

VIETINĖS REIKŠMĖS KELIUOSE ESANČIŲ SURENKAMŲ GELŽBETONINIŲ TILTŲ TECHNINĖS BŪKLĖS ANALIZĖ

Monika STANKEVIČIŪTĖ, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Inžinerijos fakultetas, el. paštas: monika.stankeviciute1@vdu.lt,

Vincas GURSKIS, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Inžinerijos fakultetas, el. paštas: vincas.gurskis@vdu.lt

Santrauka

Statant tiltus per sureguliuotus upelius, buvo padarytos klaidos ir pažeistos tuometinės statybos normos dėl surenkamų gelžbetoninių konstrukcijų gamybos netobulumo, statybos patirties, tinkamos technologinės įrangos ir mechanizmų trūkumo, nepakankamos statybos kokybės kontrolės. Laikui bėgant gelžbetoninių tiltų būklė prastėja, mažėja patikimumas ir saugumas. Jie gali neatitikti projektinių reikalavimų ir statybos įstatyme numatytų esminių reikalavimų, kurių svarbiausias yra mechaninis atsparumas ir stabilumas. Straipsnyje nagrinėjama Kauno rajono vietinės reikšmės keliuose esančių surenkamų gelžbetoninių hidrotechninių tiltų būklė. Ištyrus 15 vietinės reikšmės keliuose esančių hidrotechninių tiltų, nustatytos pagrindinės tiltų pažeidos ir defektai, išmatuoti deformacijų dydžiai. Straipsnyje analizuojami surenkamų gelžbetoninių tiltų paviršiniai konstrukcijų defektai, kaip: statybiniai defektai – statybos metu nutrupėję ir nuskilę konstrukcijų kampai, briaunos, išlindusi iš betono plika armatūra, betono nutrupėjimai, išilginiai perdangos plokščių plyšiai ir kita. Nustatyta, kad prastą surenkamų hidrotechninių tiltų būklę lemia prasta tiltų perdangų hidroizoliacija, atviru poringumu, dideliu vandens įgeriamumu, mažu atsparumu šalčiui pasižyminčio betono naudojimas, per mažas armatūrą saugantis betono sluoksnio storis, betono karbonizacija ir armatūros korozija, potilčio šlaitų tvirtinimo plokščių deformacijos, padidėjusios apkrovos dėl masyvos žemės ūkio technikos naudojimo ir dėl to susidarę perdangos plokščių įlinkiai bei polinių atramų posvyriai dėl už jų esančio grunto spaudimo į atramines sienas. Taip pat nustatyta itin prastai vykdoma tiltų priežiūra, nes patiltės šlaitų tvirtinimo plokštės apaugusios žolėmis, savaiminiais želdiniais. Straipsnyje pateikiami atrinktų betono bandinių tankio, vandens įgeriamumo tyrimų rezultatai.

Tyrimė naudoti metodai: kameraliniai tyrimai, vizualinis – instrumentinis tiltų būklės vertinimo metodas, fotofiksacija, betono stiprio nustatymas neardančiu metodu, laboratoriniai tyrimai.

Reikšminiai žodžiai: tiltas, pleišėjimas, betonas, karbonizacija, erozija, konstrukcija, pažeida, defektas, įlinkis, armatūra.

Įvadas

Ankstyvaisiais laikais tiltų statyba dažniausiai buvo susijusi su kariniais poreikiais. Prieš didžiuosius žygius Lietuvos didieji kunigaikščiai įsakydavo konstruoti tiltus per didžiąsias upes. Remiantis Ramanausko mokslinė publikacija (2006), pirmas įstatymas, susijęs su tiek miestų, tiek tiltų statyba Lietuvoje išleistas 1920 m. Įsakyme akcentuojama, kad miestai turi būti statomi planingai, jame nurodoma, kokie planai statybai turi būti parengti. Bistrickaitė ir Keras (2010) straipsnyje teigia, kad po Pirmojo pasaulinio karo Lietuva atkūrė savo nepriklausomą valstybę, tačiau prarado savo istorinę sostinę Vilnių, tapdama vienintele Europos šalimi, turėjusia sukurti naują valstybės centrą – sostinę Kaune. Siekiant vykdyti sostinės atkūrimą – statybų metu, miesto vadovai ir visuomenė panaudojo Europos urbanistines ir konstrukcines naujoves, buvo pritaikytos naujos statybinės medžiagos statant ne tik pastatus, bet ir infrastruktūros objektus, tame tarpe tiltus.

