktus duomenis perdangos plokštės pagal techninės būklės pokyčius ir įverčius sąlyginai

suskirstytos į 4 grupes. Perdangos plokščių būklės įverčiai apibendrinti 22 pav. Iš paveikslo matyti, kad labiausiai pažeistos ir nusidėvėjusios yra tarpatramio P-1 ir P-8 plokštės. Jų būklė labai bloga, jose yra pažengusių defektų ir pažaidų ženkliai mažinančių ilgą laiką ir laikomąją galią. Šias plokštes būtina keisti naujomis. Tarpatramyje 2 labiausiai pažeista kraštinė plokštė P-1. Šią plokštę reikia kapitaliai remontuoti, nuvalant pažeistą armatūrą, atstatant pažeistus betono sluoksnius ir pagal pažaidų ir defektų dydį spręsti dėl stiprinimo arba keitimo poreikio. Likusių perdangos plokščių techninė būklė patenkinama. Kapitaliai remontuojant šias plokštes būtina nuvalyti korozijos betono paviršius, atstatyti betono apsauginį sluoksnį bei tinkamai užpildyti siūles tarp plokščių.



22 pav. Gelžbetoninių perdangos plokščių techninės būklės įverčiai

Atraminiai guoliai

11.13. Atraminių guolių tilte iš esmės nėra. Juos atstoja tarp perdangos ir atramų įrengti bitumuoto popieriaus intarpai. Jų būklė patenkinama, esminių pažaidų juose nėra (6 pav.). Naujų atraminių guolių įrengimas nėra paprastas, kadangi tektų pakelti perdangos plokštes. Kita vertus, perdangos atraminiuose ruožuose galimai įrengti perdangos padėties pastovumą užtikrinantys

plieniniai strypai. Atraminių guolių nebuvimas lemia lokalių defektų ir plyšių atsiradimą perdangos plokščių atraminėse zonose. Toliau eksploatuojant tiltą būtina nuolatos stebėti perdangos atramines zonas sandūrose su ramtų rygeliais.

Kraštinės ir tarpinė atramos

11.14. Visų atramų būklė panaši ir yra patenkinama. Ramtuose yra nemažai tokio tipo konstrukcijoms būdingų defektų. Apžiūrėjus tilto polių–kolonas ir virš jų esančius rygelius nustatyta, kad atramose yra defektų ir pažaidų lemiančių jų laikomosios galios ir saugos sumažėjimą nėra. Atramų kai kuriose elementuose yra nedidelio pločio išilginiai plyšiai, kurie byloja apie galimai prasidėjusią kolonos išilginių armatūros strypų koroziją. Atskirose kolonose ir rygeliuose yra nuoskėlų, kai kuriuose elementuose per mažas arba pažeistas betono apsauginis sluoksnis, prasidėjusi armatūros korozija, kai kuriuose elementuose pasitaiko sudūlėjusio ir porėto betono. Dėl pakloto deformacinių pjūvių nebuvimo atramų elementų (atraminių plokščių, rygelių ir polių–kolonų) paviršiai drėkinami vandeniu, lokaliai atramų paviršiai apsamanoję, prasidėjusi betono ir armatūros korozija. Charakteringi ramtų defektai pateikti 23 pav.



24 pav. Charakteringi ramtų defektai: pratekėjimai, nuoskėlos, pažeistas apsauginis sluoksnis, betono ir armatūros korozija

11.15. Išsiskiria žemupio pusėje esanti tauro kraštinė kolona. Šios kolonos viršus nuo vertikalios ašies nukrypęs apie 6 cm. Šis defektas tikėtina atsiradęs polių kalimo metu, o jį pašalinti nėra

techninių galimybių. Pastarąjį nuokrypį būtina įvertinti rengiant tilto kapitalinio remonto/rekonstrukcijos projektą.

11.16. Už polių-kolonų pylimo pusėje įrengtų atraminėse plokštėse taip pat nemažai tokiems elementams būdingų defektų. Kai kurie sienų elementai deformuoti. Ne po tilto perdanga esančių plokščių ir juos laikančių polių-kolonų paviršiai dėl nuolatinio drėgmės poveikio sudūlėję ir apsamoję, vietomis išporėję, pažeisti apsauginiai armatūros sluoksniai, matoma pradėjusi koroduoti armatūra. Charakteringi ramtų atraminių sienų defektai pateikti 25 pav.



25 pav. Charakteringi ramtų atraminių sienų defektai: pažeisti apsauginiai sluoksniai, sudūlėję ir apsamoję paviršiai, betono ir armatūros korozija

11.17. Ties kraštinėmis atramomis 1 ir 3 sujungimui su prietilčiu įrengtos pereinamosios plokštės. Tyrimų metu jų techninės būklės patikrinti nėra galimybės. Atliekant tilto kapitalinį remontą/rekonstrukciją būtina papildomai įvertinti pereinamųjų plokščių techninę būklę bei priimt sprendimus dėl galimų intervencinių priemonių: plokščių keitimo arba kapitalinio remonto. Esant poreikiui, būtina iš naujo įrengti sutankintą pagrindą po plokštėmis.

Kūgiai

11.18. Kūgių būklė patenkinama. Apžiūros metu tilto prieigos buvo apaugusios žolėmis, ramtų prieigos natūraliai apaugusios medžiais ir krūmais. Prieiga prie potiltės zonose esančių konstrukcijų yra apsunkinta. Šlaituose neįrengti techniniai laiptai. Dėl stačių kūgių kampų sunku

patekti į zonas po tiltų. Kai kuriose zonose ties atraminėmis sienomis išplauti pagrindo sluoksniai, deformuoti kūgius ir Ežerupio upės vagą stiprinančios gelžbetoninės plokštės, kai kurios plokštės ties ramtais apneštos dumbliu. Būtina pabrėžti, kad zonoje po tiltu Ežerupio upės vaga neišvalyta, apnešta dumbliu/ Tai turi neigiamos įtakos vandenyje eksploatuojamoms tarpinėms atramoms (taurams). Charakteringi defektai pateikti 27 pav. Remontuojant/rekonstruojant tiltą, kūgius bei zonas po tiltu rekomenduojama sutvarkyti, tilto techniniai priežiūrai palengvinti rekomenduojama įrengti šlaitinius laiptus bei horizontalias aikšteles potiltės zonose ties ramtais. Būtina išvalyti ir nuolatos prižiūrėti upės vagą po tiltu.



26 pav. Kūgių prietilčiuose ir po tiltu defektai: apaugę kūgių šlaitai, deformuoti ir dumbliu apnešti kūgių šlaitus stiprinančios gelžbetoninės plokštės

11.19. Apdorojus neardančiuoju būdu identifikuoto polių–kolonų betono atšokimo duomenų imtį, kurią sudarė 40 eksperimentinės reikšmės, gauta, kad šios reikšmės kinta ribose $r=32\div 54$, vidurkis – $\bar{x}=45$ MPa, standartinis nuokrypis – $\sigma=4,96$ MPa, mediana – $med=47$, variacijos koeficientas – $v=0,110$. Remiantis gautais bandymų duomenimis bei LST EN 13791:2019 standarto B priedo B1 lentelė nustatyta, kad tilto pakloto plokštės betonas atitinka C16/20 klasės pagal LST EN 206:2013+A2:2021 mechanines charakteristikas.

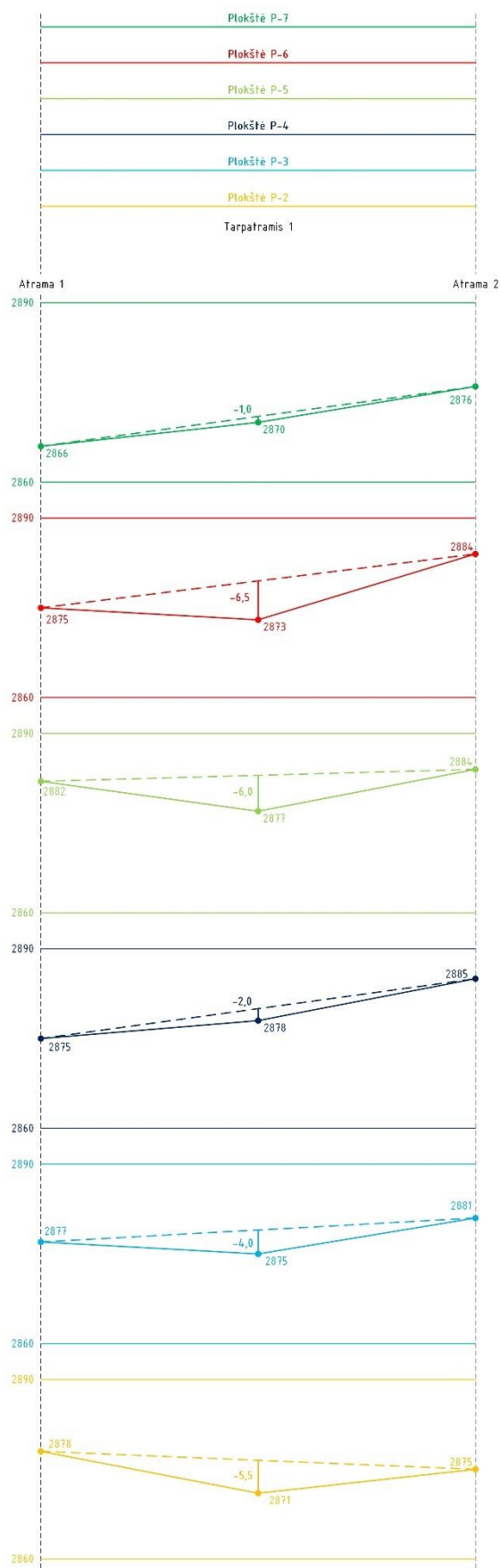
11.20. Apdorojus neardančiuoju būdu identifikuoto perdangos plokščių betono atšokimo duomenų imtį, kurią sudarė 90 eksperimentinių reikšmių, gauta, kad šios reikšmės kinta ribose $r=32\div 52$,

vidurkis – $\bar{x} = 41$ MPa, standartinis nuokrypis – $\sigma = 3,87$ MPa, mediana – $med = 42$, variacijos koeficientas – $v = 0,094$. Remiantis gautais bandymų duomenimis bei LST EN 13791:2019 standarto B priedo B1 lentelė nustatyta, kad tilto pakloto plokštės betonas atitinka C16/20 klasės pagal LST EN 206:2013+A2:2021 mechanines charakteristikas.

11.21. Polių–kolonų ir perdangos plokščių betono tyrimų neardančiuoju būdu rezultatai atskleidė, kad gautas betono gniuždomasis stipris apytikriai atitinka panašių tiltų projektuose nurodytoms gniuždomojo stiprio reikšmėms. Laikančiųjų konstrukcijų laikomosios galios skaičiavimuose priimtos šio akto 9 punkte nurodytos tipiniuose panašių tiltų projektuose pateiktos medžiagų charakteristikų reikšmės.

11.22. Tilto perdangos išilginiai profiliai niveliuojant pasirinktų perdangos plokščių apatinius paviršius pateikti 27 pav. Iš pateiktų niveliavimo grafikų matyti, kad perdangos plokštės nuo nuolatinės apkrovos yra įlinkusios. Maksimalūs įlinkiai svyruoja nuo 1 iki 6,5 mm. Nežymūs skirtumai galėjo susiformuoti dėl skirtingos nuolatinės apkrovos. Maksimaliai įlinkusios perdangos plokštės P-6 santykinis įlinkis sudaro $L_0/874$, kur L_0 – skaičiuojamasis perdangos ilgis. Automobilių kelių tiltų perdangoms ribinės santykinio įlinkio reikšmės projektavimo normatyviniuose dokumentuose nereglamentuotos. Darbe priimta konservatyvi ribinio įlinkio reikšmė $\Delta_{lim} = L_0/250 = 22,7$ mm. Geodeziniais matavimais gauta įlinkio reikšmė yra ženkliai mažesnė.

11.23. Statinės bandomosios savivarčio apkrovos padėčiai (žr. 10 pav.) apskaičiuotos tilto perdangos plokščių charakteringųjų pjūvių lenkimo momentai nuo nuolatinės ir bandomosios apkrovų. Priėmus pateiktas projektinių apkrovų modelių sukeltas įrąžų reikšmės nustatyti bandomosios ir projektinių apkrovų sukeltų įrąžų santykiai. Skaičiavimo rezultatai pateikti 1 lentelėje. Pateiktoje lentelėje M_g – nuolatinės apkrovos sukeltas lenkimo momentas; M_{band} – bandomosios apkrovos sukeltas lenkimo momentas; M_{LST-EN} – LST-EN 1991-2 [10.10] pagrindinio apkrovų modelio LMI su apkrovas koreguojančiais koeficientais $\alpha_{Q1} = \alpha_{Q2} = \alpha_{q1} = 0,65$ bei $\alpha_{Q3} = \alpha_{q2} = \alpha_{q3} = \alpha_{qr} = 1,0$ sukeltas lenkimo momentas; M_{Rk} – charakteristinis teorinis atlaikomas momentas, apskaičiuotas pagal STR 2.05.05:2005 [10.7], priėmus techninės apžiūros metu nustatytus bei tilto projektinėje dokumentacijoje [10.18, 10.19] pateiktus duomenis. Lenkimo momentų M_{band} ir M_{LST-EN} apskaičiavimui panaudotas sukalibruotas tilto perdangos skaitinis kompiuterinis modelis, kuriame integraliai įvertinta tilto laikančiųjų elementų tarpusavio sąveika ir kt. aspektai. Apskaičiuojant lenkimo momentus nevertintos tilto laikančiųjų konstrukcijų defektai ir pažaidos. Būtina pabrėžti, kad plokščių įrąžos apskaičiuotos pasirinktoms bandomosios ir kintamos apkrovos padėtimis, kurios nebūtinai yra pavojingiausios kai kurioms iš plokščių.



