

## TRAKŲ RAJONO UŽTVANKŲ BŪKLĖS ANALIZĖ

**Arvydas ČIRVINSKAS**, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Inžinerijos fakultetas, el. paštas: arvydas.arch@gmail.com

**Raimondas ŠADZEVIČIUS**, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Inžinerijos fakultetas, el. paštas: [raimondas.sadzevicius@vdu.lt](mailto:raimondas.sadzevicius@vdu.lt)

### Santrauka

Straipsnyje analizuojama Trakų rajono hidrotechnikos statinių betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų būklė. Šio darbo aktualumas – nustatyti pavojingus pokyčius, atsiradusius hidromazgų naudojimo metu, bei pasiūlyti sprendinius aptiktiems trūkumams šalinti. Darbo tikslas – įvertinti hidromazgų, esančių Trakų rajone, techninę būklę, nustatyti hidrotechnikos statinių pažaidas ir pateikti rekomendacijas jų likvidavimui. Darbe naudoti metodai: kameraliniai tyrimai pagal įvairius literatūros šaltinius juos analizuojant; vizualiniai hidromazgų elementų defektų ir pažaidų tyrimai, pagal tyrimų metu nustatytas pažaidas, būklę įvertinta balais, vadovautasi kriterijais, nurodytais statybos techniniame reglamente STR.1.07.03:2017. Naudotas instrumentinis – betono stiprio nustatymas neardančiuoju metodu naudojant mechaninį kalibruotą prietaisą – Šmito plaktuką. Tirtų hidromazgų būklė – Tiltų užtvankos hidromazgo ir Rūdiškių seniūnijos užtvankų Spenglos ir Greiželio ežerų hidromazgo patenkinama būklė, o Totoriškių užtvankos hidromazgo – bloga būklė. Atsižvelgus į pastebėtas esmines pažaidas pasiūlyti Tiltų užtvankos hidromazgo ant Gelužio upės, Totoriškių užtvankos hidromazgo ant Strūzdos upės, Rūdiškių seniūnijos užtvankų Spenglos ir Greiželio ežerų hidromazgo ant Spenglos upės remonto ar rekonstravimo sprendiniai.

**Reikšminiai žodžiai:** gelžbetoninės konstrukcijos, techninė būklė, hidrotechnikos statiniai.

### Įvadas

Gruntinių medžiagų užtvankų saugumo įvertinimas šiems statiniams senstant yra labai svarbus klausimas, kuris nagrinėjamas įvairių šalių užtvankų priežiūrai skirtuose normatyviniuose dokumentuose (Adamo ir kt., 2021). Užtvankų griūčių mechanizmai, remiantis įvykusių avarių analize, nagrinėjami Jun and Oh (1998), Aigner ir kt. (2002), Alcrudo ir Mulet (2007), Lemperiere ir kt. (2006), Alhasan ir kt. (2015), Løvoll (2006), Zhang ir kt. (2009), ASDSO (2021) ir kituose moksliniuose darbuose. Norint tiksliai įvertinti gruntinių medžiagų užtvankose įrengtų betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų būklę, reikia surinkti ir susisteminti kuo daugiau stebėjimo duomenų (Damulevičius ir kt., 2009). Iki šiol apie Trakų rajono hidrotechnikos statinių betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų būklę yra surinkta labai nedaug duomenų. Todėl temos naujumas yra tai, kad bus atlikti ir apibendrinti detalūs Trakų rajono hidrotechnikos statinių betono ir gelžbetonio konstrukcijų tyrimai.

**Temos aktualumas.** Gretimame (Kaišiadorių) rajone 2022 m. vasario 8 d. neatlaikė užtvanka: vanduo suniokojo keliukus, nusiaubė mišką. Kad to neįvyktų Trakų rajone, labai svarbu žemių užtvankas tinkamai prižiūrėti, nuolat kontroliuoti užtvankų būklę, vystyti patikimumo teoriją, tobulinti konstrukciją, projektavimo ir skaičiavimo metodus, darbų vykdymo būdus, prognozuoti užtvankų ilgaamžiškumą, laiku numatyti remonto priemones. Jeigu reikiami priežiūros darbai atliekami laiku, reikia mažiau lėšų statinių remontui ir atvirkščiai.

