

VIEKŠNIŲ MALŪNO HIDROTECHNIKOS STATINIŲ BŪKLĖS ANALIZĖ

Mykolas JARAS, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Inžinerijos fakultetas, el. paštas: mykolas.jaras1@gmail.com

Raimondas ŠADZEVIČIUS, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Inžinerijos fakultetas, el. paštas: raimondas.sadzevicius@vdu.lt

Santrauka

Straipsnyje analizuojami rekonstruojamų vandens malūnų sprendiniai pritaikant turizmui, rekonstravimo su energijos generacija, kiti rekonstravimo bei demontavimo sprendiniai. Darbo tikslas – įvertinti Vieکشnių malūno hidrotechnikos statinių būklę ir numatyti jų ateities perspektyvas. Tiriomojo darbo uždaviniai: atlikti natūrinius tyrimus ir būklės vertinimą balais pagal STR 1.07.03:2017 ir palyginti elementų pokyčius su ankstesnio laikotarpio tyrimais; atlikti daugiakriterinę analizę ir įvertinti vandens malūno naudojimo ar nugriovimo galimybes. Darbe naudoti įvairūs metodai: kameraliniai tyrimai pagal įvairius literatūros šaltinius juos analizuojant; vizualinis slenkstinės pralaidos ir jos elementų defektų ir pažeidimų tyrimas (natūriniai tyrimai apžiūrint tirtus statinius, pažeistų konstrukcijų fotografavimas); būklės vertinimas balais pagal statybos techninį reglamentą STR 1.07.03:2017; daugiakriterinė analizė. Atlikus Vieکشnių malūno hidrotechnikos statinių būklės vertinimą balais pagal STR 1.07.03:2017 nustatyta, kad po remonto pagerėjo slenkstinės perteklinio vandens pralaidos, nutekėjimo kanalo ir HE ištekėjimo dalies elementų būklė. Bendras hidromazgo techninės būklės balas po remonto sumažėjo nuo 4,5 (2016 m.) iki 3,2 balo (2023 m.). Vieکشnių vandens malūnui atlikta individuali analizė ir analizuotas sprendimas rekonstruoti arba pakeisti funkcinę paskirtį. Remiantis darbe gautais daugiakriterinės analizės rezultatais (pagal Pareto pranašumo testą, alternatyvų palyginimo analizę pagal pagrindinį kriterijų (techninę būklę); rezultatų jautrumo analizę („Kas būtų, jei?“)), nustatyta, kad Vieکشnių malūno rekonstravimas duoda didesnę naudą negu jo nugriovimas.

Reikšminiai žodžiai: vandens malūnas, techninė būklė, hidrotechnikos statiniai.

Įvadas

Europos Sąjungoje bendras istorinių vandens malūnų (mažų ir labai mažų hidroelektrinių) skaičius yra beveik 500 000 vnt. Apleistas ir beveik sunaikintas kultūros ir pramonės paveldas (vandens malūnas) yra neįvertintas hidropotencialas, tinkamas aplinkosauginiu, socialiniu ir ekonominiu požiūriu (RESTOR hydro project, 2016; Punys ir kt., 2017)

Pirmasis žinomas vandens malūnas dabartinėje Lietuvos teritorijoje buvo pastatytas 1256 m. Klaipėdoje ant Danės upės kranto. Vėliau jie paplito Rytų Lietuvoje ir Žemaitijoje (Vandens malūnai Rytų Lietuvoje, 2004).

Šalies upėse yra gausu buvusių vandens malūnų užtvankų liekanų (apie 250). Manoma, kad šios liekanos žuvims trukdo migruoti. Yra parengtas oficialus sąrašas (Dėl užtvankų..., 2007), kuriame nurodomi daugiau nei 30 tokių užtvankų griuvėnų pašalinimo ar žuvitakių statybos projektai (Kutra, Mažvila, 2010).

Vandens malūnai – originalūs istoriniai statiniai su viduje išlikusia įranga yra populiariausi tarp turistų (Fajer, 2014). Vandens malūnų atveju kultūros parkai yra geras būdas juos saugoti ir pritaikyti turizmo reikmėms, toks pavyzdys yra „Trijų malūnų slėnis“ Bogdaniece (Lipinska, 2011).

