

ŠKILIETŲ IR TABALIUKŲ EŽERŲ MORFOMETRIJA

Marijus Pileckas, Tauras Alekna
Vytauto Didžiojo universitetas

SANTRAUKA

Straipsnyje pateikiami autorių sudaryti Škilietų ir Tabaliukų ežerų, telkšančių Aukštadvario regioniniame parke, Trakų rajono savivaldybėje, batimetriniai planai, nagrinėjami nustatyti ežerų morfometriniai rodikliai, remiantis stebėjimais ir įvairiais šaltiniais apžvelgiamos ežerų fizinės geografinės ypatybės.

Reikšminiai žodžiai: Škilietai, Tabaliukai, glaciokarstiniai ežerai, batimetriniai planai, morfometrija, Aukštadvario regioninis parkas.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5200/GE.2020.5>

ĮVADAS

Aukštadvario regioniniame parke gausu mažų nenuotakių glaciokarstinių ežerų. Iš jų labiausiai išsiskiria Škilietų ir Tabaliukų ežerėliai, sudarantys ypač taisyklingos formos glaciokarstinių ežerų poras. Škilietų ir Tabaliukų glaciokarstiniai ežerai vertingi gamtosauginiu požiūriu, jų išsaugojimas įtvirtintas specialiojo teritorijų planavimo dokumentuose. Šalia garsiosios Velnio duobės telkšantys Škilietų ežerai (1 pav.) saugomi Mergiškių kraštovaizdžio draustinyje (Lietuvos Respublikos..., 2016). Rengiant Aukštadvario regioninio parko tvarkymo planą, juos netgi buvo siūloma skelbti valstybės saugomais gamtos paveldo objektais (Aukštadvario regioninio..., 2016). Tabaliukų ežerėliai saugomi Tabaliukų hidrografiniame draustinyje, kurio tikslas – išsaugoti raiškius nedidelių glaciokarstinių ežerų dubenis ir hidrologinį režimą su būdingomis paežerių pelkių ir miškų ekosistemomis (Lietuvos Respublikos..., 2016). Paradoksalu, tačiau apie hidrografiniame draustinyje saugomus Tabaliukų ežerus žinoma labai nedaug, jie iki šiol nebuvo batimetriškai ištirti. Tai ir paskatino atlikti šį tyrimą. Kartu nuspręsta atnaujinti ir papildyti Škilietų ežerų morfometrinius duomenis, palyginti su ankstesnių matavimų rezultatais, taip pat tarpusavyje palyginti Škilietų ir Tabaliukų ežerus.



Kartografinis pagrindas /
Basemap data:
GRPK © ŽŪM, 2020

Aukštadvario regioninio parko riba /
Boundary of Aukštadvaris
Regional Park:
STK © VSTT prie AM, 2019

Sutartiniai ženklai / Legend

- Tirti ežerai / Explored lakes
- Ežerų baseiniai / Lake catchments
- Aukštadvario regioninio parko riba / Aukštadvaris Regional Park boundary
- Savivaldybių ribos / Municipal borders
- Keliai ir gatvės / Roads and streets
- Gruntkeliai / Dirt roads

- Vandentėkmės / Watercourses
- Vandens telkiniai / Lakes, ponds and reservoirs
- Užstatytos teritorijos / Built-up areas
- Pelkės / Peatlands
- Miškai / Forest



1 pav. Tirti ežerai ir jų baseiniai / Explored lakes and their catchments

Škilietų ežerus 1982 m. vasarą topografijos lauko praktikos metu ištyrė Vilniaus universiteto Gamtos mokslų fakulteto profesoriaus K. Kilkaus vadovaujami studentai. Buvo atlikta abiejų Škilietų ežerų toponuotrauka, sudaryti detalūs (1:1000 mastelio) batimetriniai planai, apskaičiuoti pagrindiniai morfometriniai rodikliai (Kilkus, 1986, 2013). Šie ežerai buvo ištirti dėl to, kad jie išsidėstę greta Velnio duobės, kurią tuo metu tyrė geologai. Pažymėtina, kad Škilietų ežerų 1982 m. ištyrimo duomenys vėliau nepateko į Upių, ežerų ir tvenkinių kadastrą (UETK) ir kitus Lietuvos ežerų sąvadus.

Škilietų ir Tabaliukų ežerų pavadinimai oficialiuose kadastruose dubliuojami: abu Škilietų ežerai įvardijami „Škilietų ežeras“, o abu Tabaliukų ežerai – „ežeras Tabaliukas“. Skiriasi tik ežerų identifikavimo kodai. Siekiant išvengti painiavos, šiame straipsnyje poras sudarantys ežerai įvardijami pagal identifikavimo kodo eiliškumą: Škilietų didesnysis ežeras (identifikavimo kodas 10030652) vadinamas Škilietų I ežeru, Škilietų mažesnysis ežeras (10030653) – Škilietų II ežeru, Tabaliukų mažesnysis ežeras (10030654) – Tabaliuko I ežeru, Tabaliukų didesnysis ežeras (10030655) – Tabaliuko II ežeru.