27 pav. Perdangos plokščių įlinkiai, gauti niveliuojant plokščių apatinėse plokštumose



1 lentelė. Nuolatinės ir bandomosios apkrovų bei LST-EN 1991-2 apkrovų modelio LM1 sukeltų lenkimo momentų ir lenkimo momentų santykių reikšmės perdangos plokštėse

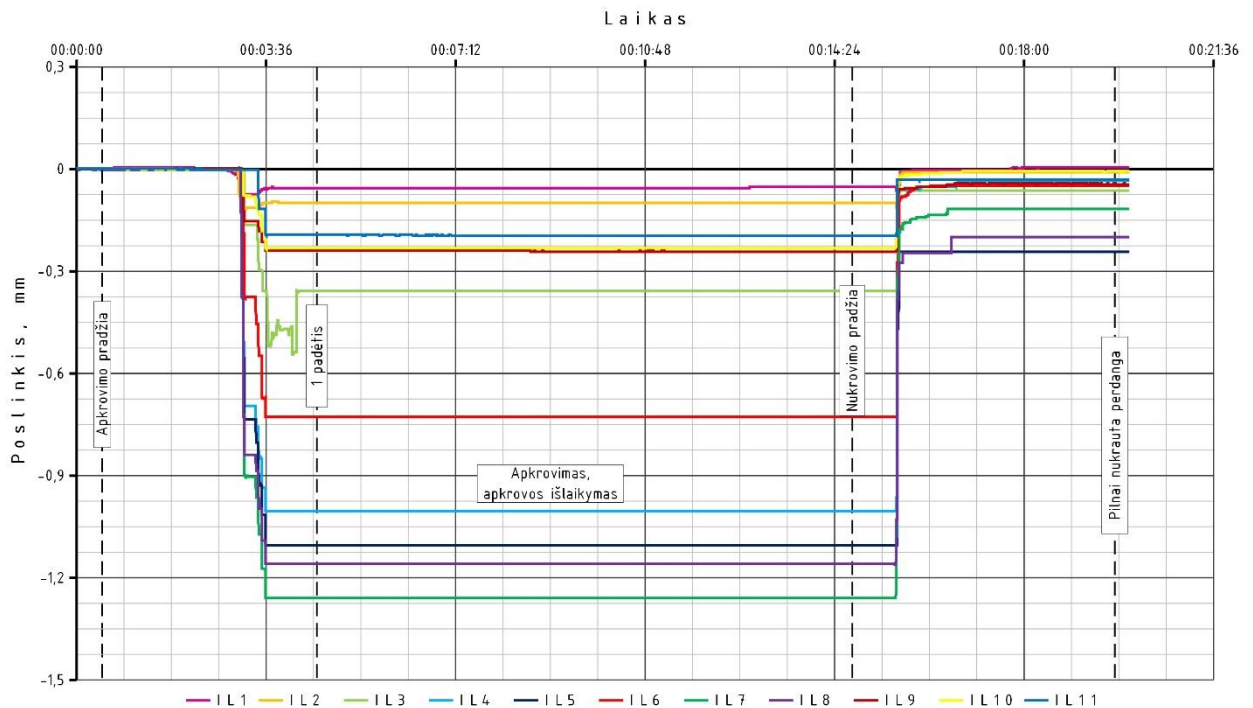
Plokštės	Lenkimo momentai, MNm						$\frac{M_{band}}{M_{LST\ EN}}$	$\frac{M_g + M_{band}}{M_{Rk}}$	$\frac{M_g + M_{LST\ EN}}{M_{Rk}}$
	M_g	M_{band}	$M_{LST\ EN}$	$M_g + M_{band}$	$\frac{M_g + M_{LST\ EN}}$	M_{Rk}			
Bandomosios apkrovos padėtis 1									
1	43,1	28,3	136	71,4	215	324	0,207	0,220	0,663
2	48,6	38,9	152	87,5	240	324	0,255	0,270	0,742
3	47,8	48,9	149	96,7	235	324	0,328	0,298	0,724
4	47,5	48,5	141	96,0	223	324	0,344	0,296	0,689
5	47,5	47,1	131	94,6	210	324	0,359	0,292	0,649
6	47,8	34,9	117	82,7	191	324	0,299	0,255	0,591
7	48,6	26,0	107	74,6	180	324	0,242	0,230	0,556
8	43,1	18,9	84,6	62,0	146	324	0,223	0,191	0,452

11.24. Kaip matyti iš 1 lentelės, bandomoji apkrova skirtingoms plokštėms sukėlė skirtingas įrašų reikšmes. Nuo statinio apkrovimo bandomąja apkrova bandomoji apkrova sukėlė 21–36 % įrašų charakteristinių reikšmių apskaičiuotų pagal LST-EN 1991-2 apkrovų modelius. Nurodymuose TN Tiltai 23 [10.13] bandomosios ir charakteristinių projektinių apkrovų sukeliama efektų (pvz., lenkimo momentų) santykis turėtų būti 0,7–1,0 ribose. Dėl neapibrėžtumų susijusių su nagrinėjamo tilto technine būkle bei sąveikos tarp plokščių pasirinktas mažesnio intensyvumo apkrovimas. Kita vertus, savivarčio apkrovimas didesne apkrova nebuvo galimas dėl ašies apkrovos leidžiamos apkrovos viršijimo (galinių ašių apkrova sudarė beveik po 12 t). Reikia pabrėžti, kad atlikti natūriniai bandymai bei pasirinktas apkrovimo intensyvumas leido patikimai sukalibruoti tilto teorinį skaitinį modelį bei gauti naudingos informacijos būtinos patikimam ir adekvačiam tilto laikančiųjų konstrukcijų vertinimui.

11.25. Nuolatinės ir bandomosios apkrovos sukeltas lenkimo momentas perdangos plokštėse nuo bandomosios apkrovos sudarė ~19–30 % plokščių teorinės laikomosios galios charakteristinės reikšmės. Palyginimui, nuolatinės ir LST-EN 1991-2 LM1 apkrovos modelio sukeltas lenkimo momentas plokštėse sudarė ~45–74 % teorinės laikomosios galios charakteristinės reikšmės.

11.26. Statine apkrova išbandytų tilto perdangos plokščių eksperimentiškai išmatuotų statinių įlinkių kitimas išilgine tilto linkme statiskai apkraunant ir nukraunant perdangą pateiktas 28–29 pav., o skaitinės reikšmės – 2 lentelėje. Maksimalus įlinkis gautas plokštės P-5 aukštupio pusės

krašte ir sudarė 1,117 mm. Šios plokštės žemupio pusės kraštas įlinko 1,016 mm. Gauti statinių bandymų rezultatai panaudoti kalibruojant tilto perdangos skaitmeninį modelį.



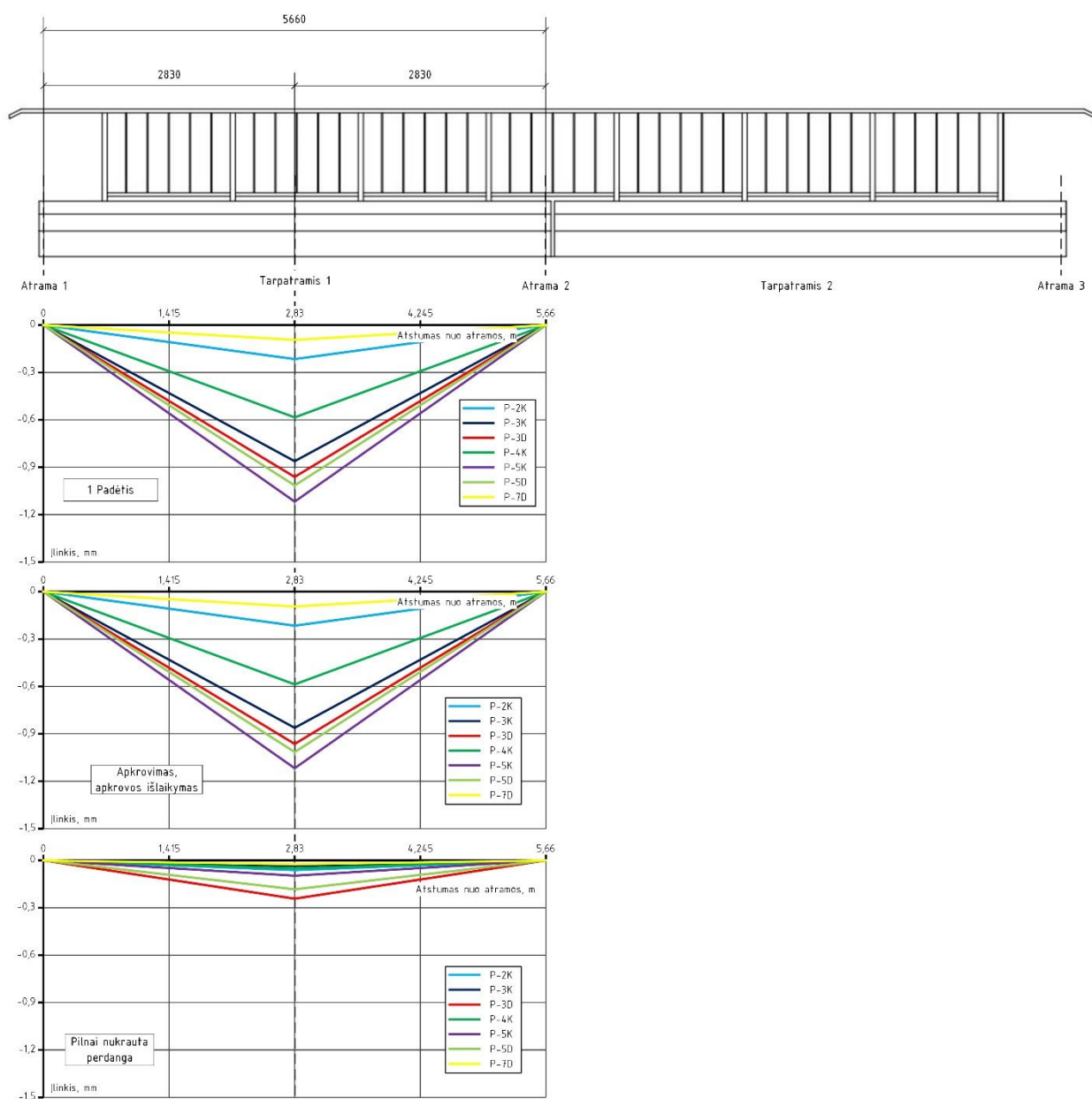
28 pav. Skaitmeninių įlinkiomačių parodymai esant skirtingiems statinio apkrovimo etapams

11.27. Išlaikius apkrovą ant perdangos labiausiai apkrautos P-5 plokštėje plastiniai įlinkiai neužfiksuoti. Pastarosios tendencijos gautos ir kitoms perdangoms plokštėms, kurioms gautos labai nedidelės plastinių įlinkių reikšmės (pvz., plokštei P-3 aukštupio pusės krašte užfiksuotas 0,002 mm plastinis įlinkis).

11.28. Nukrovus perdangą labiausiai apkrautoje P-5 plokštės aukštupio pusės krašte užfiksuotas 0,096 mm liekamasis įlinkis. Nusistovėjusių liekamųjų (y_{pl}) ir suminių ($y_{tot.}$) poslinkių santykis gelžbetoninėms perdangoms turi tenkinti sąlygą $y_{pl}/y_{tot} \leq \beta = 0,25$. Šis santykis P-5 plokštei sudarė $y_{pl}/y_{tot} = 0,096/1,117 = 0,086 \leq \beta = 0,25$ ir tenkina TN Tiltai 23 [10.13] pateiktą ribinę reikšmę.

11.29. Bandymo metu tiek vizualiai, tiek per prietaisų parodymus buvo stebima tilto laikysena bei galimas esamų plyšių vystimasis bei naujų plyšių formavimasis. Stebint tilto konstrukcijas apkrovimo metu perdangos nenumatyty plastinių deformacijų požymių neužfiksuota. Tiltų perdangos plokščių pleišėjimo charakteris po apkrovimo bandomąja apkrova išliko nepakitęs.

11.29. Tiltų perdanga yra pakankamai standi. Maksimalus išmatuotas statinis perdangos įlinkis sudarė $\Delta = 1,117 \text{ mm} = L/5085$, kur $L = 5,68 \text{ m}$ – tilto tarpatramio 1 perdangos skaičiuojamasis ilgis. Gautos santykinio įlinkio reikšmės yra ženkliai mažesnės už konservatyvią ribinio įlinkio reikšmę $L/400$, naudotą panašių tiltų projektavime tilto statybos metu bei nurodytos TN Tiltai 23 [10.13]. Ribinės įlinkio reikšmės automobilių tiltams nenurodytos nei viename Lietuvoje galiojančiame tiltų projektavimą reglamentuojančiame norminiame dokumente.



29 pav. Eksperimentiniai statiniai įlinkiai išilgine tilto linkme: viršuje – pradiniai įlinkiai, viduryje – įlinkiai išlaikius apkrovą, apačioje – liekamieji įlinkiai nukrovus perdangą

2 lentelė. Perdangos plokščių statinių poslinkių matavimo rezultatai

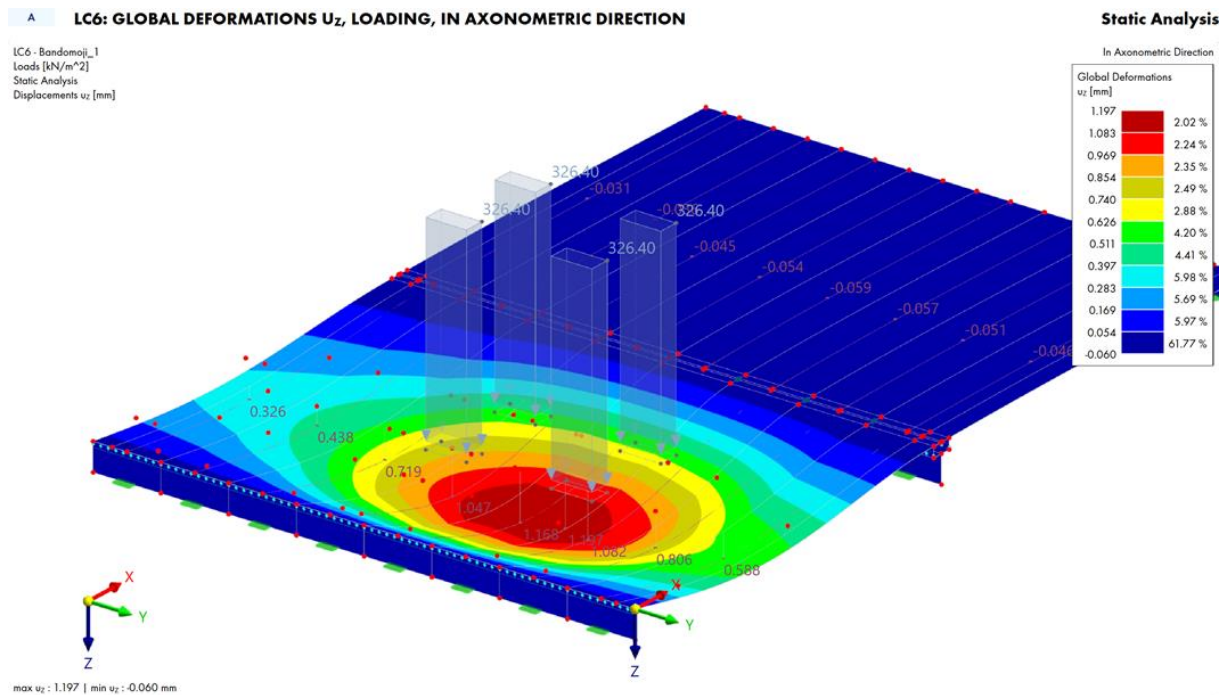
Eil. Nr.	Apkrovimo stadija	Įlinkiomačio parodymas, mm			Įlinkis, mm
		IL*	IL*	IL*	
P-2K (IL1, IL3, IL10)					
1	Apkrovimas 0	0,000	0,000	0,000	0,000
2	Apkrovimas 1	-0,055	-0,359	-0,234	-0,215
3	Apkrovos išlaikymas	-0,053	-0,359	-0,234	-0,216
4	Plastinis įlinkis	0,002	0,000	0,000	-0,001
5	Nuvažiavimas (liekamasis įlinkis)	0,005	-0,063	-0,007	-0,062
P-3K (IL1, IL4, IL10)					
1	Apkrovimas 0	0,000	0,000	0,000	0,000
2	Apkrovimas 1	-0,055	-1,006	-0,234	-0,862