Rekonstruojamų vandens malūnų sprendiniai pritaikant turizmui Latvijoje (Lazdāne, 2011), Lietuvoje (Stankevičiūtė, Žuromskaitė, 2012), rekonstravimas su energijos generacija aptarta darbe (Rajh, Tomšič, 2013), kiti rekonstravimo sprendiniai aptarti moksliniuose darbuose (Ramos-Carranza ir kt., 2021; Brykała, Podgórski, 2020), vandens malūnų demontavimo sprendiniai Lietuvoje analizuoti studijoje (Užtvankų įvertinimo, 2022; Užtvankų demontavimo projektai, 2022).

Darbo mokslinis naujumas. Kiekvienam vandens malūnui reikia atlikti individualią analizę ir priimti sprendimą rekonstruoti arba pakeisti funkcinę paskirtį. Remiantis darbe gautais daugiakriterinės analizės rezultatais, įvertinta Vieکشnių malūno rekonstravimo nauda.

Darbo tikslas – įvertinti Vieکشnių malūno hidrotechnikos statinių būklę ir numatyti jų ateities perspektyvas.

Išsikeltam tikslui pasiekti sprendžiami šie **uždaviniai**:

1. Atlikti natūrinius tyrimus ir būklės vertinimą balais pagal STR 1.07.03:2017 ir palyginti vandens malūno elementų pokyčius su ankstesnio laikotarpio tyrimais.
2. Atlikti daugiakriterinę analizę ir įvertinti vandens malūno naudojimo ar nugriovimo galimybes.

Tyrimų objektas ir metodai

Tyrimo objektas – Vieکشniuose viena iš labiausiai lankomų vietų – senasis vandens malūnas, kuris yra technikos paminklas. Jį 1897 m. pastatė Pranciškus Lengvenis. Užtvanka ant Ventos upės Vieکشniuose, Mažeikių rajono savivaldybėje, ties Akmenės g. 24. Slenkstinė betono gravitacinė užtvanka suformuota iš praktinio profilio slenksčio.

Darbe naudoti šie metodai:

- Kameraliniai tyrimai pagal įvairius literatūros šaltinius juos analizuojant.
- Vizualinis slenkstinės pralaidos ir jos elementų defektų ir pažeidimų tyrimas (natūriniai tyrimai apžiūrint tirtus statinius, pažeistų konstrukcijų fotografavimas).

- Daugiakriterinė analizė.
Techninės būklės vertinimo metodika.
Slenkstinės pralaidos ir jos elementų techninės būklės vertinimas atliktas pagal STR 1.07.03:2017.
Daugiakriterinės analizės metodika.
Daugiakriterinei analizei atlikti buvo pasirinkta programinė įranga DAM, kuri atlieka tokius uždavinius:
 - Pasiteisinamumo testą su pagrindiniu kriterijumi.
 - Pareto dominavimo testą.
 - Alternatyvų rūšiavimą.
- Kompromisinių sprendimų erdvėje atrenkamos Pareto prasme dominuojančios (pranašios) alternatyvos ir lyginamos su pagrindiniu kriterijumi naudojant dominavimo testą. DAM leidžia atlikti analizę su neapibrėžtais kriterijais, pateikiant kriterijus min–max intervale. Be to, galima atlikti rezultatų jautrumo analizę („Kas būtų, jei?“). (Punys, Laurinavičius, 2004; Punys ir kt., 2011).

Nagrinėtos alternatyvos:

Alternatyva 1. Rekonstruoti pralaidą. Tai pagrindinė alternatyva (A1).

Alternatyva 2. Esama būklė, neremontuojama pralaida. Tai tarpinė alternatyva (A2).

Alternatyva 3. Neremontuoti – nugriauti slenkstinę pralaidą. Tai nulinė alternatyva (A3).

Alternatyvų tarpusavio palyginimo reikšmės:

Raudona spalva – eilutėje esanti alternatyva yra geresnė nei alternatyva, esanti stulpelyje,

Mėlyna spalva – alternatyva, esanti eilutėje, yra prastesnė už alternatyvą, esančią stulpelyje,

Geltona spalva – alternatyva, esanti eilutėje yra nei geresnė nei blogesnė už alternatyvą stulpelyje.

Alternatyvoms įvertinti buvo naudojami techniniai, ekonominiai alternatyvų vertinimo kriterijai (žr. 1 lentelę).