TYRIMO METODIKA IR EIGA

2019 m. pradžioje (sausio ir vasario mėnesiais) straipsnio autoriai išmatavo Škilietų ir Tabaliukų ežerų gylius bei patikslino ežerų kranto linijas. Vėliau buvo sukurti detalūs (0,5 x 0,5 m) skaitmeniniai ežerų dugno modeliai (DEM), sudaryti ežerų batimetriniai planai, suskaičiuoti ir išnagrinėti pagrindiniai morfometriniai rodikliai, nustatytos ežerų baseinų ribos ir plotai. Viso tyrimo metu vyko literatūros ir kartografinių šaltinių paieška, atranka ir analizė. Taip pat nuo 2018 m. pavasario iki 2020 m. gegužės mėnesio kas du mėnesius GNSS imtuvu *Topcon Hiper SR* buvo matuojami ežerų vandens lygiai. Kartu buvo detalieji apžiūrėtos ežerų pakrantės ir aplinkės.

Ežerų gyliai matuoti nuo ledo, panaudojant GNSS imtuvą *Topcon Hiper SR* (siekiant tiksliai nustatyti matavimo vietų koordinates ir ežerų vandens lygį), ledo grąžtus ir matavimo juostą su specialiu svareliu. Matavimų vietos parinktos susikertančių profilių metodu (Valiuškevičius, 2012), profiliai išdėstyti kas 25 m skersai ir 15 m išilgai, pakrantėse ir giliausiose vietose papildomai sutankinti matavimai. Iš viso Škilietų I ežere buvo išmatuoti 200 gylio taškų (tankumas 38 tšk./ha), Škilietų II ežere – 161 taškas (46 tšk./ha), Tabaliuko I ežere – 72 taškai (43 tšk./ha), Tabaliuko II ežere – 81 taškas (34 tšk./ha). Gana didelis matavimo vietų tankumas leidžia tikėtis, kad sudaryti batimetriniai planai ir suskaičiuoti

morfometriniai rodikliai yra tikslūs. Gylių matavimų tikslumas Škilietų I ir Tabaliukų ežeruose – iki 0,05 m, o Škilietų II ežero vidurinėje dalyje, kuri pasižymi itin dumblėtu dugnu, – iki 0,1 m. Matavimo vietų geografinių koordinačių ir vandens lygio altitudžių nustatymo GNSS imtuvu tikslumas – 1–2 cm.

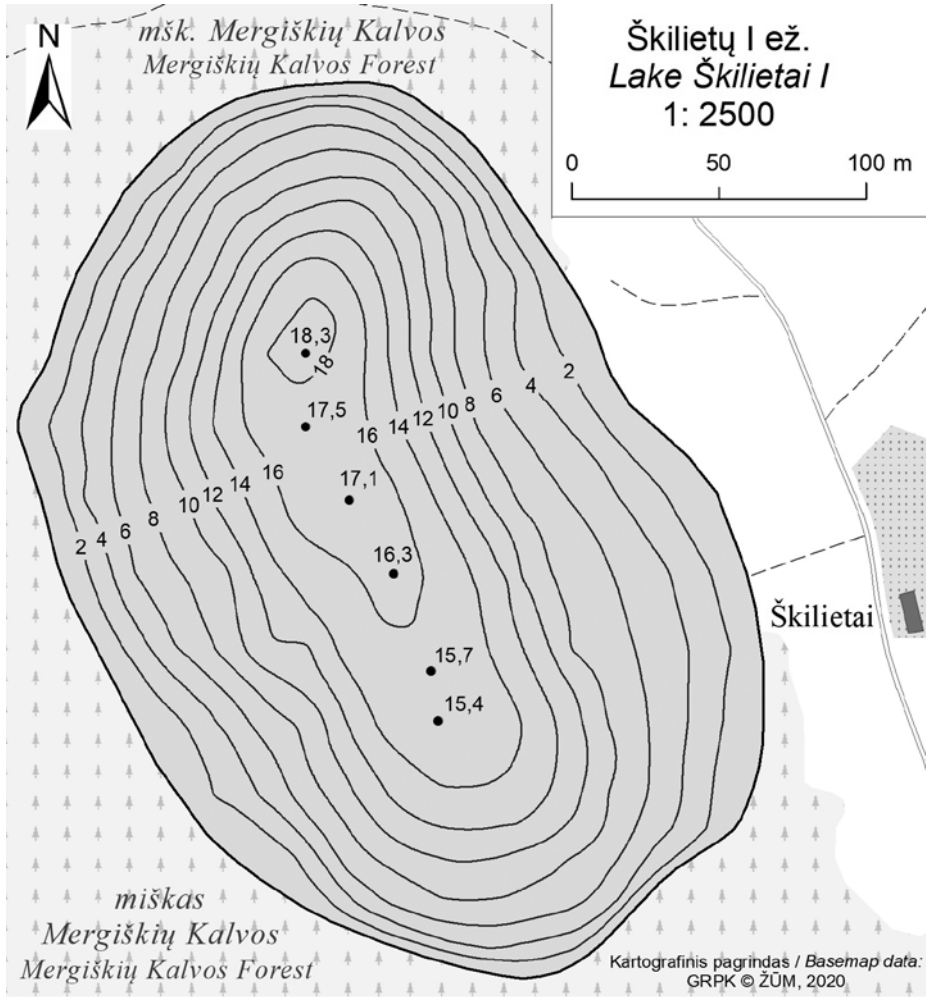
Apdorojant matavimų rezultatus panaudotos kompiuterinės programos *ArcGIS Desktop (ArcMap) Advanced 10.6.1* ir *Microsoft Excel*. *ArcMap* programa taip pat plačiai taikyta nagrinėjant kartografinius šaltinius (topografinius, ortofotografinius ir teminius žemėlapius) ir erdvinių duomenų rinkinius, ja sudarytos straipsnyje pateikiamos iliustracijos.