Per Antrąjį pasaulinį karą dauguma tiltų Lietuvoje buvo sugriauta, todėl pokario laikais vyko sparti tiltų statyba. Iš melioracijai skirtų lėšų buvo projektuojami ir statomi nedidelio tarpatramio, dažniausiai vienos angos sijiniai tiltai, kurių, remiantis Žemės ūkio ministerijos informacija (Melioracijos statinių apskaita..., 2021), pastatyta apie 1500. Po nepriklausomybės atkūrimo 1990 m. naujų tiltų statoma mažiau, didesnis dėmesys skiriamas senesnių tiltų remontui, rekonstravimui. Nors atrodytų, kad tiltų atnaujinimo projektai Lietuvoje vykdomi pakankamai sparčiai, tačiau daugiau kaip 100 tiltų techninė būklė valstybinės reikšmės keliuose yra prasta, pasitaiko avarinių situacijų, eismo ribojimo ar draudimo. Melioracijos tiltų būklės 2004 m. Kauno rajone tyrimus atliko Gurskis, Juodis, Patašius, Skominas (Gurskis ir kt., 2004). Moksliniame straipsnyje teigiama, kad „statant gelžbetoninius melioracijos sistemų statinius, nebuvo išvengta klaidų ir pažeidimų, atitinkamai galiojusių statybos normų, be to, trūko statybos patirties, technologinės įrangos ir mechanizmų. Su laiku jų techninė būklė blogėja, mažėja patikimumas ir saugumas, todėl statiniai gali neatitikti projektinių ir Statybos įstatyme nurodytų esminių reikalavimų, iš kurių svarbiausias yra mechaninis atsparumas ir pastovumas.“ Atliktas tyrimas parodė, kad ištyrus 32 Kauno r. sav. iš melioracijos lėšų pastatytus tiltus tik 2 tiltai (6 %) buvo geros techninės būklės, 15 tiltų (47 %) – vidutinės būklės, 14 tiltų (44 %) – patenkinamos būklės, o vienas tiltas (3 %) – nepatenkinamos būklės. Tyrimų metu defektai ir pažeidos buvo rasti visose tiltų konstrukcijose: polinėse atramose, antpoliuose, perdangų plokštėse ir sijose.

Pasaulyje didelis dėmesys ir finansinės investicijos skiriamos tiltų priežiūrai, tyrimams bei naujų remonto ir rekonstravimo technologijų kūrimui, sensorių įrengimui, stebėjimo sistemoms. Vienas iš sensorinių ir stebėjimo sistemų tyrimų atliktas 2014–2019 m. Jungtinėse Amerikos Valstijose mokslininkų Hideshi, Kazuo, Goro ir Eiichi (2019). Šių autorių paskelbtame straipsnyje nurodoma tiltų kontrolės kriterijų svarba, remiantis prevencinės priežiūros duomenimis. Atliktas tyrimas parodė, kad labai svarbu atlikti prevencinę ir korekcinę statinių priežiūras – t. y. vykdant tiltų apžiūras nuo ryto iki vakaro ir atliekant skaičiavimus, padidinta tilto maksimali leidžiamoji apkrova išskaidant pervežamą masę į

atskiras transporto priemonės. Remiantis atliktais Liu, Shi, Xiong, Tan (2023) tyrimais, tiltų defektų nustatymui ir atpažinimui bei vykdomiems tyrimams didelę įtaką turi žmogiškasis faktorius. Tyrimo metu buvo sukurtas inspektuotojų patikimumo indeksas. Gautos išvados parodė, kad apibendrinant 96 žmonių tikrinimo įrašus, remiantis jų patikimumo indeksais, veiksmingai išfiltruojami klaidingi defektai, išsaugant tik patikimus defektų įrašus.