1 lentelė. Techniniai, ekonominiai kriterijai

Table 1. Techno-economic criteria

Kriterijaus Nr.	Kriterijus	Santykini s svoris, vieneto dalim	Kryptis	Paaškinimas
K1	Kasmetinės išlaidos remontui,	0,1	min	Tvenkinio ir HTS remonto išlaidos (kuo esamas remontas brangesnis, tuo griauti prasmingiau), tūkst. EUR.
K2	Kasmetinės išlaidos priežiūrai	0,05	min	Tvenkinio ir HTS priežiūros išlaidos (kuo esama priežiūra brangesnė, tuo griauti prasmingiau), tūkst. EUR.
K3	Elektros gamybos pajamos ir papildomas CO ₂	0,3	max	Elektros gamybos netekimai ir papildomas CO ₂ (kuo elektros praradimai mažesni, tuo griauti prasmingiau), tūkst. EUR.
K4	Potencialios valstybės pajamos iš tvenkinio nuomos	0,05	max	Potencialios valstybės pajamos iš tvenkinio nuomos, tūkst. EUR
K5	Parduoti žvejybos leidimai	0,05	max	Nuomos ir žvejybos leidimų pajamų netekimas (kuo pajamos mažesnės, tuo griauti prasmingiau), tūkst. EUR
K6	Prie tvenkinių esančio nekilnojamojo turto (statinių/sklypų) vertė, išvestinis rodiklis	0,1	max	Aplinkinio NT vertės sumažėjimas (kuo pokytis mažesnis, tuo griauti prasmingiau); Gautų naujų žemės plotų vertė (kuo vertė didesnė, tuo griauti prasmingiau).
K7	Tvenkinio ekologinė vertė	0,05	max	Prarasta tvenkinio ekologinė vertė
K8	HTS būklė	0,2	min	Vertinama balais nuo 1 (būklė geriausia) iki 10 (būklė blogiausia)
K9	Potvynių valdymas	0,05	max	Vertinama: galimas, negalimas. Jei potvynio valdymas negalimas, griauti prasmingiau.
K10	Tvenkinio rekreacinė vertė	0,05	max	Tvenkinio rekreacinė vertė, balai (1–5)

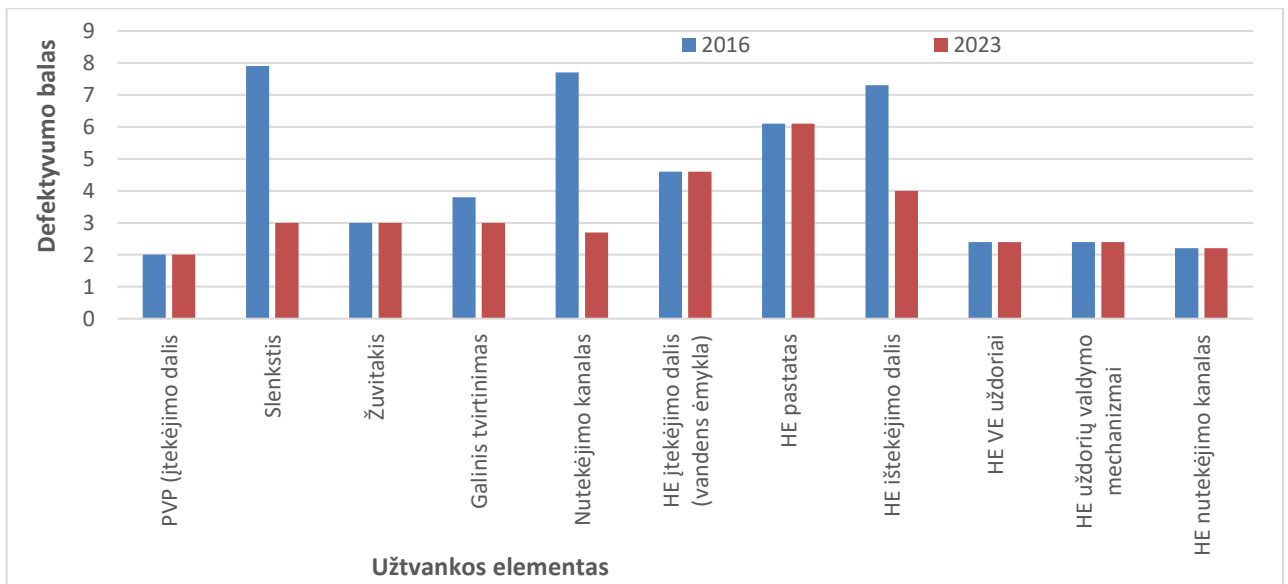
Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Natūrinių tyrimų rezultatai. Apžiūrų metu 2016 m. buvo pastebėta išplovos po slenkščiu, pažaidos (betono irimas) slenkstyje, įlūžusi slenkščio dalis.