Skaičiuojant morfometrinius rodiklius remtasi metodinėje literatūroje (Kilkus, 1993, 2005) pateiktais rodiklių aprašymais, tačiau kur įmanoma panaudotos *ArcMap* kompiuterinės programos galimybės, leidžiančios daugelį rodiklių suskaičiuoti greičiau ir tiksliau nei tradiciniais būdais.

ŠKILIEŲ EŽERŲ BATIMETRIJA IR MORFOMETRINIAI RODIKLIAI

Škilietų ežerai telkšo Aukštadvario kalvyne (Lietuvos nacionalinis, 2014), 4 km į šiaurę nuo Aukštadvario miestelio, patenka į Verknės upės baseiną. Ežerai vienas nuo kito nutolę vos 120 m, jie išsidėstę žemiau garsiosios Velnio duobės, dubaklonyje, kurį geologai vadina Akmenių eroziniu kloniu (Guobytė, 2000), dviejose gretimose glaciokarstinėse dubėse (Karmaza, 1999). Iš pietinės ir vakarinės pusės ežerus supa Mergiškių kalvų miškas, o tarpuežeryje plyti pievos, čia įsikūrusi viena Škilietų kaimo sodyba. Ežerai giliai įdubę, viršvandeniniai dubaklonio šlaitai pietuose, vakaruose ir šiaurėje siekia iki 40–50 m santykinio aukščio.

Kaip teigia K. Kilkus (2013), nors Škilietų ežerėliai telkšo vienas greta kito to paties duburio duobėse, jie yra labai skirtingi. Škilietų I ežeras mezotrofinis, gerokai didesnis ir gilesnis, kietadugnis, jo atabradai labai siauri, žvyruoti ir mažai apaugę, vanduo skaidresnis, žalsvos spalvos. Škilietų II ežeras eutrofinis (Europos Bendrijos..., 2015), mažesnis ir seklesnis, jo atabradai platesni, gausiai apaugę viršvandenine augalija, ŠV ir PR pakraščiai užpelkėję, ežero dugnas labai dumblėtas, vanduo drumstesnis, rusvos spalvos. Kas lemia tokius ryškius gretimų ežerų skirtumus, nėra iki galo aišku. Straipsnio autorių nuomone, didesniajam Škilietų II ežero užaugimui ir kitoms savybėms daugiau įtakos gali turėti aukščiau išsidėsčiusi Velnio duobė, iš kurios dugne telkšančios pelkės į ežerą gali prasisunkti organinės rūgštys. Norint patvirtinti šią prielaidą reikėtų atlikti papildomus tyrimus.



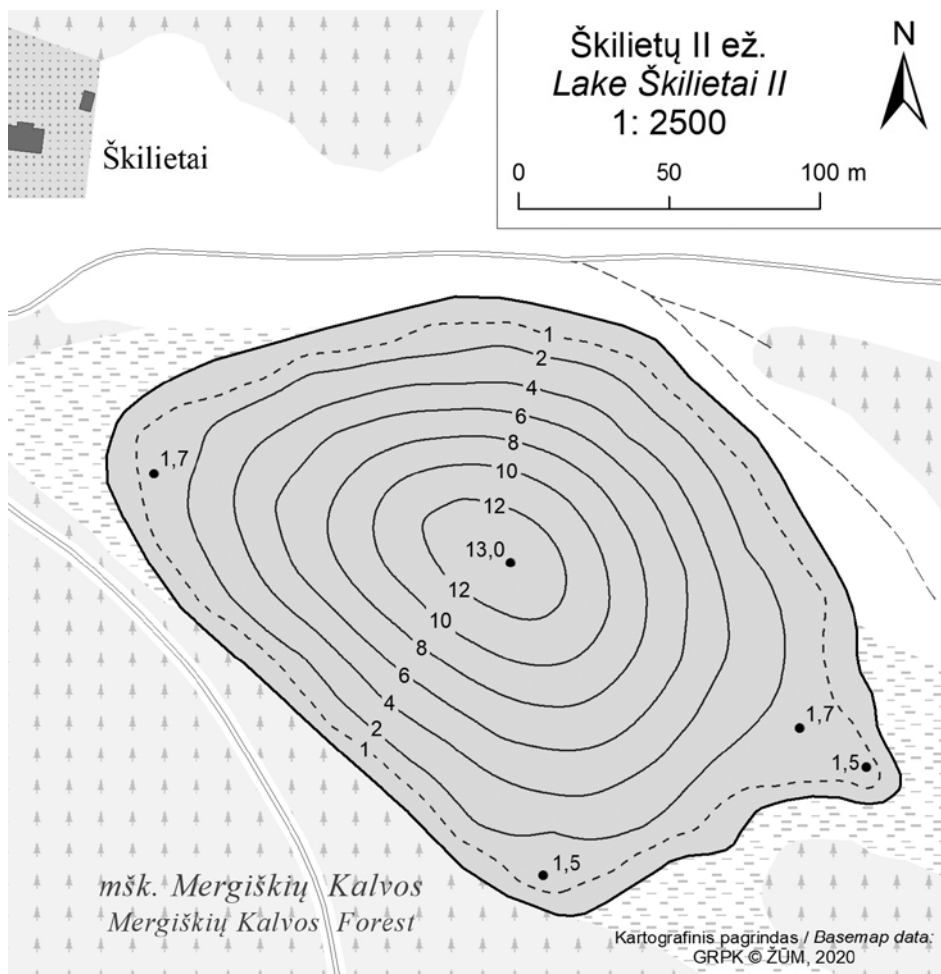
Sutartiniai ženklai / Legend

- 18,3 Gylio taškai, m / Depth points, m
- 2— Izobatos, m / Isobaths, m
- Ežero kranto linija / Lake shoreline
- == Keliai ir takai / Roads and trails
- Ežerai / Lakes
- Pelkės / Peatlands
- Miškai / Forest
- Užstatytos teritorijos / Built-up areas

Ežero batimetrija išmatuota 2019 m. sausio 31 d. Ežero vandens lygio altitudė buvo 148,84 m (Lietuvos aukščių sistemoje LAS07).