Eil. Nr.	Apkrovimo stadija	Įlinkiomačio parodymas, mm			Įlinkis, mm
		IL*	IL*	IL*	
3	Apkrovos išlaikymas	-0,053	-1,006	-0,234	-0,863
4	Plastinis įlinkis	0,002	0,000	0,000	-0,001
5	Nuvažiavimas (liekamas įlinkis)	0,005	-0,036	-0,007	-0,035
P-3D (IL1, IL5, IL10)					
1	Apkrovimas 0	0,000	0,000	0,000	0,000
2	Apkrovimas 1	-0,055	-1,106	-0,234	-0,962
3	Apkrovos išlaikymas	-0,053	-1,107	-0,234	-0,964
4	Plastinis įlinkis	0,002	-0,001	0,000	-0,002
5	Nuvažiavimas (liekamas įlinkis)	0,005	-0,242	-0,007	-0,241
P-4K (IL1, IL6, IL10)					
1	Apkrovimas 0	0,000	0,000	0,000	0,000
2	Apkrovimas 1	-0,055	-0,728	-0,234	-0,584
3	Apkrovos išlaikymas	-0,053	-0,729	-0,234	-0,586
4	Plastinis įlinkis	0,002	-0,001	0,000	-0,002
5	Nuvažiavimas (liekamas įlinkis)	0,005	-0,051	-0,007	-0,050
P-5K (IL2, IL7, IL11)					
1	Apkrovimas 0	0,000	0,000	0,000	0,000
2	Apkrovimas 1	-0,098	-1,263	-0,195	-1,117
3	Apkrovos išlaikymas	-0,099	-1,264	-0,196	-1,117
4	Plastinis įlinkis	-0,001	-0,001	-0,001	0,000
5	Nuvažiavimas (liekamas įlinkis)	-0,009	-0,116	-0,032	-0,096
P-5D (IL2, IL8, IL11)					
1	Apkrovimas 0	0,000	0,000	0,000	0,000
2	Apkrovimas 1	-0,098	-1,162	-0,195	-1,016
3	Apkrovos išlaikymas	-0,099	-1,163	-0,196	-1,016
4	Plastinis įlinkis	-0,001	-0,001	-0,001	0,000
5	Nuvažiavimas (liekamas įlinkis)	-0,009	-0,202	-0,032	-0,182
P-7D (IL2, IL9, IL11)					
1	Apkrovimas 0	0,000	0,000	0,000	0,000
2	Apkrovimas 1	-0,098	-0,241	-0,195	-0,095
3	Apkrovos išlaikymas	-0,099	-0,242	-0,196	-0,095
4	Plastinis įlinkis	-0,001	-0,001	-0,001	0,000
5	Nuvažiavimas (liekamas įlinkis)	-0,009	-0,044	-0,032	-0,024

11.30. Eksperimentinių matavimo rezultatų adekvatumo patikrinimui atlikti skaičiavimai baigtinių elementų metodu. Gavus eksperimentinius tyrimų duomenis kompiuterinis modelis patikslintas įvertinant gelžbetoninių plokščių bendrą sąveiką. Modelio kalibravimas ir standumo parametru parinkimas leido kokybine prasme surasti realią konstrukcijos elgseną atitinkantį modelį. Tilto perdangos baigtinių elementų modelio bendras vaizdas pateiktas 16 pav., o deformuota perdangos schema nuo maksimalios bandomosios apkrovos – 30 pav.



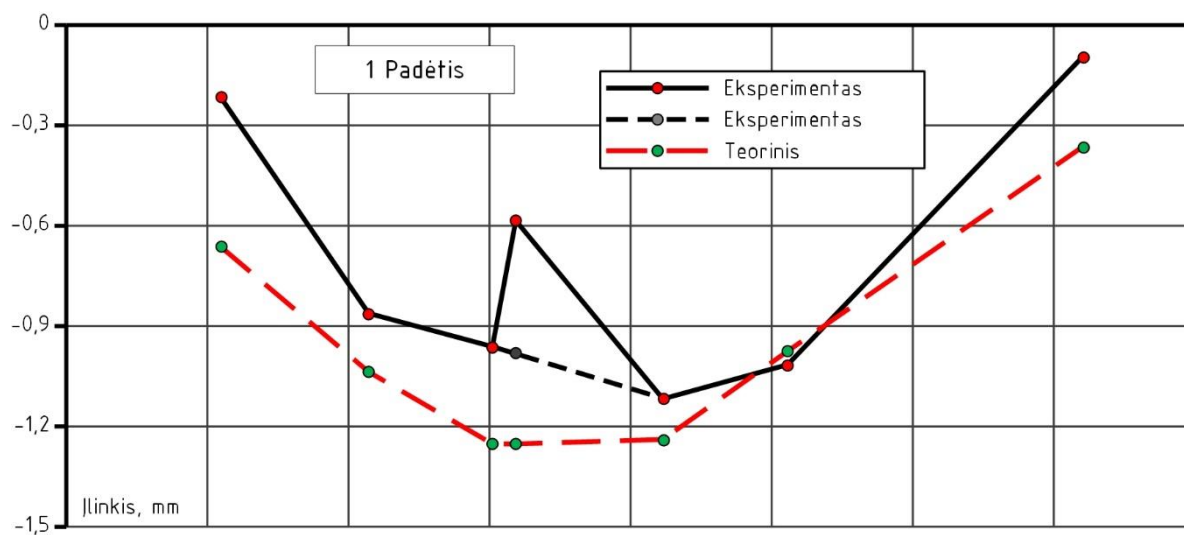
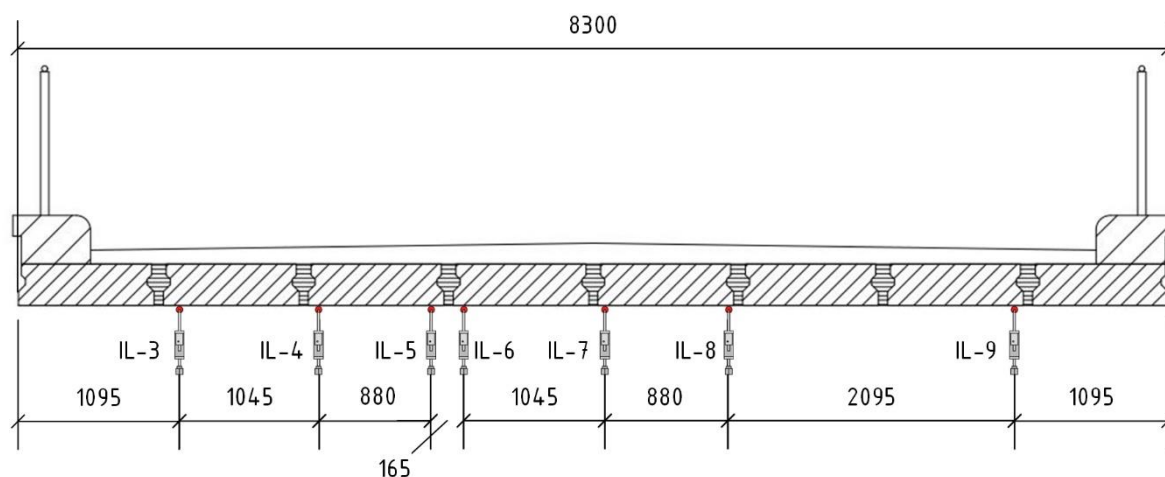


30 pav. Tilto perdangos skaitinio modelio deformuota schema veikiant bandomajai apkrovai

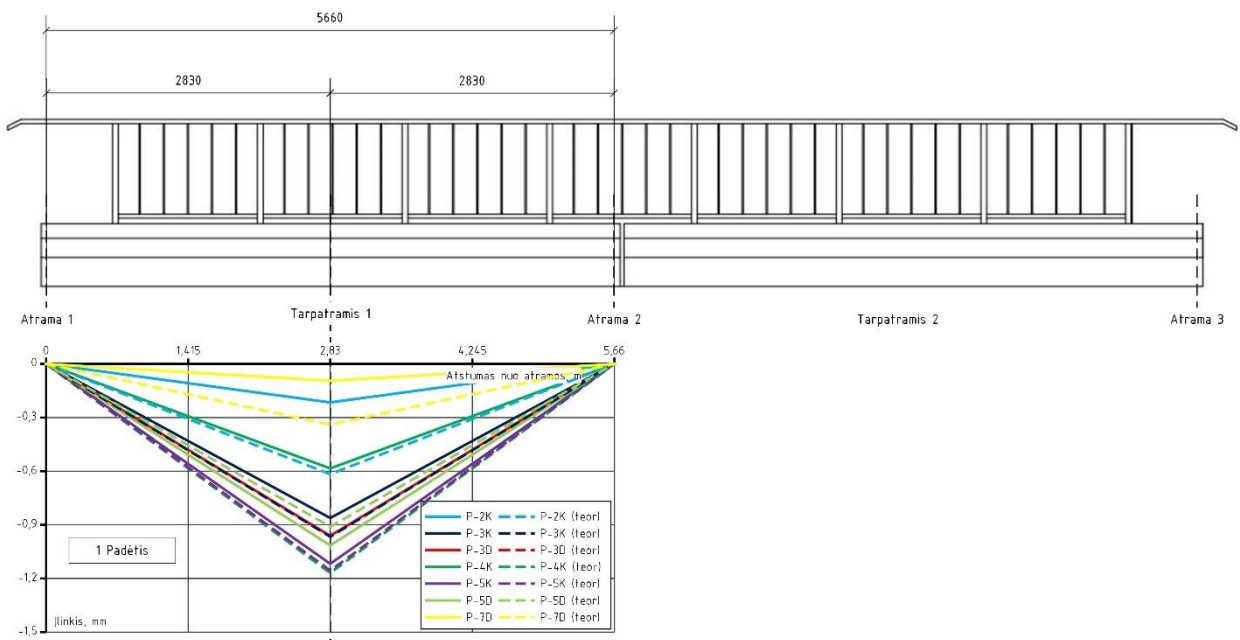
11.31. Teorinių ir eksperimentinių įlinkių sugretinimas, esant apkrovimui bandomąja apkrova pateiktas 3 lentelėje bei 31-32 pav. Iš pateiktų duomenų matyti, kad esant pasirinktam bandomosios apkrovos išdėstymui ant perdangos, gautas geras teorinių ir eksperimentinių rezultatų sutapimas. Esant maksimaliai apkrovimo padėčiai perdangos labiausiai apkrautose zonose (plokštėms P-3 – P-5) teorinių ir eksperimentinių rezultatų nesutapimas kinta 3–12 % ribose. Mažiau apkrautoms plokštėms gauti didesnės paklaidos. P-4 plokštei gauti išsiskirianti reikšmė, kurios paklaidas galėjo lemti apsunkintos matavimo sąlygos. Staliukai įlinkiomačiams atremti įrengti ant nestabilaus dumblėto Ežerupio upės dugno. Pastarasis pagrindas galėjo deformuotis bandymų metu ir lemti pakankamai jautrių tikslumo prasme prietaisų paklaidas. Atmetus šią reikšmę teoriškai ir eksperimentiškai gautų perdangos deformuotų schemų skersine tilto linkme charakteriai apytikriai sutapo. Vaizdumo dėlei, 31 pav. pateiktas teorinių ir eksperimentinių įlinkių pasiskirstymo skersine perdangos linkme sugretinimas. Pastarasis paveikslas atspindi pakankamai kokybišką kompiuterinio modelio kalibravimą. Realios perdangos deformavimosi tendencijos gerai atitinka sukalibruoto teorinio modelio rezultatus. Pastarajame paveiksle pateikti rezultatai dar kartą patvirtina perdangos plokščių bendrą sąveiką pasiskirstant apkrovai tarp gretimų plokščių skersine perdangos linkme.

3 lentelė. Perdangos eksperimentinių ir teorinių įlinkių sugretinimas

Plokščių ir matavimo taškų žymėjimas	Įlinkis, mm		
	Eksperimentinis	Teorinis	Eksperimentinis/Teorinis
P-2K	-0,215	-0,617	0,35
P-3K	-0,862	-0,966	0,89
P-3D	-0,962	-1,168	0,82
P-4K	-0,584	-1,168	0,50
P-5K	-1,117	-1,156	0,97
P-5D	-1,016	-0,909	1,12
P-7D	-0,095	-0,339	0,28



31 pav. Perdangos plokščių teorinių (raudona linija) ir eksperimentinių (juoda linija) poslinkių skersine tilto linkme sugretinimas



32 pav. Perdangos plokščių teorinių (brūkšninė linija) ir eksperimentinių (ištiesinė linija) poslinkių išilgine tilto linkme sugretinimas

11.32. Kadangi visos perdangos plokštės deformuojasi skirtingai teorinių ir eksperimentinių rezultatų sugretinimas kiekybine išraiška pateikiamas labiausiai apkrautai perdangos plokštei P-5. Baigtinių elementų metodu maksimali įlinkio reikšmė plokštės P-5 aukštupio pusės krašte nuo pavojingiausio apkrovimo sudarė 1,156 mm. Eksperimentiškai nustatyta įlinkių reikšmė šioje plokštės vietoje – 1,117 mm. Eksperimentinio ir teorinio įlinkių santykis $y_{eks}/y_{teor}=0,97$. Vadovaujantis TN Tiltai 23 [10.13] gelžbetoninėms tiltų perdangoms santykis y_{eks}/y_{teor} turi būti ribose $0,6 < y_{eks}/y_{teor} \leq 1,10$. Eksperimentinių ir teorinių įlinkių sutapimas yra leistinose ribose.