2018 m. buvo parengtas esamos užtvankos ant Ventos upės paprastojo remonto techninis darbo projektas, pagal kurį atlikti remonto darbai.

Viešnių malūno hidromazgo atskirų elementų būklės pokytis 2016–2023 m. pavaizduotas 2 paveiksle.

Pagal 2 paveiksle pateikiamus duomenis, nustatyta, kad po remonto pagerėjo slenkstinės perteklinio vandens pralaidos, nutekėjimo kanalo ir HE ištekėjimo dalies elementų būklė. Bendras hidromazgo techninės būklės balas po remonto sumažėjo nuo 4,5 iki 3,2 balo.



2 pav. Viekšnių malūno hidromazgo atskirų elementų būklės pokytis 2016–2023 metais (sudaryta autoriaus)

Fig. 2. Changes in the technical state of Viekšniai mill hydroscheme individual elements in year 2016–2023 (made by the author)

Daugiakriterinės analizės rezultatai. Daugiakriterinės analizės pagrindas – sprendimų dvimatės matricos sudarymas. Eilutėse išdėstomos alternatyvos, o stulpeliuose – kriterijai. Kriterijų rodikliai yra perskaičiuoti į DAM reikšmes (kiekvieno kriterijaus įvertinimas padalytas iš didžiausio kriterijaus įvertinimo), jos neturi dimensijų.

Nagrinėjant alternatyvas: (A1) rekonstruoti pralaidą; (A2) esama būklė, neremontuojama pralaida; (A3) neremontuoti – nugriauti slenkstinę pralaidą buvo įvertinti techniniai, ekonominiai alternatyvų vertinimo kriterijai, kurie pateikti 2 lentelėje.

2 lentelė. Viekšnių malūno pradiniai techniniai, ekonominiai duomenys daugiakriterinei analizei

Table 2. Initial technical and economic data of Viekšniai mill for the multi-criteria analysis

Kriterijus	Kasmetinės išlaidos remontui, tūkst. EUR	Kasmetinės išlaidos priežiūrai, tūkst. EUR	Elektros gamybos pajamos ir papildomas CO ₂ , tūkst. EUR	Potencialios valstybės pajamos iš tvenkinių nuomos, tūkst. EUR	Parduoti žvejybos leidimai, tūkst. EUR	Prie tvenkinių esančio nekilnojamojo turto (statinių/sklų) vertė, išvestinis rodiklis	Tvenkinio ekologinė vertė, tūkst. EUR	HTS buklė, balai (0–10)	Potvynių valdymas (vandens apykaita), val.	Tvenkinio rekreacinė vertė, balai (1–5)
Kriterijus	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
KRYPTIS	min	min	max	max	max	max	max	min	max	max
Svoris	0,1	0,05	0,3	0,05	0,05	0,1	0,05	0,2	0,05	0,05
Rekonstravimas	0	1,4	43,9	0	0,4	55,1	1,9	2,0	2	2
Esama būklė	14,3	1,4	43,9	0,0	0,4	55,1	1,9	4,5	2	2
Griovimas	0	0	0	0	0	22,5	0	0	0	0

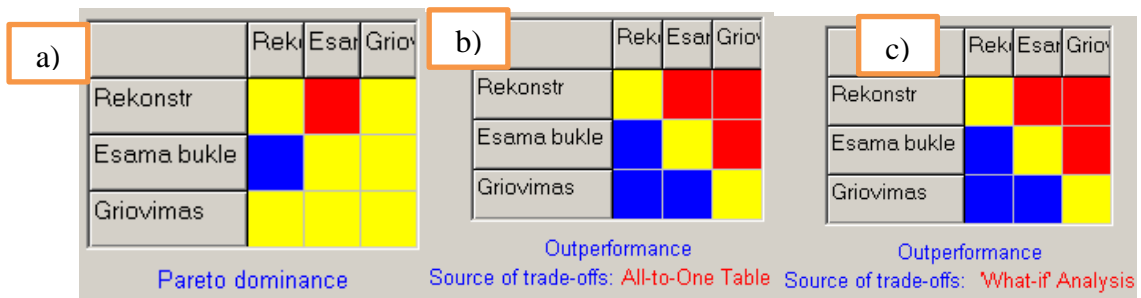
2 lentelėje pateikti duomenys perskaičiuoti į DAM reikšmes (kiekvienas kriterijus padalytas iš didžiausios kriterijaus vertės), jos neturi dimensijų (žr. 3 lentelę).