Tyrimo tikslas – išanalizuoti 15 Kauno rajone iš melioracijos lėšų pastatytų surenkamų gelžbetoninių tiltų techninę būklę.

Išsikeltam tikslui pasiekti sprendžiami šie **uždaviniai**:

1. Vizualinių – instrumentinių tyrimų metodu nustatyti surenkamų gelžbetoninių tiltų pažeidimas, įvertinti techninę būklę.
2. Atlikti laboratorinius tiltų bandinių tyrimus bei įvertinti tiltų konstrukcijų betono gniuždymo stiprį, tankį, vandens įgėrį bei atsparumą šalčiui.
3. Palyginti gautus tyrimų rezultatus su 2004 m. atliktų tyrimų rezultatais.

Tyrimų objektas ir metodai

Tyrimo objektas – 15 Kauno rajono vietinės reikšmės keliuose esančių surenkamųjų gelžbetoninių hidrotechninių tiltų (žr. 1 lentelę).

Tyrimo naudoti metodai: tiriamajam darbui atlikti informacija surinkta, analizuota bei pritaikyta atviros prieigos informacinių šaltinių bei duomenų bazių analizės metodu. Kameralusis tyrimo metodas panaudotas nustatyti tiltų planines padėtis, pasiruošti vykdyti tiltų technines apžiūras. Vizualinis – instrumentinis tiltų būklės vertinimo metodas taikytas nustatyti tiltų pagrindo plokščių deformacijas. Fotofiksacijos metodu užfiksuotos tiltų mechaninės pažeidimas, aptiktiems ir nustatytiems defektams išsaugoti naudotos fotografijos. Loginės analizės metodas taikytas užfiksuotų duomenų apdorojimui bei gautų duomenų apibendrinimas ir interpretavimas. Betono stipris nustatytas neardančiu metodu (remiantis Šmito plaktuku). Atlikti laboratoriniai tyrimai, betono vandens įgeriamumo ir tankio nustatymui.

1 lentelė. Kauno rajono vietinės reikšmės keliuose surenkami gelžbetoniniai hidrotechniniai tiltai.

Table 1. The local significance concrete hydro-technical bridges constructed on the roads of Kaunas district.

Eil. Nr.	Tilto vieta (kelias)	Upė/kilometražas	Tilto koordinatės (WGS-84)
Number	Bridge place (road)	River/Kilometer	Bridge coordinates (WGS-84)
Ringaudai			
1	Virbališkiai	Viekšnupis	54,9048487, 23,7450905
Alšėnai			
1	Pažėrai-Girininkai	Bartupė Pk 40+54	54,8309355, 23,6596899
2	Pažėrai-Girininkai	Bartupė Pk 62+33	54,8427146, 23,6852494
3	Pažėrai-Girininkai	Bartupė Pk 67+33	54,8393819, 23,6904633
4	Pažėrai-Girininkai	Bartupė Pk 70+62	54,8331157, 23,7059081
5	Pažėrai-Girininkai	Bartupė Pk 94+80	54,8374553, 23,7286532
Vandžiogala			
1	Vandžiogala-Karaliūnai	Urka Pk 73+00	55.14330 23.91919
2	Urkos tiltas (Užumiškiai)	Urka Pk 9+00	55.13838 23.94197
3	Urkos tiltas (Kimanto sodyba)	Urka Pk 28+00	55.11985 23.96065
4	Vandžiogala – mechaninės dirbtuvės	Urka Pk 53+00	55.11631 23.96259
5	Vandžiogala-Norkūnai	Urka Pk 84 +00	55.10862 23.95700
6	Norkūnai-Skrebenišškiai	U-12 Pk 28+22	55.10011 23.95012
Vilkija			
1	Padauguvėlė-Daugužiai	Žvirblis Pk 38+25	55.06334 23.66759
2	Daugėlišškiai-Palazduonis	Žvirblis Pk 45+60	55.06369 23.65620
3	Adomkiškiai-Daugužiai	Žvirblis Pk 58+00	55.06129 23.64254