Šio darbo aktualumas – nustatyti pavojingus pokyčius, atsiradusius hidromazgų naudojimo metu, bei pasiūlyti sprendinius aptiktų trūkumų šalinimui.

**Darbo tikslas** – įvertinti hidromazgų, esančių Trakų rajone, techninę būklę, nustatyti hidrotechnikos statinių pažaidas ir pateikti rekomendacijas jų likvidavimui.

Išsikeltam tikslui pasiekti sprendžiami **šie uždaviniai:**

1. Išanalizuoti literatūrą apie hidrotechnikos statinių pažaidas, remontą ir rekonstravimą.
2. Atlikti Trakų rajono hidromazgų natūrinius tyrimus ir įvertinti techninę būklę pagal STR 1.07.03:2017 bei palyginti konstrukcijų būklės pokyčius su ankstesnio laikotarpio tyrimais.
3. Nustatyti gelžbetoninių konstrukcijų stiprį.
4. Pasiūlyti tirtų Trakų rajono hidromazgų optimalų rekonstravimo ar demontavimo variantą.

### Tyrimų objektas ir metodai

Tyrimo objektas – Tiltų užtvankos, Totoriškių užtvankos, užtvankų Spenglos ir Greiželio ežerų hidromazgai, esantys Trakų rajone. Šių hidromazgų priežiūros tiltelių tyrimo vietas iliustruotos 1 paveiksle.

Vertinant bendrą hidromazgų konstrukcijų ir jų betono būklę, vadovaujantis normatyviniais dokumentais, buvo atlikti būtini tyrimai. HTS betoninių ir g/b konstrukcijų būklei įvertinti naudoti šie metodai:

- vizualinis metodas, apžiūrint tirtus statinius vietoje, statinių bei jų pažeistų elementų fotografavimas;
- instrumentinis – betono stiprio nustatymas neardančiuoju metodu naudojant mechaninį kalibruotą prietaisą – Šmito plaktuką (Original Schmidt gamintojas – Šveicarijos firma „Proceq“, gamyklinis Nr. N-34 160752).



**1 pav.** a) Tiltų užtvankos hidromazgo ant Gelužio upės; b) Totoriškių užtvankos hidromazgo ant Strūzdos upės; c) užtventktų Spenglos ir Greiželio ežerų hidromazgo ant Spenglos upės tyrimų iliustracija.

**Fig. 1:** (a) illustration of the research of Tiltai dam hydroscheme on the River Gelužis; (b) Totoriškiai dam hydroscheme on the River Strūzda; (c) the dammed Spenglos and Greiželis lakes hydroscheme on the River Spengla.

Betoninių konstrukcijų tyrimų rezultatai įvertinti pagal LST EN 12504-2:2021 metodiką.

Pagal tyrimų metu nustatytas pažeidimas nustatant hidrotechnikos statinių elementų būklės vertinimo balus vadovautasi kriterijais nurodytais statybos techniniame reglamente STR.1.07.03:2017.

## Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

*Natūrinių tyrimų rezultatai.* Apžiūrų metu buvo pastebėtos tokios esminės pažeidimos:

Tiltų užtvankos hidromazgo pratekėjimo dalies vamzdžių betono korozija, užslenksčio sienų sujungime biokorozija, vandens ramavimo baseine iš drenažo prinešta smėlio.

Totoriškių užtvankos hidromazgo priežiūros tiltelio atrama pažeista išgraužų, taureliai apirę; intensyvi biokorozija ties greitviete, pasvirusi atraminė siena, siūlės suardytos.

Užtventktų Spenglos ir Greiželio ežerų (Rūdiškių) hidromazgo ant Spenglos upės per kiaurymę kairės pusės atraminėje sienoje veržiasi vanduo, įgriuvos apsauginiame pylime.

Pagal tyrimų metu nustatytas pažeidimas, atsižvelgiant į kriterijus, nurodytus STR.1.07.03:2017, konstrukcijų būklė įvertinta balais (žr. 1 lentelę).