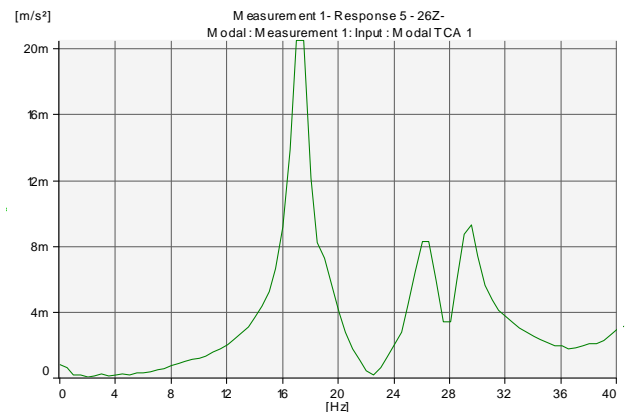
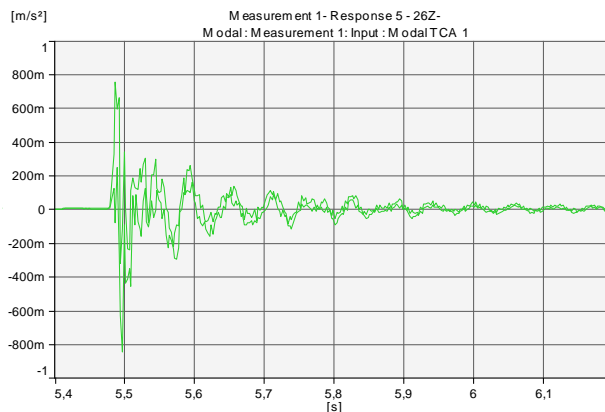
11.33. Lietuvos standartai [10.8, 10.10] nereglamentuoja automobilių kelių tiltų dinaminių charakteristikų, išskyrus tiltus (miestų), kuriais kartu su automobilių transportu vyksta intensyvus pėsčiųjų eismas. Šiems tiltams taikomi pėsčiųjų komforto kriterijai. Tiriamas tiltas skirtas automobilių transporto eismui, o intensyvus pėsčiųjų eismas tiltu nevyksta. Tilto perdangų dinaminių bandymų tikslai buvo: a) nustatyti tilto perdangos savųjų virpesių rezonansines modas bei jų dažnius baigtinių elementų modelio patikslinimui, taikant tilto statinius ir dinامينius bandymus; b) apibūdinti tilto bendrą dinaminę elgseną, nustatant perdangos laisvųjų ir priverstinių virpesių charakteristikas, dinamiškumo koeficientus, norint patikrinti projektuojant tiltus naudojamas charakteristikas.

11.34. Tilto gelžbetoninės perdangos laisvųjų vertikalųjų ir horizontaliųjų virpesių parametrai, esant impulsiniam žadinimui (krintančiam krūviui), apibrėžiami didžiausiomis virpesių dažnių amplitudėmis ir virpesių gesimu. Po smūginio sužadinimo perdanga paprastai virpa keletu

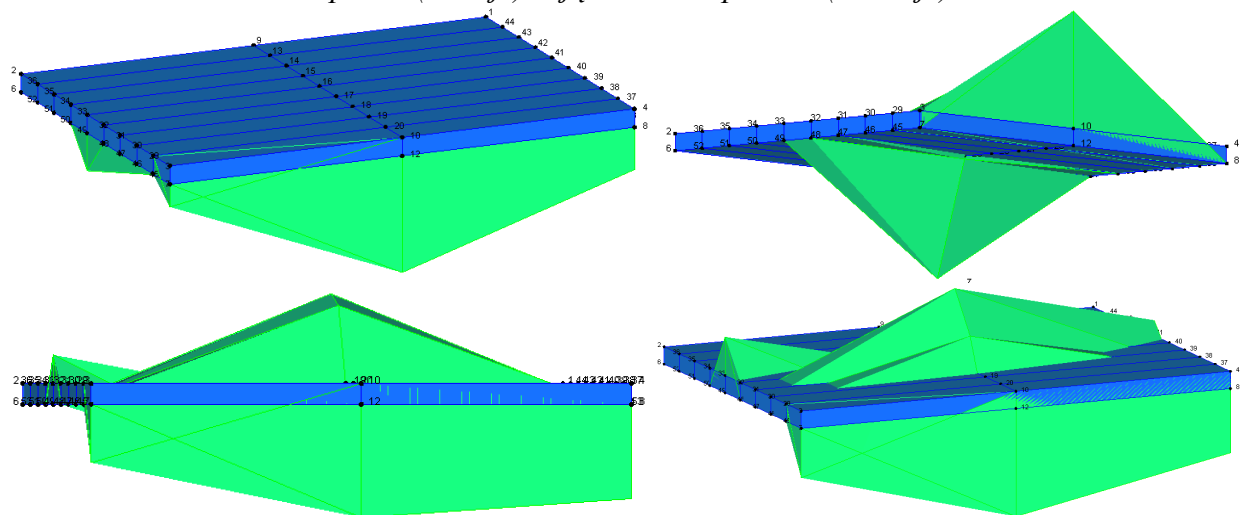
virpesių modų vienu metu. Eksperimentais nustatytose perdangos vertikalinių ir sukamųjų virpesių spektrogramose galima išskirti 4 virpesių modas (4 lentelė). Vyrauja sukamieji virpesiai. Būdingi perdangos virpesių spektrų pavyzdžiai pateikti 33 pav., o svyravimų modų charakteris 34 pav. Vertikalių virpesių dažnių spektre labai aiški ir svarbiausia pirmoji moda, kurios dažnis 17,2 Hz. Sukamųjų dažnių spektre išsiskiria 3 modos, kurių dažnis – atitinkamai, 21,1 Hz, 26,1 Hz ir 29,0 Hz.

4 lentelė. Perdangos laisvųjų virpesių formos ir jų dažniai

Virpesių forma	Dažnis, Hz	Slopimo koeficientas, %	Virpesių formos pavidalas
I	17,2	5,32	vertikali I
II	21,1	-	sukamoji I
III	26,1	-	sukamoji II
IV	29,0	-	sukamoji III



33 pav. Krintančio krūvio skirtinguose pjūviuose sužadintos perdangos laisvieji vertikalieji virpesiai (kairėje) ir jų dažninis spektras (dešinėje)

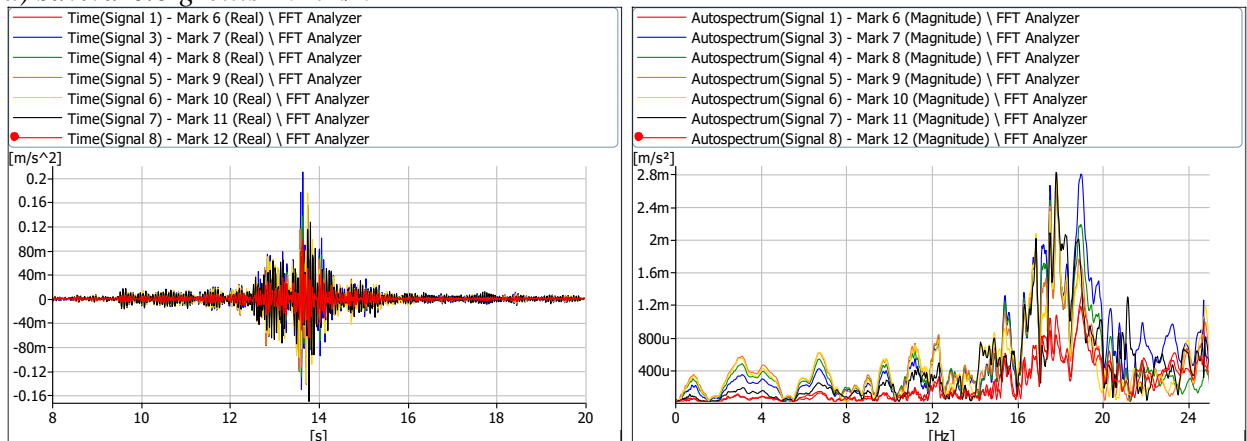


34 pav. Eksperimentinės modalinės analizės metu gautos perdangos savųjų svyravimų formos: I vertikali (viršuje kairėje); I sukamoji (viršuje dešinėje); II sukamoji (apačioje kairėje); III sukamoji (apačioje dešinėje)

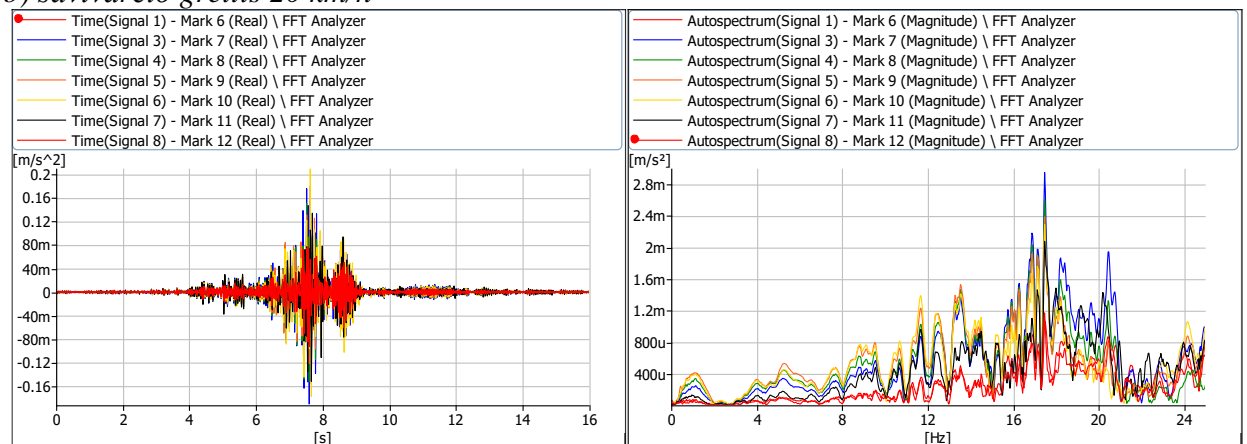
11.35. Tyrimų metu nustatytas I vertikalios modos virpesių slopimo koeficientas pateiktas 4 lentelėje. Slopimo koeficientai gaunami iš kiekvienos modos slopimo grafikų. Sukamųjų formų koeficientų nustatyti nepavyko. Tiksliai sužadinti norimą svyravimų formą yra sudėtinga. Nustatyta, kad tilto perdangos I vertikalios virpesių formų slopimo koeficientas $\zeta = 5,32 \%$. Automobilių tiltams LST EN standartai nereglamentuoja kritinių slopimo koeficiento reikšmių. Remiantis inžinerine patirtimi bei tiltų dinamikos tendencijomis gautos reikšmės gerokai viršija galimas kritines reikšmes. Gautos reikšmės taip pat byloja apie greitą sužadintų svyravimų slopimą.

11.36. Važiuojant pakrautam savivarčiui per tiltą įvairiu greičiu, atsiranda priverstiniai virpesiai, kurių dažnių spektro grafikuose (35 pav.) pastebimas virpesių pagreičių amplitudžių aiškus padidėjimas savųjų virpesių, kurie nustatyti impulsiniuose bandymuose, rezonansiniuose ruožuose. Iš pateiktų grafikų matyti, kad skirtingais greičiais priverstine apkrova sužadintos perdangos pagreičių reikšmės svyruoja $0,2\text{--}0,28 \text{ m/s}^2$ ribose. Pagreičių reikšmės priklauso nuo važiavimo greičio bei trajektorijos.

a) savivarčio greitis 10 km/h

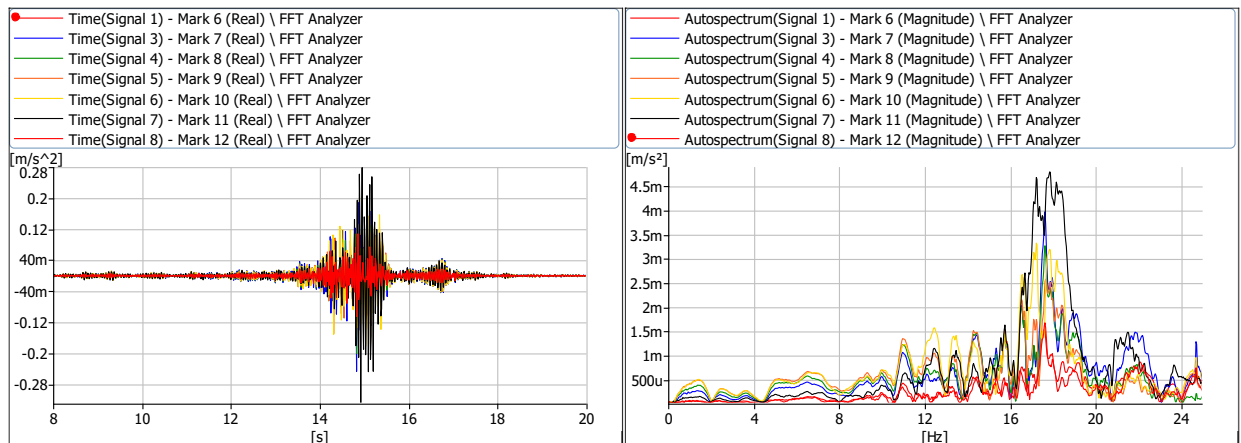


b) savivarčio greitis 20 km/h



35 pav. Tilto perdangos vertikalieji ir horizontalieji pagreičių laikinio signalo (kairėje) ir spektrinio tankio (dešinėje) grafikai pakrautam savivarčiui važiuojant skirtingais greičiais

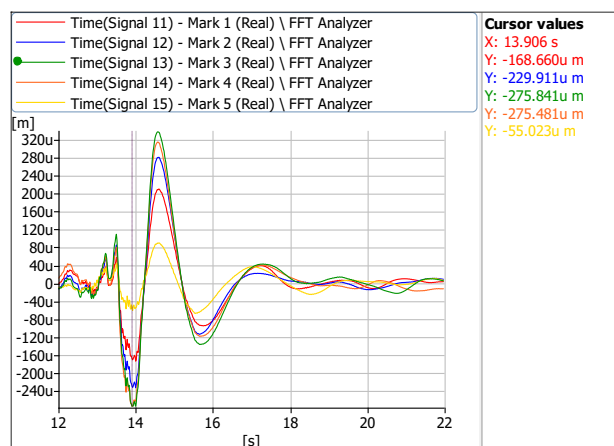
c) savivarčio greitis 29 km/h



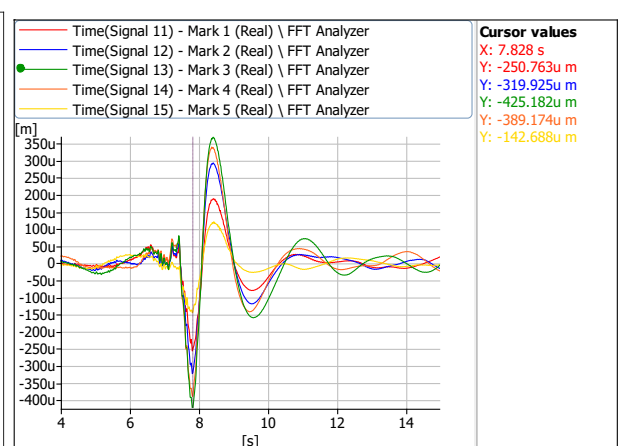
35 pav. tęsinys. Tilto perdangos vertikalieji ir horizontalieji pagreičių laikinio signalo (kairėje) ir spektrinio tankio (dešinėje) grafikai pakrautam savivarčiui važiuojant skirtingais greičiais