3 lentelė. Viekšnių malūno techniniai, ekonominiai duomenys perskaičiuoti daugiakriterinei analizei

Table 3. Technical, economic data of Viekšniai mill recalculated for multicriteria analysis

Kriterijus	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
Kryptis	min	min	max	max	max	max	max	min	max	max
Svoris	0,1	0,05	0,3	0,05	0,05	0,1	0,05	0,2	0,05	0,05
Rekonstravimas	0	1	1	0	1	1	1	0,44	1	1
Esama būklė	1	1	1	0,0	1	1	1	1	1	1
Griovimas	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0

Programinė įranga DAM kompromisinių sprendimų erdvėje atrinktos Pareto prasme dominuojančios (pranašios) alternatyvos ir lygintos su pagrindiniu kriterijumi (technine būkle) naudojant dominavimo testą (žr. 3 pav.).



3 pav. a) Pareto pranašumo testas; b) alternatyvų palyginimo; c) analizė „Kas būtų, jei?“.

Fig. 3: a) Pareto dominance test; b) All-to-one Table; c) „What if“ Analysis

Programine įranga DAM atlikus daugiakriterinę analizę Pareto pranašumo testas rodo (žr. 3 pav. a), kad alternatyva (rekonstravimas) yra pranašesnė (raudona spalva eilutėje) už kitas alternatyvas pagal pagrindinį kriterijų (techninę būklę).

Atlikus alternatyvų palyginimo analizę pagal pagrindinį kriterijų (techninę būklę) (žr. 3 pav. b), alternatyva A1 (rekonstravimas) ženkliai pranašesnė (dvi raudonos spalvos eilutėje) už alternatyvas (A2) (esama būklė, nieko nedaryti) ir (A3) (nugriauti) DAM atlikta rezultatų jautrumo analizė („Kas būtų, jei?“) (žr. 3 pav. c) parodė, kad alternatyva (rekonstravimas) yra ženkliai pranašesnė (dvi raudonos spalvos eilutėje) už kitas alternatyvas.

Išvados

1. Vizualinio slenkstinės pralaidos ir jos elementų defektų ir pažaidų tyrimo metu bei atlikus būklės vertinimą balais pagal STR 1.07.03:2017 nustatyta, kad po remonto pagerėjo slenkstinės perteklinio vandens pralaidos, nutekėjimo kanalo ir HE ištekėjimo dalies elementų būklė. Bendras hidromazgo techninės būklės balas po remonto sumažėjo nuo 4,5 (2016 m.) iki 3,2 balo (2023 m.).

2. Remiantis darbe gautais daugiakriterinės analizės rezultatais (pagal Pareto pranašumo testą, alternatyvų palyginimo analizę pagal pagrindinį kriterijų (techninę būklę); rezultatų jautrumo analizę („Kas būtų, jei?“)) nustatyta, kad Vieksnių malūno rekonstravimas duoda didesnę naudą negu jo nugriovimas.