Depth measurements were taken on 31 January 2019. Water surface elevation of the lake was 148.84 m (in Height System LAS07 of Lithuania).

2 pav. Škilietų I ežero batimetrinis planas / Bathymetric chart of Lake Škilietai I



Sutartiniai ženklai / Legend

- 1,7 Gylio taškai, m / Depth points, m
- 2— Izobatos, m / Isobaths, m
- Ežero kranto linija / Lake shoreline
- == Keliai ir takai / Roads and trails
- Ežerai / Lakes
- ▨ Pelkės / Peatlands
- Miškai / Forest
- ▧ Užstatytos teritorijos / Built-up areas

Ežero batimetrija išmatuota 2019 m. vasario 22 d. Ežero vandens lygio altitudė buvo 148,70 m (Lietuvos aukščų sistemoje LAS07).

Depth measurements were taken on 22 February 2019. Water surface elevation of the lake was 148.70 m (in Height System LAS07 of Lithuania).

3 pav. Škilietų II ežero batimetrinis planas / Bathymetric chart of Lake Škilietai II

2019 m. sudarytuose Škilietų ežerų batimetriniuose planuose (2, 3 pav.) aiškiai matyti, kad abiejų ežerų dubenys yra nesudėtingi, būdingi termokarstiniam ežerams. Škilietų I ežero dubės dugnas slūgso 14–18 m gylyje ir yra labai išėstas ežero ilgosios ašies kryptimi, o Škilietų II ežero dubės dugnas slūgso 10–13 m gylyje ir yra gana taisyklingos ovalios formos. Kaip rodo sudaryti planai ir atlikti skaičiavimai, Škilietų I ežero dubens forma artima elipsiniam paraboloidui, o Škilietų II ežero – kūgiui. Pagrindiniai 2019 m. išmatuoti ir suskaičiuoti Škilietų ežerų morfometrinių rodikliai pateikiami 1 lentelėje.

Gylių matavimo metu Škilietų I ežero vandens lygio altitudė buvo 148,84 m, o Škilietų II ežero – 148,70 m virš jūros lygio (Lietuvos aukščių sistemoje LASo7). Upių, ežerų ir tvenkinių kadastrė (UETK) nurodomos atitinkamai 148,45 m ir 148,06 m ežerų altitudės, paimtos iš 2009 m. paviršiaus lazerinio skenavimo (Lidar) duomenų. 1982 m. niveliuojant nuo reperio nustatyta 151 m ežerų altitudė (Kilkus, 2013) yra abejotino tikslumo.

Straipsnio autorių atlikti ežerų vandens lygio stebėjimai (nuo 2018 m. gegužės iki 2020 m. gegužės mėnesio ežerų vandens lygis matuotas GNSS imtuvu 2 mėnesių intervalais) rodo, kad Škilietų ežerų vandens lygis labai svyruoja. Škilietų I ežere aukščiausias vandens lygis stebėjimų laikotarpiu siekė 148,96 m (2018-05-03), žemiausias – 148,55 m (2019-09-10), vidutinis – 148,71 m, svyravimų amplitudė – 0,41 m. Škilietų II ežere aukščiausias vandens lygis stebėjimų laikotarpiu buvo 148,71 m (2018-05-03), žemiausias – 148,23 m (2020-04-04), vidutinis – 148,50 m, svyravimų amplitudė – 0,48 m. Vandens lygio skirtumas tarp abiejų ežerų kito nuo 0,13 m (2018-08-31) iki 0,43 m (2020-04-04), vidutinis skirtumas – 0,21 m. Pabrėžtina, kad išmatuotiems vandens lygiams ir jų kaitai reikšmingą įtaką turėjo meteorologinių sąlygų išskirtinumas: 2018 m. pavasaris dar buvo drėgnas ir ežeruose laikėsi aukštas vandens lygis, o nuo 2018 m. vasaros iki pat stebėjimų laikotarpio pabaigos vyravo sausi orai ir ežerų vandens lygis gerokai nukrito.

Stebėjimų duomenimis, Škilietų I ežero vandens lygis yra nuolat aukštesnis nei Škilietų II ežero, o abiejų ežerų vandens lygis svyruoja nevysiškai sinchroniškai. Tai kartu su skirtingomis ežerų savybėmis kelia abejonių dėl tiesioginio hidraulinio ežerų ryšio, kuris ypač būdingas termokarstinėms dubes rininiuose klonuose užimantiems ežeriukams (Valiuškevičius, 1999), stiprumo.