**1 lentelė.** Tiltų užtvankos hidromazgo ant Gelužio upės, Totoriškių užtvankos hidromazgo ant Strūzdos upės, Rūdiškių seniūnijos užtventktų Spenglos ir Greiželio ežerų hidromazgo ant Spenglos upės techninės būklės įvertinimas

**Table 1.** Assessment of the technical state of the hydroschemes of the Tiltai dam on Gelužis river, of the Totoriškės dam on Strūzda river, and dammed Spengla and Greiželis lakes on Spengla river (in the municipality of Rūdiškės)

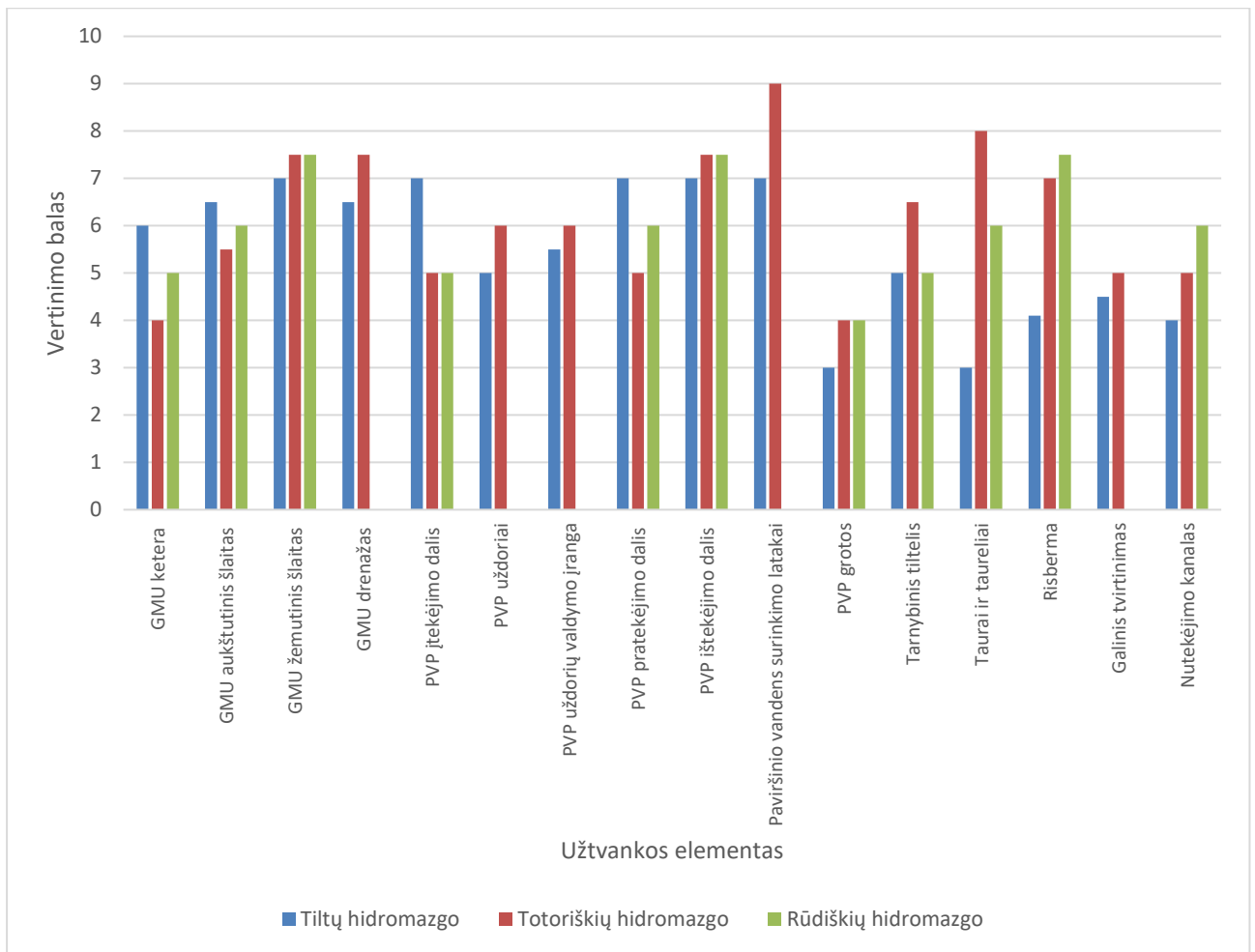
Eil. Nr.	Hidrotechnikos statinio elemento pavadinimas (pagal STR 1.07.03:2017 5 priedą)	Tiltų hidromazgo	Totoriškių hidromazgo	Rūdiškių hidromazgo
		Vertinimo balas		
1.	Gruntinių medžiagų užtvankos (GMU) ketera	6,0	4,0	5,0
2.	GMU aukštutinis šlaitas	6,5	5,5	6,0
3.	GMU žemutinis šlaitas	7,0	7,5	7,5
4.	GMU drenažas	6,5	7,5	0,0
5.	Perteklinio vandens pralaidos (PVP) įtekėjimo dalis	7,0	5,0	5,0
6.	PVP uždoriai	5,0	6,0	0,0
7.	PVP uždorių valdymo įranga	5,5	6,0	0,0
8.	PVP pratekėjimo dalis	7,0	5,0	6,0
9.	PVP ištekėjimo dalis	7,0	7,5	7,5
10.	Paviršinio vandens surinkimo latakai	7,0	9,0	0,0
11.	PVP grotos	3,0	4,0	4,0
12.	Tarnybinis tiltelis	5,0	6,5	5,0
13.	Taurai ir taureliai	3,0	8,0	6,0
14.	Risberma	4,1	7,0	7,5
15.	Galinis tvirtinimas	4,5	5,0	0,0
16.	Nutekėjimo kanalas	4,0	5,0	6,0
<b>Bendras hidromazgo techninės būklės balas <math>B_u^*</math></b>		<b>5,5</b>	<b>6,2</b>	<b>6,0</b>