Literatūra

- Brykała, D., Podgórski, Z. 2020. Evolution of landscapes influenced by watermills, based on examples from Northern Poland. *Landscape and Urban Planning*, Vol. 198. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103798>.
- Dėl užtvankų, prie kurių reikia pastatyti įrenginius žuvų migracijai, sąrašo ir buvusių užtvankų liekanų, kuriose reikia pašalinti kliūtis, trukdančias žuvų migracijai, sąrašo patvirtinimo. 2007. Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministras. Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.305203?jfwid=q86m1vv48> (žiūrėta 2024 02 08).
- Fajer, M. 2014. Watermills – a forgotten river valley heritage – selected examples from the *Environmental & Socio-economic Studies*, 2(2), 1-9.
- Kutra, G. J., Mažvila, J. 2010. Mikrohidroelektrinės – papildomas pajamų šaltinis. Komentarai P. Punio. Mano ūkis 2010/6.
- Lazdāne, L. 2011. The historical development of watermills and small-scale hydroelectric power plants landscape in Latvia. *Proceedings of the Annual 17th international conference research for rural development*. Jelgava; 18–20 May 2011.
- Lipińska, I. 2011. Turystyka dziedzictwa kulturowego – wybrane aspekty ochrony prawnej parku kulturowego. *Turystyka Kulturowa*, Vol. 3, p. 14–27. Prieiga per internetą: www.turystykakulturowa.org (žiūrėta 2023 02 21).
- Punys, P., Laurinavičius, E., Labanauskas, G., Maziliauskas, A., Adamonytė, I. 2011. Nemuno upės krovinių uosto ties Kaunu tinkamiausios vietos parinkimo daugiakriterinė analizė. *Vandens ūkio inžinerija*, Nr. 38, p.75–84.
- Punys, P., Laurinavičius, E. 2004. Sprendimų sistemų paramos taikymas hidroenergetikos plėtros procese. *Lietuvos matematikos rinkinys*, Nr.44 (spec. Nr.), p. 747–752.
- Punys, P., Kasiulis, E., Kvaraciejus, A., Dumbrasukas, A., Vyčienė, G., Šilinis, L. 2017. Impacts of the EU and national environmental legislation on tapping hydropower resources in Lithuania – A lowland country. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 80, p. 495–504.
- Rajh, A., Tomšič, L. 2013. Rehabilitation of cultural heritage in harmony with power generation – the Marolt sawmill. *Proceedings of the Hydro, Int. Conf. And Exhib. Promoting the Versatile Role of Hydropower..*
- Ramos-Carranza, A., Añón-Abajas, R. M., Rivero-Lamela, G. A 2021. Research Methodology for Mitigating Climate Change in the Restoration of Buildings: Rehabilitation Strategies and Low-Impact Prefabrication in the “El Rodezno” Water Mill. *Sustainability*, Vol. 13(16):8869. <https://doi.org/10.3390/su13168869>
- RESTOR hydro project. European Small Hydropower Association. Prieiga per internetą: <http://www.restor-hydro.eu/lt/> (žiūrėta 2023 02 02).

13. Stankevičiūtė, D., Žuromskaitė, B. 2012. Rola młynów i wiatraków drewnianych w rozwoju turystyki dziedzictwa kulturowego na Litwie. *Turystyka Kulturowa*, Vol. 7, p. 45–60. Prieiga per internetą: www.turystykakulturowa.org (žiūrėta 2023 02 21).
14. Statybos techninis reglamentas STR 1.07.03:2017 „Statinių techninės ir naudojimo priežiūros tvarka. Naujų nekilnojamojo turto kadastro objektų formavimo tvarka“.
15. Užtvankų demontavimo projektai. 2022. Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. Prieiga per internetą: <https://am.lrv.lt/lt/veiklos-sritys-1/vanduo/vandens-telkiniu-naudojimas-apsauga-ir-valdymas/upiu-vientisumo-atkurimas/uztvanku-demontavimo-projektai> (žiūrėta 2024 02 21).
16. Užtvankų įvertinimo ekologiniu ir socioekonominiu požiūriu studija. 2022. UAB „Aplinkos inžinierių grupė“, Vytauto Didžiojo universitetas, Lietuvos Hidrobiologų Draugija.
17. Vandens malūnai Rytų Lietuvoje. 2004. Kultūros paveldo išsaugojimo pajėgos, Leidykla Briedis, p. 70.

TECHNICAL STATE ANALYSIS OF HYDRAULIC STRUCTURES IN VIEKŠNIAI MILL

Summary

The paper analyses the solutions of reconstructed water mills for tourism, reconstruction with energy generation, other reconstruction and dismantling solutions. The aim of the paper is to assess the technical state of the hydraulic structures of the Vieکشniai mill and to predict their future prospects. Objectives of the research work: to carry out field investigations and technical state assessment in accordance with STR 1.07.03:2017 and to compare the changes of the elements with the surveys of the previous period; carry out a multi-criteria analysis and assess the prospects for future use or demolition of the watermill. The work uses a variety of methods: literature analysis; camera works based on various literature sources and their analysis; visual investigation of defects and damages of the weir spillway and its elements (natural surveys by examining the investigated structures, photographing the damaged structures); scoring of the technical state in accordance with the technical regulation for construction STR 1.07.03:2017; multicriterial analysis. The technical state evaluation of the hydraulic structures of the Vieکشniai Mill in accordance with STR 1.07.03:2017 has shown that the technical state of the weir spillway, the outlet channel and the outlet part of the HPP has improved after the repair. The overall technical state score of the hydropower plant after the repairs decreased from 4.5 (2016) to 3.2 (2023). An individual analysis was carried out for the Vieکشniai Watermill and the decision to reconstruct or change its functional use was analyzed. Based on the results of the multicriteria analysis (Paret dominance; main criteria (technical state); “What if” analysis), the reconstruction of the Vieکشniai Watermill has higher benefits than its demolition.

Keywords: water mill, technical state, hydraulic structures.