Darbo metodika: tiriamajam darbui atlikti visų pirma vykdyti kameraliniai pasiruošimo darbai (tiltų planinės padėties nustatymas), mokslinės literatūros analizė apie jau atliktus tyrimus panašia tematika. Vėliau tiriamojoje vietoje atlikti vizualiniai – instrumentiniai tyrimai: nustatyti pastebimi paviršiniai konstrukcijų defektai, kaip: statybos metu nutrupėję ir nuskilę konstrukcijų kampai, briaunos, pažeistas apsauginis betono sluoksnis, išlindusi iš betono plika armatūra, vykstanti korozija, dažnu atveju pastebima prasta gelžbetoninės perdangos hidroizoliacija, supleišėjęs, nukritęs

remontinis skiedinys ir t. t. Atlikti matavimai – nustatytas aptiktų defektų ilgis, plyšių plotis, išmatuoti deformacijų ir įlinkimų dydžiai, įvertinti perdangos plokščių sutrūkinėjusio ir supleišėjusio bei sveiko betono plotai ir pan. Betono gniuždymo stipris nustatytas neardančiu metodu – remiantis Šmito plaktuku išbandant tiriamųjų tiltų betoną pasirinktose vietose. Atrinktų betono bandinių kokybiniai rodikliai nustatyti laboratorijoje vadovaujantis norminiais dokumentais: tankis pagal LST EN 12390-7:2019, vandens įgeriamumas pagal LST EN 13369:2018.

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Tiriamąjį darbo metu tirti ir analizuoti dažniausiai pasitaikantys paviršiniai surenkamųjų gelžbetoninių iš melioracijos lėšų pastatytų tiltų konstrukcijų pažaidos, defektai. Atlikus tyrimą nustatyta, kad visi tiriamieji tiltai iš esmės turi tas pačias daugiau ar mažiau pasikartojančias pažaidas, kaip: supleišęs gelžbetoninių konstrukcijų (perdangų plokščių ar sijų, polių, antpolių ir kt. apsauginis betono sluoksnis); statybiniai defektai – tiltų statybos metu nutrupėję ir nuskilę laikančiųjų konstrukcijų, ypač polinių atramų briaunos, pažeistas apsauginis betono sluoksnis, išlindusi iš betono plika armatūra, šaltilčių plokščių nutrupėjimai dėl betono nepakankamo atsparumo šalčiui, išilginiai perdangos plokščių plyšiai, sutrukę siūlės, neišlaikytas projektinis potilčio šlaitų tvirtinimo nuolydis, armatūros korozija, vandens pratekėjimai dėl pažeistos ar netinkamai įrengtos perdangų hidroizoliacijos, supleišęs jau konstrukcijų remontui naudoto statybinio skiedinio sluoksnis, slenkančios potilčio šlaitų tvirtinimo plokštės ir kt., kurios pateiktos 1 pav.



1 pav. Užfiksuotos tiltų pažaidos (a) kairės pusės atraminių polių įlinkis; b) plika tilto pagrindo plokštės armatūra; c) nutrupėjusi ir nuirusi tilto atraminės sienos plokštė; d) 4cm atraminės tilto plokštės įlinkis; e) kiaurymė tarp tilto perdangos plokščių; f) nusidėvėjusi, tilto hidroizoliacija, tarp sandūros plokščių filtruojasi vanduo, išplaunamas kalcio hidroksidas)

Šaltinis: sudaryta autorių

Fig. 1. Recorded damage to the bridges (a) deflection of the left side support piles; b) bare reinforcement of the bridge base plate; c) chipped and detached bridge retaining wall plate; d) 4cm deflection of the bridge support plate; e) hole between the bridge cover plates; f) worn, bridge waterproofing, between the joint water is filtered through the plates, calcium hydroxide is washed out)