Pagal 1 lentelėje pateiktus bendrus hidromazgų techninės būklės balus  $B_u$  nustatyta kad:

Tiltų užtvankos hidromazgo ant Gelužio ir Rūdiškių seniūnijos užtventktų Spenglos ir Greiželio ežerų hidromazgo ant Spenglos upės elementų defektai, turintys neįtikėtinai įtaką jo stiprumui, saugumui ir ilgaamžiškumui – 4,1 – 6,0 balai (patenkinama būklė).

Totoriškių užtvankos hidromazgo ant Strūzdos upės elementų defektai, žymiai sumažinantys elemento stiprumą, patikimumą ir ilgaamžiškumą – 6,1 – 8,0 balai (bloga būklė).

Hidromazgų atskirų elementų techninės būklės vertinimo rezultatai pateikti 2 paveiksle.



**2 pav.** Tiltų užtvankos, Totoriškių užtvankos, užtventkų Spenglos ir Greiželio ežerų (Rūdiškių) hidromazgų atskirų elementų būklė (balais) 2023 metais

**Fig. 2.** The technical state (in scores) of Tiltai, Totoriškės, dammed Spengla and Greiželis lakes (Rūdiškės) hydroschemes individual elements in 2023

Pagal 2 paveiksle pateikiamus duomenis nustatyta, kad Totoriškių hidromazgo paviršinio vandens surinkimo lataukų, taurių ir taurelių bei ištekėjimo dalies elementų būklė blogiausia. Iš 3 tirtų hidromazgų, bendras šio hidromazgo techninės būklės balas didžiausias – 6,2 balo.

Naudojant Šmito plaktuką betoninių konstrukcijų stipris nustatytas pagal LST EN 12504-2:2021 metodiką ir tyrimų rezultatai pateikti 2 lentelėje.