1 lentelė. 2019 m. nustatyti Škilietų ežerų morfometriniai rodikliai / *Morphometric features of Škilietai Lakes measured and calculated in 2019*

Morfometriniai rodikliai <i>Morphometric features</i>	Škilietų I ežeras <i>Lake Škilietai I</i>	Škilietų II ežeras <i>Lake Škilietai II</i>
Centrinio taško koordinatės <i>Coordinates of mean center</i>	532884, 6053514 (LKS) 54.617102, 24.50913 (WGS)	533259, 6053353 (LKS) 54.615626, 24.514913 (WGS)
Altitudė (m v.j.l.) * <i>Water surface elevation (m a.s.l.) *</i>	148,84 148.84	148,70 148.70
Plotas (ha) <i>Surface area (ha)</i>	5,29 5.29	3,49 3.49
Kranto linijos ilgis (m) <i>Shoreline length (m)</i>	853	726
Didžiausias ilgis (m) <i>Maximum length (m)</i>	316	287
Didžiausias plotis (m) <i>Maximum width (m)</i>	213	180
Vidutinis plotis (m) <i>Mean width (m)</i>	167	122
Kranto linijos išsivystymas <i>Shoreline development ratio</i>	1,05 1.05	1,10 1.10
Didžiausias gylis (m) <i>Maximum depth (m)</i>	18,3 18.3	13,0 13.0
Vidutinis gylis (m) ** <i>Mean depth (m) **</i>	8,25 8.25	4,50 4.50
Vandens tūris (tūkst. m ³) ** <i>Volume (thousands m³) **</i>	436,3 436.3	157,7 157.7
Litoralės vidutinis plotis (m) *** <i>Mean width of littoral zone (m) ***</i>	8,7 8.7	19,0 19.0
Baseino plotas (ha) **** <i>Catchment area (ha) ****</i>	317	159

Paiškinimai / *Notes:*

* Vandens paviršiaus aukštis virš jūros lygio, išmatuotas Lietuvos aukščių sistemoje LAS07 / *water surface elevation measured in Height System LAS07 of Lithuania.*

** Suskaičiuota iš skaitmeninio ežero dugno modelio (DEM) / *calculated from bathymetric digital elevation model (DEM) of the lake.*

*** Skaičiuota iki 2 m gylio izobatos / *up to 2 m isobath.*

**** Įskaitant ežerą / *including the lake.*

Škilietų ežerų kranto linijos ir plotai patikslinti pagal atliktų matavimų duomenis ir ortofotografinius žemėlapius. Nustatyta, kad Škilietų I ežeras yra 1,5 karto didesnis už Škilietų II ežerą. Gauti plotai (Škilietų I ežero 5,29 ha ir Škilietų II ežero 3,49 ha) mažai skiriasi nuo georeferencinio pagrindo kadastrė (GRPK) nurodomų ežerų plotų (atitinkamai 5,27 ha ir 3,48 ha). Gauti kranto linijų ilgiai (Škilietų I ežero 853 m ir Škilietų II ežero 726 m) taip pat skiriasi minimaliai (pagal GRPK atitinkamai 856 m ir 727 m).

Daug daugiau skirtumų susidaro, lyginant su 1982 m. matavimų duomenimis. K. Kilkus nurodo (2013) tokius Škilių ežerų morfometrinius ploto rodiklius: Škilių I ežero plotas yra 4,6 ha, kranto linijos ilgis – 1000 m; Škilių II ežero plotas – 4,4 ha, kranto linijos ilgis – 1100 m. Tokius ryškius skirtumus, lyginant su 2019 m. duomenimis, lemia dvi priežastys: 1) 1982 m. turėtos techninės galimybės neleido tiksliai išmatuoti ežerų kranto linijų ir plotų; 2) Škilių II ežero ŠV ir PR pakrantėse telkšančios paežerinės pelkės 1982 m. batimetriniame plane priskirtos ežerui – tai labai padidino apskaičiuotą šio ežero plotą ir kranto linijos ilgį.

Škilių I ežeras šiek tiek išsišęs Š–P kryptimi, išmatuotas didžiausias ilgis (316 m) 1,5 karto didesnis už didžiausią ežero plotį (213 m). Apskaičiuotas vidutinis ežero plotis sudaro 167 m. Škilių II ežeras šiek tiek išsišęs V–R kryptimi, jo didžiausias ilgis (287 m) 1,6 karto didesnis už didžiausią ežero plotį (180 m). Apskaičiuotas vidutinis ežero plotis sudaro 122 m. Abiejų ežerų kranto linijos išsivystymo koeficientas mažas (Škilių I ežero – 1,05, Škilių II ežero – 1,10), tai rodo ežerų formos artimumą apskritimui ir itin mažą kranto linijos vingiuotumą. Atsižvelgiant į ežerų išstetumą, kranto linijos išsivystymo koeficientą ir konfiguraciją žemėlapyje, galima teigti, kad Škilių ežerai yra gana taisyklingos ovalios formos.