11.37. Automobiliams važiuojant per tiltą, atsiranda perdangos vertikalūs ir horizontalūs (skersiniai ir išilginiai) dinaminiai poslinkiai, kurių reikšmės labai priklauso nuo automobilio masės, jo greičio ir važiavimo krypties. Vertikaliųjų (y) ir horizontalių (skersine tilto kryptimi, x) dinaminių poslinkių charakteringos vibrogramos pateiktos 36 pav., o poslinkių reikšmės – 5 lentelėje. Iš pateiktų rezultatų matyti, kad didžiausi dinaminiai poslinkiai gaunami savivarčiui be priekabos arba su ja važiuojant 30 km/h greičiu.

a) savivarčio greitis 10 km/h

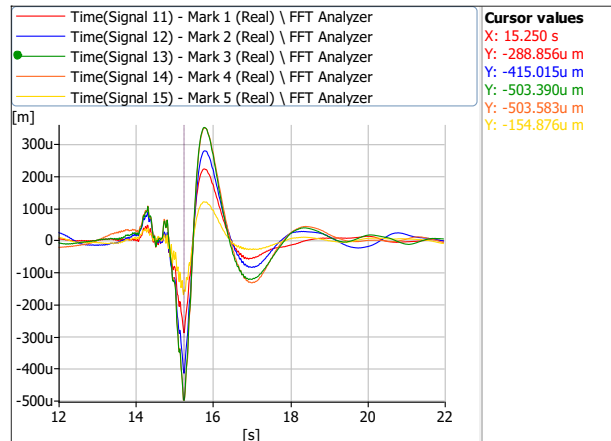


b) savivarčio greitis 20 km/h



36 pav. Tilto perdangos vertikalieji ir horizontalieji poslinkiai pakrautam savivarčiui važiuojant skirtingais greičiais

c) savivarčio greitis 29 km/h



36 pav. tęsinys. Tilto perdangos vertikalieji ir horizontalieji poslinkiai pakrautam savivarčiui važiuojant skirtingais greičiais

5 lentelė. Perdangos eksperimentinių maksimalių dinaminių vertikalųjų poslinkių (mm) ir dinaminių koeficientų reikšmės

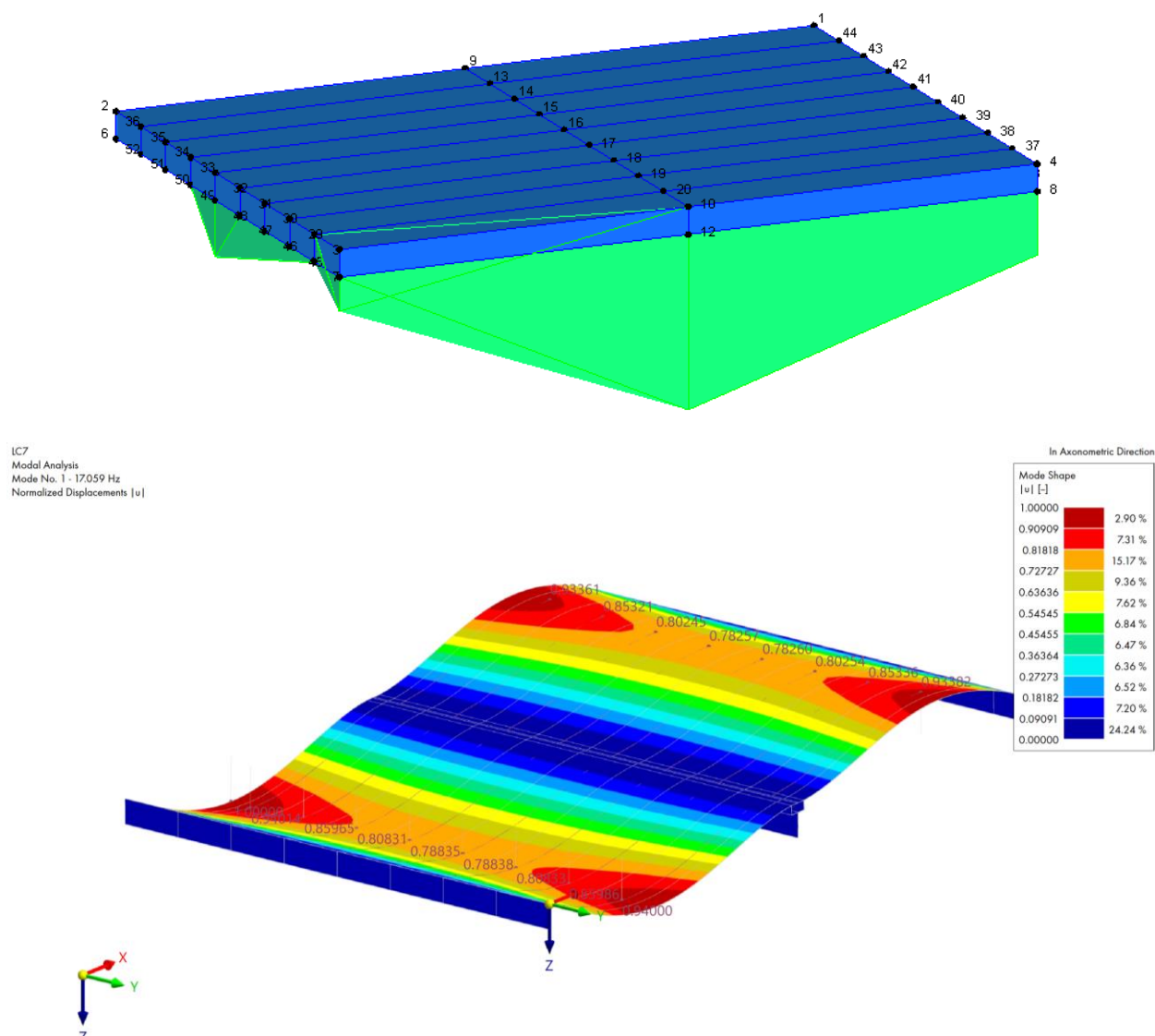
Eil. Nr.	Greitis, v km/h	Dinaminis vertikalus poslinkis, $\Delta_{dyn.v}$	Dinamiškumo koeficientas, $1+\phi$
1	10	0,276	1,247
2	20	0,425	1,380
3	29	0,504	1,451

11.38. Tyrimų metu gauti dinaminiai poslinkiai panaudoti apskaičiuojant dinamiškumo koeficientus. Skaičiavimuose priimta statinių bandymų metu gauta maksimali poslinkio reikšmė (1,117 mm). Gautos dinaminių koeficientų reikšmės pateiktos 5 lentelėje, iš kurioje pateiktų duomenų matyti, kad gelžbetoninės perdangos dinamiškumo koeficientas priklausomai nuo važiavimo greičio svyruoja nuo 1,247 iki 1,451. LST EN 1991-2 [10.10] standarte dinamiškumo koeficiento reikšmė nėra reglamentuota. Projektuojant tiltus pagal LST EN 1991-2 apkrovos modelyje LM1 įvertintas ir dinamiškumo koeficientas, kuris, kai $L=9$ m, vienos juostos apkrovai yra $\sim 1,6$. Tilto perdangai gauta maksimali eksperimentinė dinamiškumo koeficiento reikšmė yra mažesnė.

11.39. Darbe atliktas teorinių ir eksperimentinių savųjų svyravimų formų ir jų dažnių sugretinimas. Baigtinių elementų modeliu nustatytos svyravimų formos ir jų dažniai bei teorinių ir eksperimentinių rezultatų sugretinimas pateiktas 37 pav. ir 6 lentelėje. Baigtinių elementų modeliu patvirtintos visos eksperimentiškai nustatytos modos. Lyginant teorinius dažnius su išmatuotais, gaunamas geras sutapimas. Teorinių ir eksperimentinių dažnių santykis kinta ribose

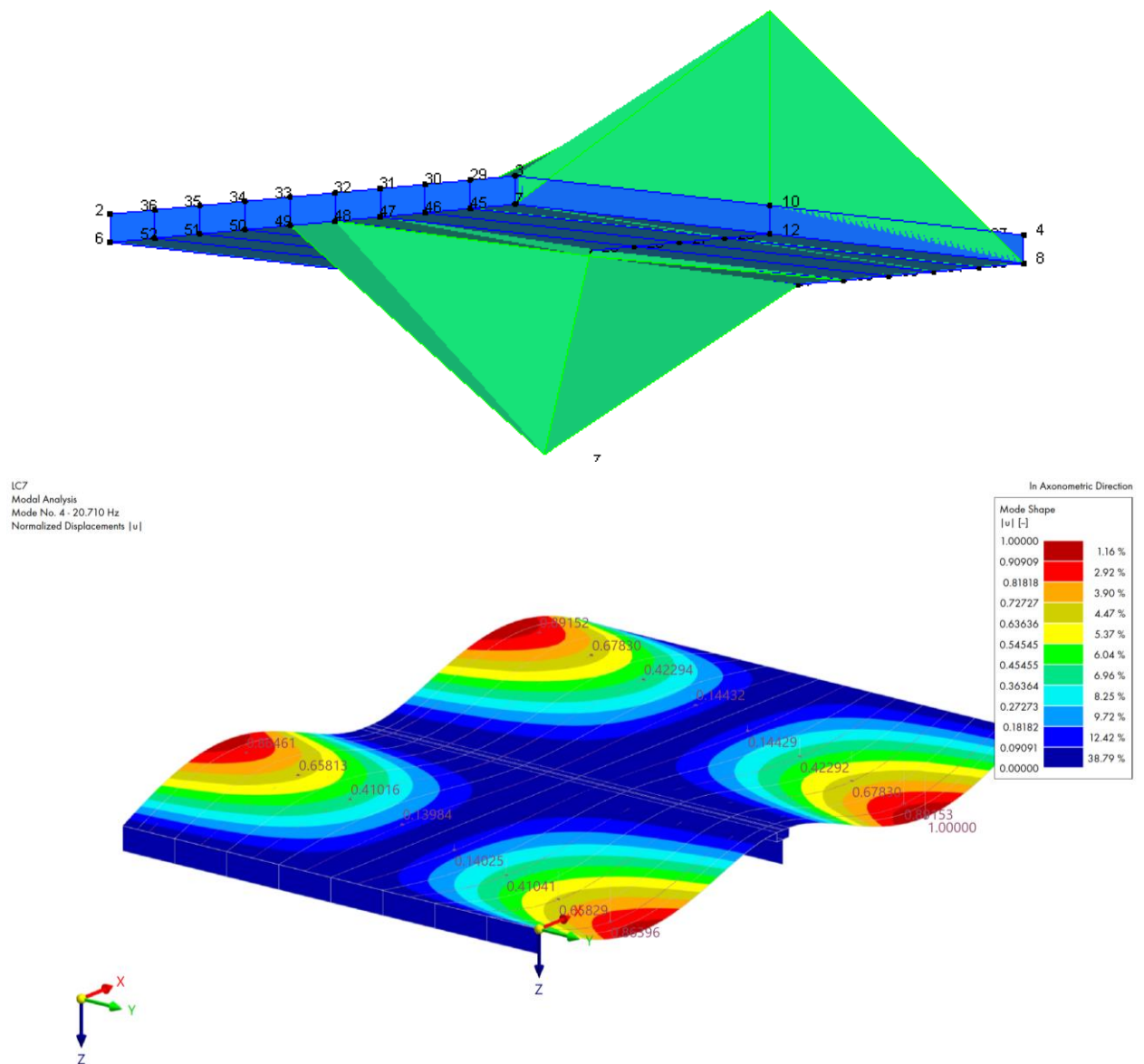
nuo 0,98 iki 1,06. Gautos santykių reikšmės rodo tilto sukalibruoto skaitmeninio modelio adekvatumą.

a) Vertikali I forma: $f_{exp}=17,2$ Hz; $f_{th}=17,1$ Hz



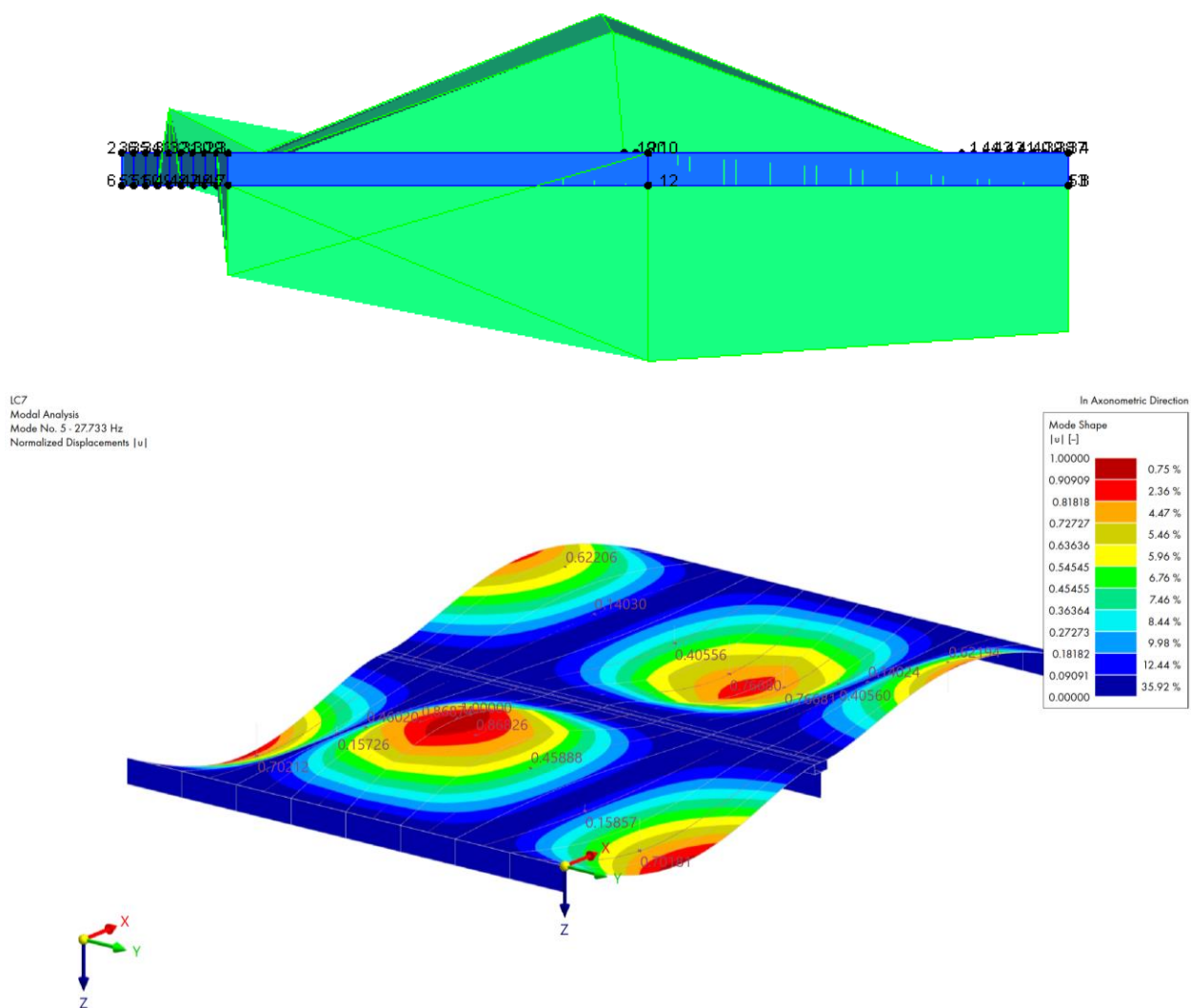
37 pav. Tilto perdangos eksperimentinių (viršuje) ir teorinių (apačioje) savųjų svyravimų virpesių modų ir jų dažnių sugretinimas

b) Sukamoji I forma: $f_{exp}=21,1 \text{ Hz}$; $f_{th}=20,7 \text{ Hz}$



37 pav. *tęsinys*. Tilto perdangos eksperimentinių (viršuje) ir teorinių (apačioje) savųjų svyravimų virpesių modų ir jų dažnių sugretinimas

c) Sukamoji II forma: $f_{exp}=26,1\text{ Hz}$; $f_{th}=27,7\text{ Hz}$.