**2 lentelė.** Konstrukcijų betono gniuždomojo stiprio tyrimo rezultatai neardančiuoju metodu

**Table 2.** Results of a non-destructive test on the compressive strength of structural concrete

Hidromazgas	Konstrukcija/elementas	Gniuždomojo stiprio mediana įvertinus karbonizaciją, MPa	Charakteristinis gniuždomojo stipris $f_{ck}$ , MPa	Betono gniuždomojo stiprio klasė
Tiltų hidromazgo	Tiltelis	9	5	<C8/10
	Žemutinio bjefo kairė atraminė siena	7,5	3,5	<C8/10
	Žemutinio bjefo dešinė atraminė siena	8,5	4,5	<C8/10
Totoriškių hidromazgo	Tiltelis	10,5	6,5	<C8/10
	Žemutinio bjefo kairė atraminė siena	11,5	7,5	<C8/10
	Žemutinio bjefo dešinė atraminė siena	14,5	10,5	C8/10
Užtventkų Spenglos ir Greiželio ežerų (Rūdiškių) hidromazgo	Tiltelis	18,25	14,25	C12/15
	Žemutinio bjefo kairė atraminė siena	9,5	5,5	<C8/10
	Žemutinio bjefo dešinė atraminė siena	10,95	6,95	<C8/10

Užtvankų gelžbetoninių konstrukcijų projektavimo metu buvo naudojamas betonas, kurio gniuždomojo stipris turėjo atitikti klases B20 ir B25 arba markes M250 ir M300 (dabartiniu metu tai atitinka klases C16/20 ir C20/25). Betono tyrimo rezultatai (žr. 2 lentelę) parodė, kad tirtų konstrukcijų betono gniuždomojo stipris neatitinka projekto rengimo metu

galiojusių reikalavimų. Taip pat visų konstrukcijų betonai neatitinka dabartiniu metu keliamų reikalavimų, t. y. gniuždymo stiprio klasė yra mažesnė nei C30/37.

Tiltų užtvankos hidromazge reikia pašalinti pratekėjimo dalies vamzdžių betono koroziją remontuojant polimercementiniais skiediniais prieš tai tinkamai paruošus remonto vietas, užslenksčio sienų sujungime esančią biokoroziją pašalinti smėliasaure bei atnaujinant hidroizoliaciją. Kadangi vandens ramnimo baseine iš drenazo prinešta smėlio – reikia atlikti detalesnius tyrimus priežastims išsiaiškinti.

Totoriškių užtvankos hidromazgo priežiūros tiltelio atramos bei taurelių pažeistas vietas remontuoti atstatant skerpjūvį, ties greitviete pašalinti biokoroziją, pasvirusios atraminės sienos atstatymui parengti rekonstravimo projektą aptariant atstatymo templėmis ar kitus posvyrio pašalinimo metodus.

Užtvanktų Spenglos ir Greiželio ežerų Rūdiškių hidromazgo ant Spenglos upės reikia parengti paplautų atraminių sienų ir įgriuvų apsauginiame pylime sutvarkymo rekonstravimo projektą.

## Išvados

1. Atlikus hidromazgų vertinimą balais nustatyta, kad Trakų rajono Totoriškių hidromazgo techninė būklė yra bloga – bendra hidromazgo būklė yra 6,2 balai. Atskirų konstrukcijų techninės būklės įvertinimo balai yra nuo 4,0 iki 9,0, konstrukcijose yra matomi defektai, žymiai sumažinantys elemento stiprumą, patikimumą – defektus galima pašalinti atlikus kapitalinį remontą. Trakų rajono užtvanktų Spenglos ir Greiželio ežerų (Rūdiškių) ir Tiltų hidromazgų techninė būklė yra patenkinama – bendra hidromazgo būklė yra 6,0 ir 5,5 balo – defektus galima pašalinti atlikus kapitalinį remontą.

2. Didžiausias betono stipris neardančiuoju metodu užtvanktų Spenglos ir Greiželio ežerų (Rūdiškių) hidromazge nustatytas – 14,25MPa, kuris atitinka C12/15 betono klasę. Mažiausias gniuždomojo betono stipris – 3,5 MPa ir nesiekia net C8/10 betono klasės.

3. Atsižvelgus į pastebėtas esmines pažaidas pasiūlyti Tiltų užtvankos hidromazgo ant Gelužio upės, Totoriškių užtvankos hidromazgo ant Strūzdos upės, Rūdiškių seniūnijos užtvanktų Spenglos ir Greiželio ežerų hidromazgo ant Spenglos upės remonto ar rekonstravimo sprendiniai.