Didžiausias išmatuotas ežerų gylis (Škilių I ežero – 18,3 m ir Škilių II ežero – 13,0 m) panašus į 1982 m. išmatuotus didžiausius gylius (atitinkamai 18,2 m ir 12,8 m) (Kilkus, 2013). Tiesa, atliekant ankstesnius matavimus, nebuvo nustatytos tikslios ežerų vandens lygio altitudės, todėl jų metu išmatuotus gylius su dabartinais lyginti galima tik apytikriai. Pagal 2019 m. atliktų matavimų pagrindu sudarytus skaitmeninius ežerų dugno modelius (DEM) apskaičiuoti vidutiniai ežerų gyliai – Škilių I ežero – 8,25 m ir Škilių II ežero – 4,50 m – ankstesniuose šaltiniuose (Kilkus, 2013) nurodomi kiek mažesni (atitinkamai 7,8 m ir 4,1 m). Nors abu Škilių ežerai priskirtini vidutinio gylio ežerams (patenka į 3–9 m vidutinio gylio intervalą), tačiau tiek didžiausiu, tiek vidutiniu gyliu labai skiriasi; Škilių ežeras šiuo požiūriu atsiduria šalia gilių ežerų, kurie išskiriami nuo 9 m vidutinio gylio (Daubarienė ir Valiuškevičius, 2009). Pagal vidutinio ir didžiausio gylio santykį (0,45 Škilių I ežero ir 0,35 Škilių II ežero) Škilių I ežero dubens forma artima paraboloidui, o Škilių II ežero – kūgiui (Kilkus, 1993).

Ežerų vandens tūris (436,3 tūkst. m³ Škilių I ežero ir 157,7 tūkst. m³ Škilių II ežero) taip pat apskaičiuotas pagal sudarytus skaitmeninius ežerų dugno modelius (DEM), panaudojus *ArcGIS Desktop (ArcMap) Advanced* kompiuterinės programos įrankį *Surface Volume*. Be abejo, gauti tūriai atitinka matavimų metu buvusį ežero vandens lygį – kintant vandens lygiui ežero vandens tūris taip pat keičiasi. Didelį ežerų tūrio skirtumą (2,8 karto) lemia tai, kad Škilių I ežeras yra

ir didesnis, ir gilesnis. Ankstesniuose šaltiniuose (Kilkus, 2013) nurodomi gerokai mažesni (atitinkamai 0,36 mln. m³ ir 0,18 mln. m³) Škilietų ežerų vandens tūriai. 2019 m. ir 1982 m. duomenų skirtumus, kaip ir kitų rodiklių, be galbūt skirtingo vandens lygio matavimų metu, taip pat lemia naudoti skirtingi matavimų, duomenų apdorojimo ir rodiklių skaičiavimo būdai.

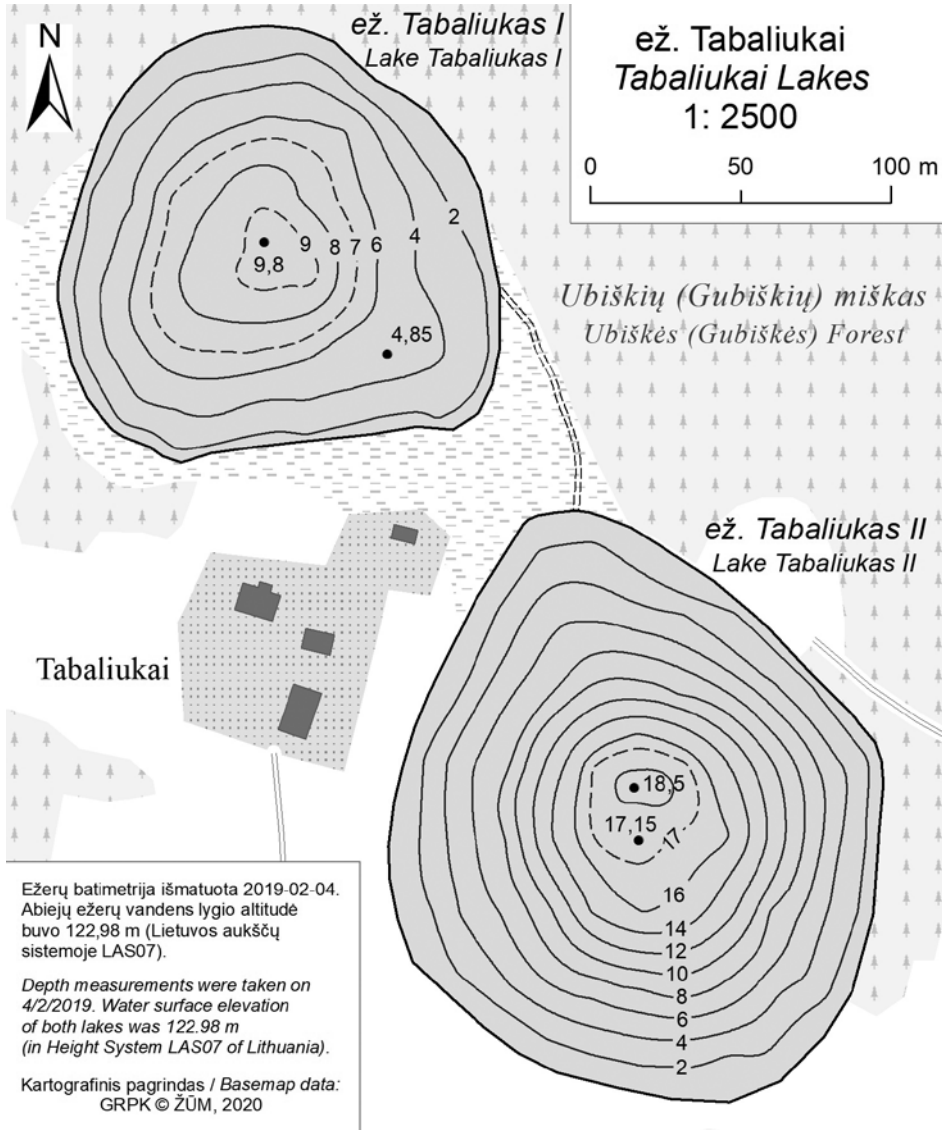
Ežerų litoralės plotas ir vidutinis plotis skaičiuotas iki 2 m gylio izobatos, kaip rekomenduojama metodinėje literatūroje (Kilkus, 2005). Škilietų I ežero litoralė itin siaura, užima 0,72 ha, arba 13,6 proc. ežero akvatorijos, jos vidutinis plotis yra vos 8,7 m. Škilietų II ežero litoralė gerokai platesnė, užima 1,22 ha, arba 35,0 proc. ežero akvatorijos, jos vidutinis plotis – 19 m.