Source: compiled by the authors

Tiriamąjį darbo metu nustatyta, kad tiriamųjų tiltų perdangoms panaudotos surenkamos gelžbetoninės plokštės. Visų tiltų atramos – polinės konstrukcijos. Dėl padidėjusio žemės ūkio technikos svorio tiltų perdangos plokštėms ir kitoms konstrukcijoms tenka išlaikyti didesnes nei projektinės apkrovos, todėl dažnu atveju atsiranda plyšių tiek tilto perdangos plokštėse, tiek siūlėse tarp tilto perdangos plokščių. Pastarąsias sukelia dėl padidėjusių apkrovų virš perdangų hidroizoliacijos sluoksnio esančioje žvyro dangoje susidaranti šlyties deformacijos. Vidutinis supleišėjusio betono apsauginio sluoksnio ilgis, tenkantis vienai tilto pagrindo plokštei yra apie – 3,8 m, o poliui – 1,7 m. Nustatytas polių armatūros be apsauginio betono sluoksnio ilgis – 0,37 m, o perdangos plokštės armatūra be apsauginio betono sluoksnio – 0,89 m. Dažnu atveju dėl nepakankamo apsauginio betono sluoksnio storio, betono mažo tankio bei didelio atviro poringumo pastebėta armatūros korozija. Kai kuriose vietose armatūros korozijos gylis siekia 2–7 mm. Šiuos procesus spartina nekokybiškai įrengta ar susidėvėjusi tilto perdangų ar už polių atramų esančių plokščių hidroizoliacija.

Tiriant tiltų techninę būklę, pastebėtas apie 1–1,5 cm armatūros apsauginio betono sluoksnis, kuris pagal šiuo metu galiojančius teisinius normatyvus turi būti ne mažesnis kaip 4 cm (STR 2.05.05:2005).

Vertinant potilčių šlaitų ir dugno tvirtinimus nustatyta, kad 86,7 % jų sudaryti iš gelžbetoninių plokščių, 13,3 % – betoninių plytelių. Visų tiltų potilčių šlaitai sutvirtinti. Nustatytos pagrindinės pažaidos: 93,4 % tiltų apaugę žolėmis, krūmais, augalijos kiekis įvairus: 15–40 % paviršiaus ploto. Nustatyta, kad šlaito tvirtinimo plokštės nuslinkę į upės vagą,

dažnu atveju dėl to viršuje susidaręs nesutvirtinta šlaito juosta (apie 10–20 cm). Prie vagos šlaitų tvirtinimo plokštės itin apirusios.

93,4 % tiriamųjų tiltų buvo žvyro dangos, kuri seniai greideriuota, itin duobėta, provėžota. Vieno tilto dangoje matėsi perdangos plokštė, nes buvo nusidėvėjusi paviršinė apsauginė žvyro danga. Vienas tiltas buvo asfalto danga. Nors jame yra tvarkyta perdangos hidroizoliacija, tačiau vanduo vis tiek filtruojasi, paviršinis vanduo ardo šlaitą. (žr. 2 lentelę).

2 lentelė. Tiltų defektai

Table 2. Defect of the bridges

Pažaidos pavadinimas <i>Defect name</i>	Elementų kiekis su pažaidomis, % <i>The quantity of details with defects, %</i>
Supleišėjęs perdangos plokščių apsauginio betono sluoksnis	93,3
Perdangos plokščių armatūra be apsauginio betono sluoksnio	86,7
Supleišėjęs polių apsauginio betono sluoksnis	93,3
Polių armatūra be apsauginio betono sluoksnio	86,7
Supleišėjęs antpolių apsauginio betono sluoksnis	86,7
Antpolių armatūra be apsauginio betono sluoksnio	80
Atraminės tilto šlaito tvirtinimo plokštės nusėdę (5–20 cm.) į gruntą	40
Kiaurymė tarp tilto perdangos plokščių.	33,3
Tilto plokštės įlinkis	33,3
Nusidėvėjusi tilto hidroizoliacija	46,7
Iš perdangos betono išplaunamas kalcio hidroksidas Ca(OH) ₂	46,7
Netvarkingas paviršinio vandens nuvedimas, šlaitų ardymas	93,4
Duobėta, provėžota kelio danga	86,7
Per mažas turėklų aukštis, per mažas atstumas tarp turėklų tarpatriamių	100
Potilčių šlaitų tvirtinimo plokštės apaugę krūmų, žolių želdiniais	93,4