## Literatūra

1. Adamo, N., Al-Ansari, N., Sissakian, V., Laue, J., Knutsson, S. 2021. Dams Safety: Inspections, Safety Reviews, and Legislations. *Journal of Earth Sciences and Geotechnical Engineering*, Vol.11, No.1, p. 109–143 <https://doi.org/10.47260/jesge/1114>
2. Aigner, D., Bornschein, A., Pohl, R. 2002. Der Dambruch von Glashütte. *Wasserwirtschaft, Wassertechnik*, 7: p. 6–10.
3. Alcrudo, F., Mulet, J. 2007. Description of the Tous dam break case study (Spain). *Journal of Hydraulic Research*, 45(1): p. 45–57.
4. Alhasan, Z., Duchan, D., Říha, J. 2015. Study of Dam-break Due to Overtopping of Four Small Dams in the Czech Republic. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 63(3): p. 717–729.
5. ASDSO. Dam Failures and Incidents. 2021. Prieiga per internetą: <https://damsafety.org/dam-failures> (žiūrėta 2024 02 2).
6. Damulevičius, V., Patašius, A., Šadzevičius, R., Vyčius, J. 2009. *Lietuvos gruntinių medžiagų užtvankos būklės vertinimas*, p. 1–7.
7. Jun, B., Oh, K. 1998. Yeonchun Dam Failure and Downstream Dam-break Flood Analysis. *Dam Break Modelling, Parallel Session (parallel 43)*.2.9.
8. Lemperiere, F., Courivaud, J. R., Fry, J. J. 2006. A new analysis of embankment dam failures by overtopping. *Commission International Des Grands Barrages*, p. 1053–1065.
9. Løvoll, A. 2006. Breach formation in rockfill dams – results from Norwegian field tests. *Commission International Des Grands Barrages*, p. 35–51.
10. LST EN 12504-2:2021 „Betono bandymas konstrukcijose. 2 dalis. Neardomieji bandymai. Atšokimo rodiklio nustatymas“.
11. Statybos techninis reglamentas STR 1.07.03:2017 „Statinių techninės ir naudojimo priežiūros tvarka. Naujų nekilnojamojo turto kadastro objektų formavimo tvarka“.
12. Zhang, L. M., Xu, Y., Jia, J. S. 2009. Analysis of earth dam failures: A database approach. *Georisk: Assessment and Management of Risk for Engineered Systems and Geohazards*. 3:3, p. 184–189. DOI: 10.1080/17499510902831759.

## ANALYSIS OF THE TECHNICAL STATE OF DAMS IN TRAKAI DISTRICT

### Summary

The article analyses the technical state of concrete and reinforced concrete structures of hydraulic structures in Trakai district. The relevance of this work is to identify the dangerous changes occurring during the use of hydraulic structures, and to propose solutions for the elimination of the detected defects. The aim of the work is to assess the technical state of the dams located in Trakai district hydroschemes, to identify the deteriorations of the hydraulic structures

and to provide recommendations for their elimination. The work used various methods: researches based on various literature sources and their analysis; visual researches of defects and damages of the dams' elements, according to the damages identified during the researches, the technical state was evaluated by scores, following the criteria specified in the technical regulation for construction STR.1.07.03:2017. The instrumental method used was the non-destructive determination of the concrete strength using a mechanical calibrated device - a Schmidt hammer. The technical state of the hydroschemes examined is as follows: the hydroscheme of the Tiltai dam and the hydroscheme of the Spengla and Greiželis lakes dammed in the Rūdiškės municipality are in a satisfactory condition, while the hydroscheme of the Totoriškės dam is in a poor condition. In view of the observed substantial damage, solutions for repair or reconstruction of the Tiltai dam hydroscheme on the River Gelužis, the Totoriškės dam hydroscheme on the River Strūzda, and repair or reconstruction of the Spenglos and Greiželis lakes hydroscheme on the River Spengla, dammed by the Rūdiškės municipality, were proposed.

**Keywords:** reinforced concrete structures, technical state, hydraulic structures.