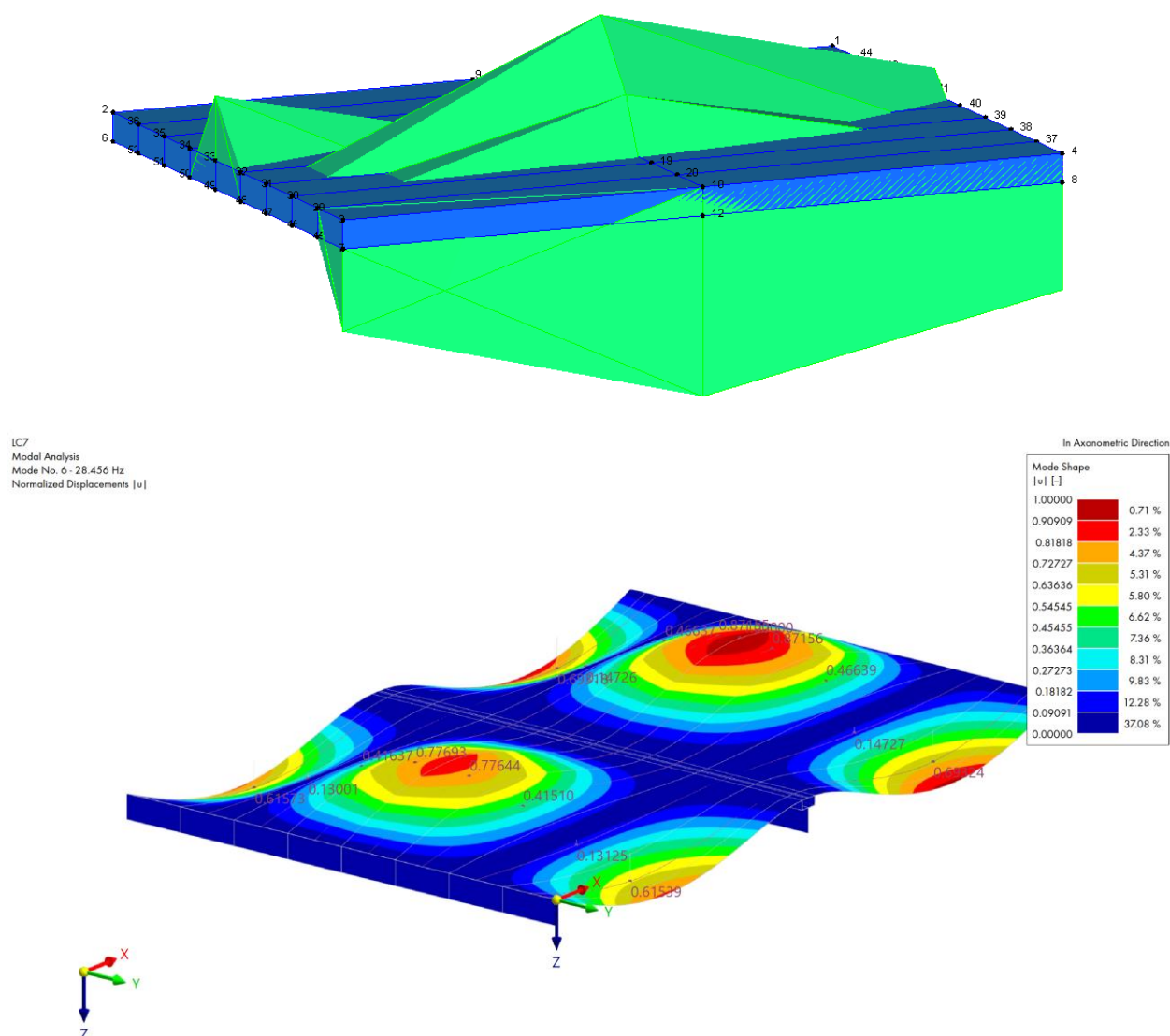


37 pav. *tęsinys.* Tilto perdangos eksperimentinių (viršuje) ir teorinių (apačioje) savųjų svyravimų virpesių modų ir jų dažnių sugretinimas

+



d) Sukamoji III forma: $f_{exp}=29,0 \text{ Hz}$; $f_{th}=28,5 \text{ Hz}$



37 pav. tėsiny. Tilto perdangos eksperimentinių (viršuje) ir teorinių (apačioje) savųjų svyravimų virpesių modų ir jų dažnių sugretinimas

6 lentelė. Perdangos laisvųjų virpesių eksperimentinių ir teorinių dažnių palyginimas

Virpesių forma	Eksperimentinis dažnis, Hz	Teorinis dažnis, Hz	Teorinis dažnis / Eksperimentinis dažnis
I	17,2	17,1	0,99
II	21,1	20,7	0,98
III	26,1	27,7	1,06
IV	29,0	28,5	0,98

11.40. Tyrimuose atliktas gelžbetoninės perdangos laikomosios galios normaliniame ir įstrižajame pjūviuose (tik perdangos plokštėms) įvertinimas. Atsparumo patikrinimas normaliniame pjūvyje atliktas pagal maksimalų lenkimo momentą, tuo tarpu įstrižajame pjūvyje pagal skersinę jėgą. Perdangų betono gniuždomasis bei armatūros tempiamasis stipriai priimti pagal tipinių projektų duomenis. Priimtose gniuždomojo stiprio reikšmės yra konservatyvios, kadangi neardančiais metodais nustatytos eksperimentinės stiprio reikšmės kai kuriems konstrukciniams elementams buvo šiek tiek aukštesnės.

11.41. Plokščių laikomosios galios lenkimui priėmus LST EN 1991-2 LM1 modelio apkrovas su apkrovas koreguojančiais koeficientais $\alpha_{Q1}=0,8$ bei $\alpha_{Q2}=\alpha_{Q3}=\alpha_{q1}=\alpha_{q2}=\alpha_{q3}=\alpha_{qr}=1,0$ bei nevertinant atsiradusių pažeidimų įtakos. Gauti rezultatai apibendrinti 7 lentelėje, kurioje M_{Ed} atitinka suminių eksploatacinių apkrovų sukeltus lenkimo momentus, M_{Rd} – atlaikomąjį perdangos plokštės momentą, nevertinant atsiradusių pažeidimų įtakos. Plokščių laikomoji galia nėra pakankama, jeigu $M_{Ed} / M_{Rd} < 1$. Būtina pabrėžti, kad atliekant skaičiavimus mažiau apkrautoms plokštėms M_{Ed} nėra maksimalios. Jos gautos apkrovas kintamąją apkrovą išdėsčius kitų plokščių atžvilgiu pavojingiausiose padėtyse.

7 lentelė. Perdangos plokščių laikomosios galios normaliniame pjūvyje įvertinimas LST EN 1991-2 LM1 modelio poveikiui su apkrovas koreguojančiais koeficientais $\alpha_{Q1}=0,8$ bei $\alpha_{Q2}=\alpha_{Q3}=\alpha_{q1}=\alpha_{q2}=\alpha_{q3}=\alpha_{qr}=1,0$

Plokštės žymėjimas	Lenkimo momentai, kNm		M_{Ed}/M_{Rd}
	M_{Ed}	M_{Rd}	
P-1	290	296	0,980
P-2	325	296	1,096
P-3	317	296	1,070
P-4	301	296	1,018
P-5	284	296	0,959
P-6	258	296	0,873
P-7	243	296	0,821
P-8	198	296	0,668

11.42. Iš 7 lentelės matyt, kad labiausiai apkrautų plokščių (lentelėje pažymėta raudona spalva) laikomoji galia LST EN 1991-2 LM1 modelio poveikiui su apkrovas koreguojančiais koeficientais



$\alpha_{Q1}=0,8$ bei $\alpha_{Q2}=\alpha_{Q3}=\alpha_{q1}=\alpha_{q2}=\alpha_{q3}=\alpha_{qr}=1,0$ nėra pakankama. Išnaudojimo koeficiento M_{Ed}/M_{Rd} reikšmės svyruoja nuo 1,018 iki 1,096.

11.42. Papildomai atliktas laikomosios galios įvertinimas priėmus sumažinto intensyvumo LST EN 1991-2 LM1 modelio apkrovas su apkrovas koreguojančiais koeficientais $\alpha_{Q1}=\alpha_{Q2}=\alpha_{q1}=0,65$ bei $\alpha_{Q3}=\alpha_{q2}=\alpha_{q3}=\alpha_{qr}=1,0$. Šis modelis gali būti naudojamas miestų ir miestelių tiltams, kurių tarpatramio ilgis mažesnis už 25 m. Gauti rezultatai apibendrinti 8 lentelėje. Iš lentelės matyti, kad labiausiai apkrautų plokščių laikomoji gali normaliniame pjūvyje išlieka nepakankama. Išnaudojimo koeficiento M_{Ed}/M_{Rd} reikšmės svyruoja nuo 0,582 iki 0,916. Tyrimų rezultatai rodo, kad tilto perdangos laikomoji galia normaliniame pjūvyje esant gerai perdangos būklei yra pakankama LST EN 1991-2 normose reglamentuojamų apkrovų poveikiui su sumažintais apkrovą koreguojančiais koeficientais.

8 lentelė. Perdangos plokščių laikomosios galios normaliniame pjūvyje įvertinimas LST EN 1991-2 LM1 modelio poveikiui su apkrovas koreguojančiais koeficientais $\alpha_{Q1}=\alpha_{Q2}=\alpha_{q1}=0,65$ bei $\alpha_{Q3}=\alpha_{q2}=\alpha_{q3}=\alpha_{qr}=1,0$

Plokštės žymėjimas	Lenkimo momentai, kNm		M_{Ed}/M_{Rd}
	M_{Ed}	M_{Rd}	
P-1	242	296	0,819
P-2	271	296	0,916
P-3	266	296	0,897
P-4	254	296	0,859
P-5	241	296	0,815
P-6	222	296	0,750
P-7	210	296	0,711
P-8	172	296	0,582

11.43. Papildomai atliktas laikomosios galios įvertinimas priėmus sumažinto intensyvumo LST EN 1991-2 LM1 modelio apkrovas su apkrovas koreguojančiais koeficientais $\alpha_{Q1}=\alpha_{Q2}=\alpha_{q1}=0,65$ bei $\alpha_{Q3}=\alpha_{q2}=\alpha_{q3}=\alpha_{qr}=1,0$ bei kartu įvertinant perdangos plokštėse atsiradusias pažaidas. Priimta konservatyvi prielaida, kad perdangos laikomoji galia dėl atsiradusių pažaidų sumažėja 10 %. Šia prielaida integraliai įvertina ne tik defektų ir pažaidų įtaka plokščių laikomajai galiai, bet ir pastarųjų įtaka vidinių jėgų persiskirstymui tarp perdangos plokščių. Gauti rezultatai apibendrinti



9 lentelėje. Išnaudojimo koeficiento M_{Ed}/M_{Rd} reikšmės svyruoja nuo 0,547 iki 1,018. Tyrimų rezultatai rodo, kad tilto P-2 perdangos laikomoji galia normaliniame pjūvyje tampa nebepakankama (9 lentelėje pažymėta raudonai). Išnaudojimo koeficientas nors ir nedaug, tačiau viršija 1. Toliau eksploatuojant tiltą iki intervencinių priemonių įgyvendinimo būtina apriboti eismą viršnorminių apkrovų transporto priemonėms.

9 lentelė. Perdangos plokščių laikomosios galios normaliniame pjūvyje įvertinimas LST EN 1991-2 LM1 modelio poveikiui su apkrovas koreguojančiais koeficientais $\alpha_{Q1} = \alpha_{Q2} = \alpha_{q1} = 0,65$ bei $\alpha_{Q3} = \alpha_{q2} = \alpha_{q3} = 1,0$ bei 10% sumažinus perdangos plokščių laikomąją galią

Plokštės žymėjimas	Lenkimo momentai, kNm		M_{Ed}/M_{Rd}
	M_{Ed}	M_{Rd}	
P-1	242	266	0,910
P-2	271	266	1,018
P-3	266	266	0,997
P-4	254	266	0,954
P-5	241	266	0,906
P-6	222	266	0,834
P-7	210	266	0,790
P-8	172	266	0,647

11.44. Teoriniuose tyrimuose papildomai įvertinta galimų eksploatacinių transporto priemonių apkrovų poveikių įtaka perdangos labiausiai apkrautų plokščių lenkimo laikomajai galiai. Skaičiavimuose panaudota keturių ašių sunkiasvorė transporto priemonė, kurios parametrai: bendras svoris – 50 t, priekinių ašies svoris – 2×11 t, galinių ašių – 2×14 t. Savivarčio ašių formulė išilgine kryptimi pradedant nuo pirmosios ašies – $1,8 + 3,0 + 1,4$ m. Būtina pabrėžti, kad panašių parametrų transporto priemonių eismas be atskiro suderinimo yra draudžiamas. Skaičiavimuose papildomai įvertintas dinaminis apkrovos koeficientas $1 + \phi = 1,50$ bei apkrovos patikimumo koeficientas $\gamma_f = 1,35$. Pastarasis priimtas pagal LST EN 1990 automobilių tiltų apkrovų modeliui LM1. Dinaminis koeficientas priimtas atsižvelgiant į tilto dinaminių bandymų rezultatus. Teoriniuose tyrimuose dėl apribotos erdvės prasilenkti dviem transporto priemonėms nagrinėtas atvejis, kai ant tilto perdangos gali užvažiuoti tik vienas 50 t svorio savivartis. Skaičiavimai atlikti nevertinant ir įvertinus tilto eksploatacijos metu atsiradusias pažaidas. Vertinant defektų ir

pažaidų įtaką priimta konservatyvi prielaida, kad labiausiai apkrautos perdangos plokštės laikomoji galia normaliniame pjūvyje yra sumažėjusi 10%.