Nors pagal galiojančią normatyvinį dokumentą (Techninis..., 2019) tilto turėklų tarpai tarp elementų turi būti ne didesni kaip 150 mm, o turėklų aukštis ne mažesnis nei 1,1 m, tačiau tiltų, pilnai atitinkančių reikalavimus, nerasta. Nustatyta, kad 20 % tiriamųjų tiltų turi du turėklus, 40 % – tik vieną turėklą ir 40 % turėklų neturi arba jie yra nupjauti, kadangi žemės ūkio technikai mažieji tiltai yra per siauri. Nustatyta, kad tarpų tarp turėklo elementų matmuo variavo intervale 200–300 mm.

Tiriamąjį darbu metu nustatyta, kad per 20 metų laikotarpį iš 15 tiriamųjų tiltų, tilto per Vieksnupio upę (Ringaudų seniūnija) techninė būklė pagerėjo, t. y. pažeistos tilto gelžbetoninės konstrukcijos tvarkytos remontiniu skiediniu, tilto perdangos hidroizoliacija pagerinta – užklota asfalto danga, sutvirtinti ir perdažyti turėklai.

Lyginant dabartinę tiltų būklę su 2004 m. duomenimis, nustatyta, kad net 93,3 % tiltų būklė suprastėjo. Iš 15 tiriamųjų tiltų 13,3 % nustatyti avarinės būklės požymiai ir dar 13,3 % tiltų yra labai prastos techninės būklės (atitinkantys ribinius avarinės būklės įverčius). Nustatyto avarinės būklės Urkos tilto (Pk 28+00) atraminės sienos plokštės posvyris viršija leistiną 7 cm, o Žvirblio tilto (Pk 84+00) atraminių polių posvyris viršija leistiną 3,1 cm.

Atlikus betono stiprio matavimus Šmito plaktuku, pagal apskaičiuotas charakteristines betono gniuždymo stiprio reikšmes nustatyta didžiausia tiriamojo betono stiprio klasė – C35/45 (tilto per Urkos upę, Pk 53+00, dešinės pusės atraminė plokštė), silpniausias betonas nustatytas C8/10 klasės (tiltas per Bartupę, Pk 70+62). Daugiau nei pusės tirtų tiltų betonas atitinka C16/20, C20/25 betono stiprio klases, vidutinė visų 36 tirtų tiltų konstrukcijų stiprio klasė yra C16/20, nors pagal dabar galiojančią standartą tokioje aplinkoje naudojamas betonas turėtų atitikti ne mažesnę kaip C30/37.

Toliau atliekant tyrimą laboratorijoje paimti 12 betono bandinių iš skirtingų tiltų konstrukcinių vietų. Kiekybiniais rodikliams nustatyti, tirti atskilę ir nuo konstrukcijų nutrupėję betono bandiniai. Tokiu būdu nustatyti ir apskaičiuoti betono rodikliai – betono tankiai, vandens įgeriamumas, standartinis nuokrypis, variacijos koeficientas (žr. 3 lentelę).

3 lentelė. Laboratorinių betono bandinių tyrimo rezultatai

Table 3. The laboratory investigation results of concrete

Elemento pavadinimas <i>Element name</i>	Rodiklių reikšmės <i>The meaning of indexes</i>	Įmirkusio tankis <i>The density of waterlogged sample, g/cm³, t/m³</i>	Absoliučiai sauso tankis <i>The density of absolutely dry sample, g/cm³, t/m³</i>	Vandens įgeriamumas <i>Water absorbability, %</i>	Standartinis nuokrypis <i>Standard deviation</i>	Variacijos koeficientas <i>Coefficient of variation</i>
Tiltai per Bartupę	Vid.	2.33	2.14	8.59	0.19	2.27
Tiltas Nr. 1 šlaitilčio plokštė	Vid.	2.41	2.27	5.95	0.71	11.96
Tiltas per Urką, perdangos plokštė	Vid.	2.32	2.15	7.88	0.60	7.62
Tiltas per Urką, patiltės šlaitų tvirtinimo plokštės	Vid.	2.32	2.19	6.01	0.87	14.54
Tiltas (per Urką) patiltės šlaitų tvirtinimo plokštės	Vid.	2.21	1.94	13.76	0.83	3.03