Literatūroje nepavyko aptikti duomenų apie Škilietų ežerų baseinų plotą. Straipsnio autoriai Škilietų ežerų baseinų ribas ir plotus nustatė pagal detalų skaitmeninį reljefo modelį, sudarytą iš 2009 m. paviršiaus lazerinio skenavimo (*Lidar*) duomenų. Nustatyti 317 ha (Škilietų I ežero) ir 159 ha (Škilietų II ežero) baseinų plotai, įskaitant pačius ežerus (1 pav.). Kadangi ežerai yra nenuotakūs, dvigubai besiskiriantį baseinų plotą galima sieti su dideliais ežerų ploto ir tūrio skirtumais.

TABALIUKŲ EŽERŲ BATIMETRIJA IR MORFOMETRINIAI RODIKLIAI

Tabaliukų ežerai telkšo Aukštadvario kalvyne (Lietuvos nacionalinis, 2014), Nirkronių fluvioglacialiniame duburyje (Karmaza, 1999), 3 km į rytus nuo Aukštadvario miestelio, šalia magistralinio kelio A16 Vilnius–Marijampolė. Abu ežerai išsidėstę vienoje glaciokarstinėje dubėje (Karmaza, 1999), prieš keletą tūkstančių metų tai buvo vienas ežeras. Viršvandeniniai duburio šlaitai šiaurės rytuose yra aukšti ir statūs (iki 25 m santykinio aukščio), pietuose ir vakaruose – lėkštesni ir žemesni (iki 10 m). Atstumas tarp ežerų yra vos 40 m, tarpuežeryje telkšo tarpinio tipo pelkė, šiaurėje ir šiaurės rytuose driekiasi Ubiškių (Gubiškių) miškas, pietuose ir vakaruose ežerus supa pievos. Šalia ežerų išsidėsčiusi vienintelė Tabaliukų kaimo sodyba. Ežerai yra distrofiniai (Europos Bendrijos..., 2015). Mažesniojo ežero pakrantės užpelkėjusios (ypač pietinėje ir vakarinėje dalyse), didesniojo ežero užpelkėjusi tik šiaurinė pakrantė. Ežerai patenka į Verknės upės baseiną.

2019 m. sudarytame Tabaliukų ežerų batimetriniame plane (4 pav.) aiškiai matyti, kad abiejų ežerų forma itin taisyklinga, artima apskritimui, ežerų dubėnys nesudėtingi, kūgio (Tabaliukas II) ir elipsinio paraboloido (Tabaliukas I) formos, o patys ežerai atsižvelgiant į mažą jų plotą (1,66 ir 2,39 ha – dvigubai mažesni nei Škilietų ežerai) gana gilūs. Ypač gilus ir stačiašlaitis šulinį primenantis



Sutartiniai ženklai / Legend

- ^{9,8} Gylio taškai, m / Depth points, m
- 2— Izobatos, m / Isobaths, m
- Ežero kranto linija / Lake shoreline
- ===== Pelkės lagas / Bog lagg

- ==== Keliai / Roads
- Ežerai / Lakes
- Pelkės / Peatlands
- Miškai / Forest
- Užstatytos teritorijos / Built-up areas

4 pav. Tabaliukų ežerų batimetrinis planas / Bathymetric chart of Tabaliukai Lakes

Tabaliukas II, o Tabaliukas I seklesnis ir gilėja ne taip sparčiai. Tabaliuko I ežero dugnas plyti 7–9,8 m gylyje, o Tabaliuko II ežero dugnas – 16–18,5 m gylyje.

Pagrindiniai 2019 m. išmatuoti ir apskaičiuoti Tabaliukų ežerų morfometriniai rodikliai pateikiami 2 lentelėje.

2 lentelė. 2019 m. nustatyti Tabaliukų ežerų morfometriniai rodikliai / *Morphometric features of Tabaliukai Lakes measured and calculated in 2019*

Morfometriniai rodikliai <i>Morphometric features</i>	Tabaliukas I ežeras <i>Lake Tabaliukas I</i>	Tabaliukas II ežeras <i>Lake Tabaliukas II</i>
Centrinio taško koordinatės <i>Coordinates of mean center</i>	537205, 6049238 (LKS) 54.578379, 24.575475 (WGS)	537324, 6049049 (LKS) 54.576672, 24.577294 (WGS)
Altitudė (m v.j.l.) * <i>Water surface elevation (m a.s.l.) *</i>	122,98 122.98	122,98 122.98
Plotas (ha) <i>Surface area (ha)</i>	1,66 1.66	2,39 2.39
Kranto linijos ilgis (m) <i>Shoreline length (m)</i>	472	564
Didžiausias ilgis (m) <i>Maximum length (m)</i>	159	206
Didžiausias plotis (m) <i>Maximum width (m)</i>	148	169
Vidutinis plotis (m) <i>Mean width (m)</i>	105	116
Kranto linijos išsivystymas <i>Shoreline development ratio</i>	1,03 1.03	1,03 1.03
Didžiausias gylis (m) <i>Maximum depth (m)</i>	9,8 9.8	18,5 18.5
Vidutinis gylis (m) ** <i>Mean depth (m) **</i>	4,67 4.67	7,09 7.09
Vandens tūris (tūkst. m ³) ** <i>Volume (thousands m³) **</i>	77,8 77.8	169,7 169.7
Litoralės vidutinis plotis (m) *** <i>Mean width of littoral zone (m) ***</i>	6,3 6.3	8,0 8.0
Baseino plotas (ha) **** <i>Catchment area (ha) ****</i>	124	