11.45. Laikomosios galios vertinimo rezultatai pateikti 10 lentelėje. Gauti rezultatai rodo, kad tiek dabartinės būklės (įvertinus pažaidų ir defektų įtaką), tiek ir nevertinant tilto perdangos nusidėvėjimo laikomoji galia normaliniame pjūvyje priimtai vieno 50 t svorio savivarčio apkrovai yra pakankama. Gauta išnaudojimo koeficiento M_{Ed}/M_{Rd} reikšmės kinta: kai defektai ir pažaidos nevertinamos – 0,380–0,650 ribose, įvertinus defektų ir pažaidų įtaką – 0,422–0,722. Galima teigti, kad esamos būklės tiltas gali būti eksploatuojamas vienos transporto priemonės eismui neviršinat LR Susisiekimo ministerijos nustatytų transporto priemonių parametrų (bendro svorio ir ašies apkrovos), kuriems esant transporto priemonės eismas gali vykti be specialaus suderinimo ir leidimo važiuoti automobilių keliais. Didesnio svorio transporto priemonių eismas tiltu galėtų būti vykdomas tik įgyvendinus tilto laikomosios galios atstatymo intervencines priemones.

10 lentelė. Perdangos plokščių laikomosios galios normaliniame pjūvyje įvertinimas eksploatacinės 50 t savivarčio apkrovos poveikiui nevertinant perdangos plokštėse atsiradusių pažaidų ir defektų įtakos bei juos įvertinus

Plokštės žymėjimas	Lenkimo momentai, kNm		M_{Ed}/M_{Rd}
	M_{Ed}	M_{Rd}	
P-1	135	296	0,456
P-2	169	296	0,572
P-3	192	296	0,650
P-4	192	296	0,647
P-5	187	296	0,633
P-6	158	296	0,535
P-7	138	296	0,467
P-8	112	296	0,380
Defektų ir pažaidų įtaka įvertinta			
P-1	176	266	0,507
P-2	277	266	0,636
P-3	315	266	0,722



Plokštės žymėjimas	Lenkimo momentai, kNm		M_{Ed}/M_{Rd}
	M_{Ed}	M_{Rd}	
P-4	368	266	0,719
P-5	349	266	0,703
P-6	368	266	0,594
P-7	316	266	0,519
P-8	289	266	0,422

11.46. Atlikus laikomosios galios skaičiavimus įstrižajame pjūvyje skersinės jėgos poveikiui bei neįvertinus atsiradusių defektų ir pažaidų įtakos gautos panašios tokios tendencijos kaip ir normaliniame pjūvyje. Perdangos laikomoji galia LST EN 1991-2 apkrovos modelio LM1 poveikiui yra priėmus apkrovas koreguojančius koeficientus $\alpha_{Q1}=0,8$ bei $\alpha_{Q2}=\alpha_{Q3}=\alpha_{q1}=\alpha_{q2}=\alpha_{q3}=\alpha_{qr}=1,0$ nėra pakankama. Gautos laikomosios galios išnaudojimo koeficientų V_{Ed}/V_{Rd} reikšmės kito 0,338–1,072 ribose.

11.47. Atlikus perdangos laikomosios galios įstrižajame pjūvyje skaičiavimus LST EN 1991-2 apkrovos modelio LM1 poveikiui priėmus apkrovas koreguojančius koeficientus $\alpha_{Q1}=\alpha_{Q2}=\alpha_{q1}=0,65$ bei $\alpha_{Q3}=\alpha_{q2}=\alpha_{q3}=\alpha_{qr}=1,0$ bei neįvertinus atsiradusių defektų ir pažaidų įtakos bei juos įvertinus gautos laikomosios galios išnaudojimo koeficientų V_{Ed}/V_{Rd} reikšmės, kito, atitinkamai, 0,311–0,882 ir 0,346–0,980 ribose. Abiem atvejais tilto perdangos plokščių laikomoji galia yra pakankama, tačiau įvertinus defektų ir pažaidų įtaką, tilto laikomosios galios atsarga tampa artima ir ribinei. Gauti rezultatai rodo, kad ypatingų (viršnorminių) apkrovų poveikių tilto eksploatacija nėra galima.

11.48. Sąlyginei eksploatacinei 50 t savivarčio apkrovai gauti tokie rezultatai: neįvertinus eksploatacijos metu atsiradusių defektų ir pažaidų įtakos, labiausiai apkrautų perdangos plokščių laikomoji galia įstrižajame pjūvyje yra pakankama. Maksimali išnaudojimo koeficientų V_{Ed}/V_{Rd} reikšmė sudarė 0,71. Įvertinus pažaidas perdangos plokščių laikomoji galia skersinių jėgų poveikiui taip pat pakankama, o maksimali išnaudojimo koeficiento V_{Ed}/V_{Rd} reikšmė padidėja iki 0,789. Įstrižojo pjūvio stiprumo skaičiavimai dar kartą patvirtina, kad esamos būklės tiltas gali būti eksploatuojamas vienos transporto priemonės eismui neviršinat LR Susisiekimo ministerijos nustatytų transporto priemonių parametrų (bendro svorio ir ašies apkrovos), kuriems esant transporto priemonės eismas gali vykti be specialaus suderinimo ir leidimo važiuoti automobilių keliais.



12. Privalomosios pastabos

Atlikus tilto per Ežerupio upę, pikete 6+30, Gineikių km., Kaltinėnų sen., kelyje Žemaičių plentas –Pagrybis laikančiųjų konstrukcijų ir elementų techninės būklės vertinimą, tilto statinius ir dinامينius bandymus, tilto perdangos laikomosios galios vertinimą, galima suformuluoti tokias privalomas pastabas statinio būklei pagerinti bei saugai užtikrinti:

12.1. Pakloto elementus būtina demontuoti bei įrengti naują važiuojamosios dalies paklotą (išlyginamasis sluoksnis, hidroizoliacija, važiuojamosios dalies danga).

12.2. Būtina pašalinti žvyro dangos sluoksnius nuo tilto važiuojamosios dalies ir tilto prieigose taip sumažinant pravažiuojančių transporto priemonių dinaminį poveikį tilto konstrukcijoms.

12.3. Esamus turėklus ir turėklinius blokus rekomenduojama pašalinti ir vietoje jų įrengti plieninius atitvarus automobilių transporto priemonių eismo saugai užtikrinti.

12.4. Priėmus sprendimą įrengti šaltilčius ar techninius praėjimus, turėklus būtina pakeisti naujais arba kapitaliai suremontuoti. Šiuo atveju turėklų aukštis privalo būti parinktas atsižvelgiant į TR 2.01:2019 reglamento 96 p. reikalavimus. Papildomai būtina įrengti plieninius atitvarus transporto priemonių ir pėsčiųjų arba techninio personalo srautų atskyrimui.

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

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

12.7. Būtina įrengti tilto apšvietimo sistemą laikantis TR 2.01:2019 reglamente nurodytų reikalavimų.

12.8. Rekomenduojama papildomai įrengti elastomerinius atraminius guolius perdangos plokščių atraminėse zonose. Galimybės tai įgyvendinti turėtų būti nustatytos demontavus esamą tilto paklotą.

12.9. Intervencinių priemonių pobūdis tilto perdangoms ir atramoms priklauso nuo sprendimo susijusio su tilto laikomosios galios atstatymu bei atitikimu STR ir/ar LST EN standartų sistemose reglamentuojamų ribinių būvių reikalavimų. Nusprendus priimti laikinas intervencines priemones tilto saugai užtikrinti būtina imtis šių priemonių:

- reikšmingai pažeistų plokščių keitimas naujomis arba stiprinimas;*
- zonose, kuriose perdangos plokščių 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 nustačius armatūros koroziją, rūdijančių ir atsidengusių armatūros strypų nuvalymas bei atsidengusios armatūros padengimas antikorozine danga; naudojama vietose, kur dėl armatūros korozijos atkerės ar pilnai nukritęs apsauginis betono sluoksnis. Šiose zonose betoniniai paviršiai atstatomi ir remontuojami pagal ankstesnio punkto rekomendacijas;*
- *arti betono paviršiaus esančios armatūros antikorozinė apsauga korozijos vystymosi prevencijai;*
- *supleišėjusius gelžbetoninių elementų paviršius padengti tampria danga; nustačius didesnio nei 0,5 mm pločio plyšius juos injektuoti polimerinėmis medžiagomis;*
- *plokščių ir atramų betoninių paviršių padengimas atmosferos poveikiams atsparia danga. Rekomenduotina naudoti hidrofobizuojančius impregnantus.*

12.10. Atliekant teorinius skaičiavimus perdangos plokščių įrašos apskaičiuotos priėmus konservatyvius prielaidas. Įvertinant tiltų projektavimo praktikoje taikomas tendencijas tilto kapitalinio remonto/ rekonstrukcijos projekto rengimo metu įvertinant tolimesnės tilto eksploatacijos ekonominius aspektus siūloma apsvarstyt galimus inžinerinius sprendimus dėl visų perdangos plokščių stiprinimo arba pakeitimo naujomis, užtikrinant jų pakankamą laikomąją galią standarte LST EN 1991-2 [10.10] reglamentuojamiems tiltų poveikiams bei atitikimą STR 2.01.01(1):2005 [10.6] nustatytiems esminiams statinio reikalavimams.

12.11. Atramų konstrukcijų kapitalinio remonto/rekonstrukcijos priemonės priklauso nuo tiltų perdangoms priimtų inžinerinių sprendinių. Ženkliai nesikeičiant nuolatinės apkrovos intensyvumui bei tilto konstrukciniai schemai esamų polių–kolonų laikomoji galia yra pakankama. Tačiau jų laikomąją galią būtina papildomai patikrinti atlikus inžinerinius geologinius tyrinėjimus.

12.12. Pereinamųjų plokščių ties kraštinėmis atramomis būklės patikrinti nėra galimybės. Rekomenduojamas pakeitimas įrengiant naujas pereinamąsias plokštes ant grunto pagrindo. Šis sprendimas turi būti priimtas pašalinus važiuojamosios dalies paklotą ties kraštinėmis atramomis bei įvertinus pereinamųjų plokščių techninę būklę. Esant priimtinaai būklei, būti įrengti patikimą pagrindą po esamomis pereinamomis plokštėmis. Inžineriniai sprendimai gali būti patikslinti kapitalinio remonto/rekonstrukcijos darbų vykdymo metu.

12.13. Atnaujinti atraminių sienų gelžbetoninių plokščių sandūras. Rekomenduojama apsvarstyti galimybę atramines plokštes pakeisti naujomis.

12.14. Būtina sutvarkyti gerbūvį tilto prieigose ir po tiltu, atstatant arba pakeičiant naujomis pylimus stiprinančias gelžbetonines plokštes upės vagoje ir zonose ties ramtais. Kapitalinio remonto/rekonstrukcijos metu būtina imtis priemonių kelio pylimams tilto prieigose bei zonose už atraminių sienų sustiprinti, užtikrinant jų stabilumą bei išplovimo galimybes.

12.15. Būtina nuolat valyti ir prižiūrėti upės vagą po tiltu, nes besikaupiantis dumblas ir augmenija turi neigiamos įtakos vandenyje eksploatuojamoms tilto konstrukcijoms: taurų poliams–kolonoms ir pylimus stiprinančioms gelžbetoninėms plokštėms.

12.16. Būtina sutvarkyti ir įrengti technines aikšteles po tiltu ties perdangų atraminėmis zonomis. Jūs būtinos saugiai prieigai prie atraminių dalių techninių apžiūrų bei einamųjų remontų metu.

12.17. Šiame skirsnyje išvardintos intervencinės priemonės turi būti priimtose ne vėliau kaip per 3 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.

12.18. Iki aukščiau išvardintų intervencinių priemonių įgyvendinimo esamos techninės būklės tiltas gali būti eksploatuojamas vienos transporto priemonės eismui neviršinat LR Susisiekimo ministerijos nustatytų transporto priemonių parametrų (bendro svorio ir ašies apkrovos), kuriems esant transporto priemonės eismas gali vykti be specialaus suderinimo ir leidimo važiuoti automobilių keliais. Rekomenduojama papildomai apriboti galimą dviejų sunkiasvorių automobilių pateikimą ant tilto. Apribojimams įgyvendinti būtina imtis atitinkamų priemonių, pvz.: sumažinti važiuojamosios dalies plotį, įrengti atitinkamus draudžiamuosius ir įspėjamuosius kelio ženklus, informacinius stendus ir pan.

12.19. Eksploatuojant tiltą iki intervencinių priemonių įgyvendinimo būtina nuolatinė jo būklės stebėsena. 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.

12.20. 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 stebėsena 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. Saugiai tilto techninės priežiūros užtikrinimui kelio šlaituose abėjuose Ežerupio upės pusėse rekomenduojama įrengti šlaitinius laiptus.

14. Statinio techninės būklės įvertinimas

Tiltas per Ežerupio upę yra neatsiejama Gineikių kaimo infrastruktūros dalis. Nepaisant to, kad intensyvus sunkiasvorių transporto priemonių eismas tiltu nevyksta 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 beveik 50 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.

Dabartinė tilto būklė leidžia teigti, kad įvertinus eksploatacijos metu atsiradusius defektus ir pažaidas tilto gelžbetoninės perdangos plokštės netenkina STR 2.01.01(1):2005. Esminis statinio reikalavimas „Mechaninis atsparumas ir pastovumas“ reikalavimų ir neatlaiko Lietuvoje tiltų projektavimui taikomo LST EN 1991-2 standarte reglamentuojamo kintamosios automobilių pagrindinio modelio LM1 apkrovos su apkrovą koreguojančiais koeficientais $\alpha_{Q1}=\alpha_{Q2}=\alpha_{q1}=0,65$ ir $\alpha_{Q3}=\alpha_{q2}=\alpha_{q3}=\alpha_{qr}=1,0$. Šie aspektai atitinka sovietmečiu statytų ar po II-ojo pasaulinio karo rekonstruotų tiltų laikomosios galios vertinimo tendencijas. Atlikti teoriniai laikomosios galios skaičiavimai parodė, kad esamo automobilių laikančiųjų konstrukcijų atitikimas STR 2.01.01(1):2005. Esminis statinio reikalavimas „Mechaninis atsparumas ir pastovumas“ reikalavimams gali būti įgyvendintas tik kapitaliai suremontavus ar rekonstravus tilto laikančiąsias konstrukcijas.