Pagal gautus laboratorinių betono bandinių tyrimo rezultatus nustatyta, kad vandens įgeriamumas yra didelis. Priimta, kad analogiškais sąlygomis naudojamų hidrotechnikos statinių betono vandens įgeriamumas kintamo vandens lygio zonoje neturi viršyti 5 %, kitose zonose (po vandeniu, virš vandens) – 7 %. Didelio vandens įgeriamumo betonas pasižymi atviru poringumu, yra neatsparus šalčiui, tai lemia greitesnę betoninių konstrukcijų nusidėvėjimą, nutrupėjimus, irimą, betono pleišėjimą. Taip pat atsiranda palankios sąlygos vykti betono karbonizacijos procesui ir armatūros korozijai. Apskaičiuoti betono vandens įgeriamumo verčių išsibarstymą rodantys statistiniai rodikliai standartinis nuokrypis ir variacijos koeficientas nėra dideli, tai rodo šių rodiklių stabilumą bei tyrimų patikimumą.

Išvados

1. Tiriamojo darbo metu nustatytos pagrindinės surenkamų gelžbetoninių hidrotechninių tiltų pažaidos: nuskilę laikančiųjų konstrukcijų (polių) kampai, briaunos, pažeistas apsauginis betono sluoksnis, išlindusi iš betono plika armatūra, šalttilčių plokščių betono nutrupėjimai, išilginiai perdangos plokščių plyšiai, neišlaikytas projektinis potilčio šlaitų tvirtinimo nuolydis, armatūros korozija, prasta perdangos plokščių betono hidroizoliacija, supleišėjęs remontinis skiedinys, į upės vagą dalinai nuslinkusios potilčio šlaitų tvirtinimo plokštės.

2. Nustatyta, kad lyginant dabartinę tiltų būklę su 2004 m., net 93,3 % tiltų būklė suprastėjo, t. y. iš 15 tiriamųjų tiltų tik vieno tilto techninė būklė yra pagerėjusi, 14 tiltų būklė suprastėjusi, iš kurių 2 tiltų būklė labai prasta (kritinė), 2 tiltuose nustatyti avarinės būklės požymiai.

3. Pagal gautus laboratorinių betono bandinių tyrimo rezultatus nustatyta, kad vandens įgeriamumas yra 6,0–13,8 %, t. y. 1,2–2,8 karto didesnis nei tokiomis sąlygomis naudojamam betonui reikalaujamas. Tai rodo, kad tiriamųjų tiltų statybai naudotas betonas yra prastos kokybės, neatsparus šalčiui. Vyksta savaiminis betono irimas, trupėjimas, dėl ko prasideda armatūros korozija, prastėja tiltų techninė būklė ir patikimumas bei atsiranda avarių grėsmė.

Literatūra

1. Bistrickaitė, R., Keras. 2010. Naujos sostinės tarpukario Europoje statybos istorijos fragmentai. *Evolution of Science & Technology*, Vol. 2(2), p. 85–93.
2. Chow, J., Liu, K., Tan, P., Su, Z., Wu, J., Li, Z., Wang, Y. H. 2021. Automated defect inspection of concrete structure. *Automation in Construction*, Vol. 132, 103959..
3. Gurskis, V., Juodis, J., Patašius, A., Skominas, R. 2004. Kauno rajono melioracijos sistemų gelžbetoninių statinių techninės būklės tyrimas ir vertinimas. *Vandens ūkio inžinerija*, Vol. 26 (46), p. 44–51.
4. Lietuvos standartas LST EN 12390-7:2019. Sukietėjusio betono bandymai. 7 dalis. Sukietėjusio betono tankis.
5. Lietuvos standartas LST EN 13369:2018 Bendrosios surenkamųjų betoninių gaminių taisyklės..
6. Melioracijos statinių apskaita ir būklė pagal upių baseinus. 2021. [Interaktyvus.] Prieiga per internetą: <https://zum.lrv.lt/lt/veiklos-sritys/zemes-ir-maisto-ukis/melioracija-1/> (žiūrėta 2024 01 07).
7. Nishida, H., Takase, K., Kuroda, T., Sasaki. 2019. Application of monitoring technology for social infrastructure. *Omron Technics*, Vol. 51 p. 1–11.
8. Ramanauskas, E. 2006. Žemės tvarkymo įstatymų bazė tarpukario Lietuvoje. *Journal of Architecture and Urbanism*, Vol. 30(4), p. 219–224.
9. Statybos taisyklės. Automobilių kelių tiltų bandymas, ST 188710638.10:2005. Lietuvos automobilių kelių direkcija prie Susisiekimo ministerijos, Vilnius, 2005. [Interaktyvus.]. Prieiga per internetą: https://lakd.lt/wp-content/uploads/2021/08/st_188710638_10_2005.pdf (žiūrėta 2024 02 09).
10. Statybos taisyklės. Tiltų ir viadukų statybos darbai, ST 8871063.05:2003. Lietuvos automobilių kelių direkcija prie Susisiekimo ministerijos, Vilnius, 2003. [Interaktyvus.]. Prieiga per internetą: https://lakd.lt/wp-content/uploads/2021/08/st_8871063_05_2003.pdf (žiūrėta 2024 02 09).
11. Statybos techninis reglamentas STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir aprokovos“ patvirtinimo. Suvestinė redakcija nuo 2006-02-12. Įsakymas paskelbtas: Žin. 2003, Nr. 59-2683, i. k. 103301MISAK00000233. [Interaktyvus.] Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.213447/asr> (žiūrėta 2024 02 09).
12. Techninis reglamentas TR 2.01:2019 „Automobilių kelių ir geležinkelio tiltų ir tunelių projektavimas“. Patvirtintas Lietuvos Respublikos susisiekimo ministro 2019 m. birželio 6 d. įsakymu Nr. 3-263. [Interaktyvus.] Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/4465611288df11e98a8298567570d639?jfwid> (žiūrėta 2024 01 09).

TECHNICAL CONDITION ANALYSIS OF PREFABRICATED REINFORCED CONCRETE BRIDGES ON ROADS OF LOCAL SIGNIFICANCE

Summary

When constructing bridges over regulated rivers, mistakes were made and the then-existing construction norms were violated due to imperfections in the production of precast reinforced concrete structures, lack of construction experience, inadequate technological equipment and machinery, and insufficient quality control during construction. Over time, the condition of the precast concrete bridges deteriorates, reducing their reliability and safety. They may fail to meet project requirements and essential requirements stipulated in construction law, the most important of which are

mechanical resistance and stability. The article examines the condition of precast reinforced concrete hydraulic bridges located on local significance roads in the Kaunas district. After analyzing 15 hydraulic bridges on local significance roads, the main bridge defects and defects were identified, and deformation sizes were measured. The article analyzes surface defects of precast reinforced concrete bridges such as construction defects - construction corners, edges, exposed reinforcement, concrete spalling, longitudinal cracks in decking slabs, and more. It was found that poor condition of precast hydraulic bridges is due to poor bridge deck waterproofing, open porosity, high water absorption, use of low frost-resistant concrete, inadequate thickness of concrete cover protecting reinforcement, concrete carbonation and reinforcement corrosion, deformation of slope fixation plates, increased loads due to heavy agricultural machinery use resulting in sagging of decking slabs and tilting of column supports due to pressure from the soil behind them. It was also found that bridge maintenance is very poorly performed, as the slope fixation plates are overgrown with grass and spontaneous vegetation. The article presents the results of selected concrete specimen density and water absorption tests.

Research methods used: desktop studies, visual - instrumental method for evaluating bridge condition, photographic documentation, determination of concrete strength by non-destructive method, laboratory tests.

Keywords: bridge, wedge, concrete, carbonization, erosion, structure, gap, defect, deflection, armature.