Tolimesnių būtinų intervencinių priemonių pobūdis priklauso nuo tilto savininko sprendimo. Siūloma priimti šias priemones tilto saugai ir patikimumui užtikrinti:

- esamo automobilių tilto kapitalinis remontas ir stiprinimas, 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 metu būtina įgyvendinti 12 ir 13

skyriuose išvardintas intervencines priemones. Būtina pabrėžti, kad kai kurios tilto konstrukcijos yra pakankamai nusidėvėjusios, elementuose vyksta negrįžtami struktūriniai pokyčiai (betono ir armatūros korozija ir kt.). Tilto konstrukcijų atstatymas iki saugai užtikrinti reikalingo lygmens yra įmanomas, tačiau tilto savininkai turėtų įvertinti ar ši priemonė yra ekonomiškai priimtina. Būtina pabrėžti, kad tyrimuose nustatytas laikomosios galios rezervas po sustiprinimo ir kapitalinio gali būti nedidelis. Reikia pažymėti, kad laikomoji galia vertinta priėmus sumažintą LST EN 1991-2 reglamentuojamą apkrovą automobilių tiltams. Ateityje numatant kelių infrastruktūros plėtrą bei galimą automobilių transporto srautų ir svorių augimą, tilto laikomoji galia gali tapti nepakankama.

- naujo automobilių tilto įrengimas. Pastarasis sprendimas būtų racionalus ir ilgalaikis, kadangi būtų suprojektuotas taikant šiuolaikinėje tiltų inžinerijoje taikomus inžinerinius metodus ir konstrukcijų ilgaamžiškumą užtikrinančius sprendimus.

Iki galutinio sprendimo įgyvendinimo tiltui turi būti taikomos šio akto 12.17–12.20 punktuose nurodytos priemonės. Rekomenduotos intervencinės priemonės turi būti priimtose per artimiausius 3 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.

Laboratorijos vedėjas

(parašas)

A. Šneideris

(v. pavardė)

Ekspertizės vadovas ir ekspertas

(parašas)

D. Bačinskas

(v. pavardė)



**VALSTYBĖS NUOSAVYBĖS TEISE PRIKLAUSANČIŲ TILTŲ EKSPERTIZĖS
PASLAUGOS**



**TILTŲ EKSPERTIZĖS (SPECIALIOSIOS APŽIŪROS) ATLIKIMO TECHNINĖS
SĄLYGOS**

1. **Užsakovas:** Šilalės rajono savivaldybės administracija
2. **Paslaugos rūšis:** 2 vnt. tiltų detalios (specialiosios) apžiūros atlikimas, pagal pridedamą tiltų sąrašą:
 - 2.1. Tilto per Ežerupio up., pikete 6+30, pastatyto 1976 metais, esančio Gineikių k., Kaltinėnų sen., kelias Jomantai, Teneniai–Teneniai, Pajūralis (koordinatės x 368219,29 y 6149501,16);
 - 2.2. Tilto per Tenenio up., pikete 46+60, pastatyto 1989 metais, esančio Tenenių k., Tenenių sen., kelias Jomantai, Teneniai–Teneniai, Pajūralis (koordinatės x 368219,29 y 6149501,16);
3. **Reikalavimai Paslaugos tiekėjui:**
 - 3.1. Paslaugos tiekėjas, turintis bent vieną kvalifikuotą specialistą turintį (galiojantį) teisę eiti statinio (jo dalies) ekspertizės vadovo pareigas ir turintį ne mažiau kaip 2 metų statinio (jo dalies) ekspertizės vadovo darbo patirtį.
 - 3.2. Detalias (specialiąsias) tiltų apžiūras atlieka akredituotos laboratorijos, mokslo tyrimo įstaigos ar juridiniai asmenys, turintys teisę atlikti statinio ekspertizę (Statybos įstatymas, reglamentas STR 1.02.06).
4. **Reikalavimai detalios (specialiosios) apžiūros atlikimui:**
 - 4.1. Paslauga atliekama:
 - 4.1.1. Tilto per Ežerupio up., pikete 6+30, pastatyto 1976 metais, esančio Gineikių k., Kaltinėnų sen., kelias Žemaičių plentas–Pagrybis (koordinatės x 403801,02; y 6156472,06);
 - 4.1.2. Tilto per Tenenio up., pikete 46+60, pastatyto 1989 metais, esančio Tenenių k., Tenenių sen., kelias Jomantai, Teneniai–Teneniai, Pajūralis (koordinatės x 368219,29 y 6149501,16);
 - 4.2. Detalios specialios apžiūros vykdytojas parengia ataskaitą, kurioje pateikiami apžiūros rezultatai.
 - 4.3. Detalios (specialiosios) apžiūros ataskaitoje turi būti:
 - 4.3.1. pateikti patikrinti tilto geometriniai parametrai (tilto ilgis, tarp atramų ilgiai, tilto skersiniai matmenys, aukštis nuo vandens lygio ir pan.);
 - 4.3.2. aprašytas aptiktų defektų pobūdis, vieta ir priežastys;
 - 4.3.3. pateiktos tilto ir žymių defektų fotografijos;
 - 4.3.4. aprašyti atlikti tilto tyrimai, atliktos apžiūros ir konstrukcijų bandymai, laboratoriniai tyrimai ir skaičiavimai; pateikiama techninė tyrimų ataskaita (bandymai derinami su užsakovu);
 - 4.3.5. įvertinta statinio techninė būklė, pagal statybos techninį reglamentą STR 2.01.01(1) Esminis statinio reikalavimas „Mechaninis atsparumas ir pastovumas“;
 - 4.3.6. nustatyta tilto konstrukcijų laikomoji galia ir nustatyta leistina apkrova (**nustatant laikomąsias galias ir leistinas apkrovas kviesti Kaimo reikalų ir aplinkosaugos skyriaus specialistus**), pagal STR2.05.05:2005 „Betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas“;
 - 4.3.7. aptartos eismo tiltu sąlygos ir nurodytas transporto priemonių eismo intensyvumas;
 - 4.3.8. surašytas tilto defektų žiniaraštis;

4.3.9. specialiosios apžiūros metu atliktų stebėjimų, skaičiavimų, tyrimų ir bandymų rezultatai bei išvados pateikiamos parengtoje ataskaitoje.

4.3.10. nurodyti, jei reikalinga riboti transporto priemonių judėjimo apkrova per tiltus;

4.3.11. tiltų atstatymui reikalingas remontas, rekonstrukcija ar nauja statyba.

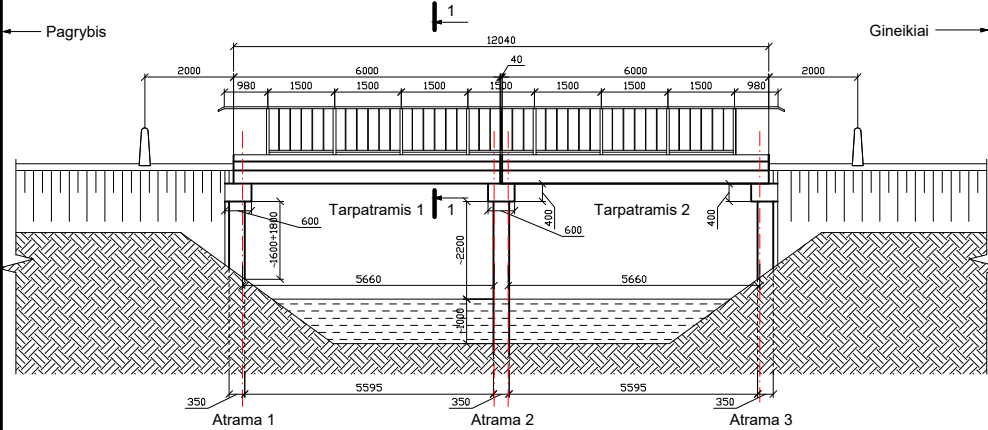
4.4. Detali (specialioji) apžiūra turi būti atlikta pagal tiltų techninės priežiūros Taisyklių VII skyriaus III skirsnio nurodymus, patvirtintus Lietuvos automobilių kelių direkcijos prie Susisiekimo ministerijos direktoriaus 2010 m. gruodžio 7 d. įsakymu Nr. V-402, vadovaujantis STR 1.04.01 „Esamų statinių tyrimai“.

Kaimo reikalų ir aplinkosaugos skyriaus vyr. spec.

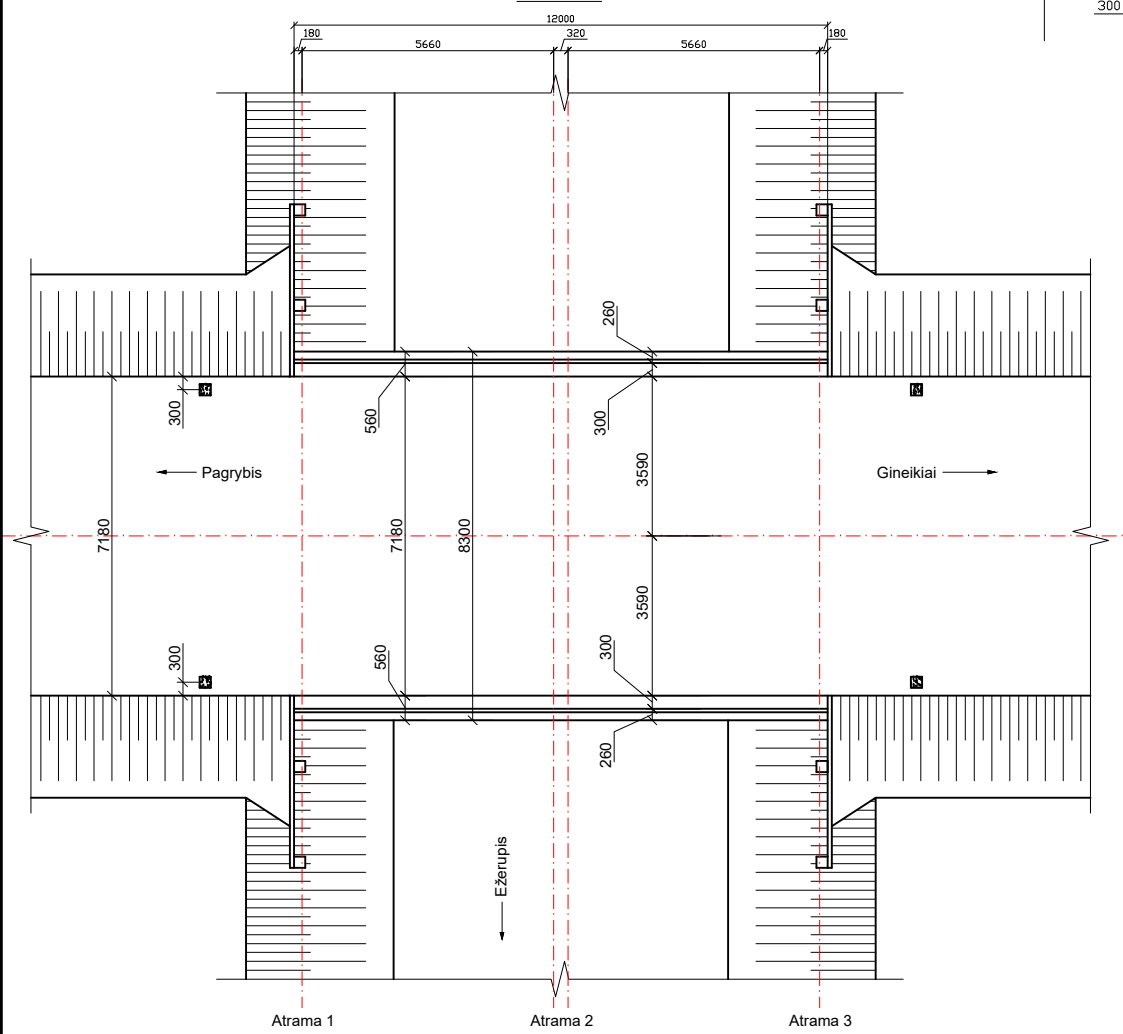
Stasys Tubutis

2 priedas. Tilto brėžiniai

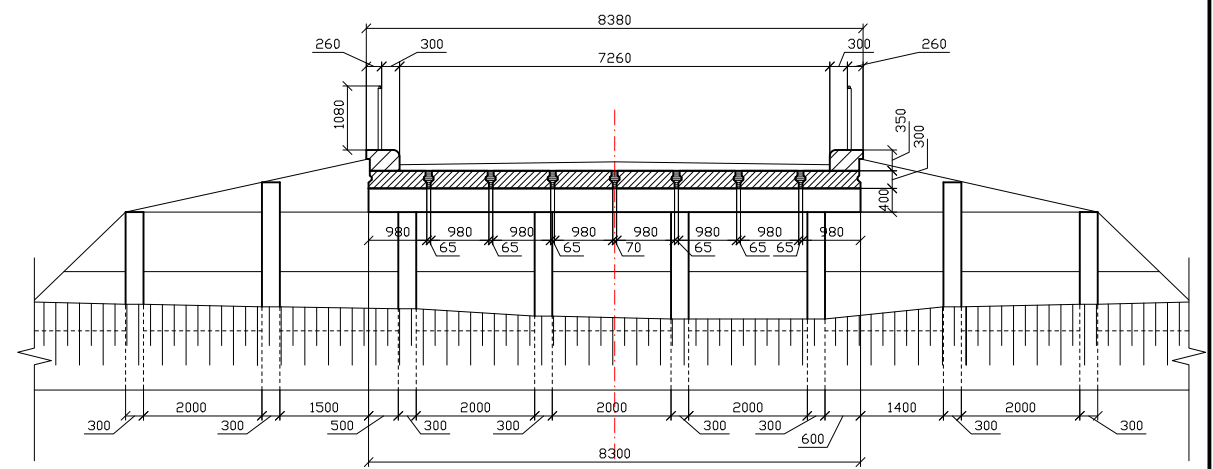
Fasadas



Planas



Skersinis pjūvis 1-1



KVAL. PATV. DOK. NR.	<div><div><div>VILNIUS TECH</div><div>Statybos fakultetas</div></div><div>VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS STATYBOS FAKULTETAS Taikomoji statinių, konstrukcijų ir medžiagų laboratorija, Atestato Nr. 830</div></div>			STATINIO PROJEKTO PAVADINIMAS		
	12925	DV	D. Bačinskas	Tiltų ekspertizė		
		Vykđ.	A. Sokolov			
It	STATYTOJAS IR (ARBA) UŽSAKOVAS			STATINIO NUMERIS IR PAVADINIMAS, DOKUMENTO PAVADINIMAS		
	Šilalės rajono savivaldybės administracija			Tiltas per Ežerupio upę, pikete 6+30, Gineikių km., fasadas, planas ir skersinis pjūvis 1-1		
				Laida		
				0		
It	STATYTOJAS IR (ARBA) UŽSAKOVAS			DOKUMENTO ŽYMUO		
	Šilalės rajono savivaldybės administracija			Sutartis: Užsakovo registracijos Nr. B6(B)-299 (7.64 E), 2023-11-13 d.		
				VILNIUS TECH Reg. Nr. 10.13-2023-1541, 2023-11-15 d.		
				Lapas	Lapy	
				1	1	