Paiškinimai pateikti po pirma lentelę / *Notes are explained below Table 1.*

Matuojant gylius abiejų Tabaliukų ežerų vandens lygio altitudė buvo vieno-
da – 122,98 m virš jūros lygio (Lietuvos aukščių sistemoje LASo7). Nustatyta, kad
šie du ežerai įprastai jungiasi per tarpuežerio pelkės lagą (4 pav.; lagas taip pat
gerai matosi 2009 m. ortofotografiniame žemėlapyje), todėl jų vandens lygis daž-
nai būna vienodas, kinta sinchroniškai. Netgi sausesniais laikotarpiais, nukritus
vandens lygiui ir išdžiūvus tarpuežerio pelkės lagui, ežerų vandens lygis skiriasi

vos 2–4 cm. Pabrėžtina, kad šiek tiek aukštesnis vandens lygis fiksuotas tai viename, tai kitame Tabaliukų ežere. Tai rodo nuolatinį vandens judėjimą tarp ežerų.

Straipsnio autorių atlikti ežerų vandens lygio stebėjimai (nuo 2018 m. kovo iki 2020 m. gegužės mėnesio ežerų vandens lygis matuotas GNSS imtuvu 2 mėnesių intervalais) rodo, kad Tabaliukų ežerų vandens lygis svyruoja dar labiau nei Škilių ežeruose. Aukščiausias vandens lygis stebėjimų laikotarpiu siekė 123,23 m (2018-05-03), žemiausias – 122,56 m (2019-09-10), vidutinis – 122,81 m, svyravimų amplitudė – net 0,67 m. Didesnius vandens lygio svyravimus tikriausiai lemia kelis kartus mažesnis Tabaliukų ežerų baseinų plotas. Pažymėtina, kad išmatuotiems vandens lygiams ir jų kaitai reikšmingą įtaką taip pat turėjo meteorologinių sąlygų išskirtinumas: 2018 m. pavasaris dar buvo drėgnas ir ežeruose laikėsi aukštas vandens lygis, o nuo 2018 m. vasaros iki pat stebėjimų laikotarpio pabaigos vyravo sausi orai ir ežerų vandens lygis gerokai nukrito.

Tabaliukų ežerų kranto linijos ir plotai patikslinti pagal atliktų matavimų duomenis ir ortofotografinius žemėlapius. Kiek labiau pakoreguota Tabaliuko I ežero kranto linija, nes šio ežero šiauriniai pakraščiai, remiantis georeferencinio pagrindo kadastro (GRPK) duomenimis, priskiriami miškui.

Nustatyta, kad Tabaliukas II yra 1,4 karto didesnis už Tabaliuką I (santykis panašus kaip ir Škilių ežerų). Gauti plotai (Tabaliuko I ežero – 1,66 ha ir Tabaliuko II ežero – 2,39 ha) mažai skiriasi nuo GRPK nurodomų ežerų plotų (atitinkamai 1,59 ha ir 2,38 ha). Gauti kranto linijų ilgiai (Tabaliuko I ežero – 472 m ir Tabaliuko II ežero – 564 m) taip pat mažai skiriasi (pagal GRPK – 460 m ir 563 m).

Tabaliukų ežerų ištęstumas labai mažas, jie nedaug ištęsę glaciokarstinės dubės kryptimi (ŠV–PR). Tabaliuko I ežero išmatuotas didžiausias ilgis (159 m) tik šiek tiek didesnis už didžiausią ežero plotį (148 m), apskaičiuotas vidutinis ežero plotis – 105 m. Tabaliuko II ežero didžiausias ilgis (206 m) vos 1,2 karto didesnis už didžiausią ežero plotį (169 m). Apskaičiuotas vidutinis ežero plotis sudaro 116 m. Abiejų ežerų kranto linijos išsivystymo koeficientas itin mažas (1,03), tai rodo, kad ežerų forma labai artima apskritimui, o kranto linija nėra vingiuota. Taigi, Tabaliukų ežerams būdinga itin taisyklinga apskritimo forma.

Kaip ir Škilių, taip ir Tabaliukų ežerų gylis, povandeninis šlaitų statusas labai skiriasi. Didžiausias išmatuotas gylis Tabaliuko II ežere siekia 18,5 m, Tabaliuko I ežere – 9,8 m. Pagal 2019 m. atliktų matavimų pagrindu sudarytus skaitmeninius ežerų dugno modelius (DEM) apskaičiuoti vidutiniai ežerų gyliai: Tabaliuko II ežero – 7,09 m ir Tabaliuko I ežero – 4,67 m. Abu Tabaliukų ežerai patenka į 3–9 m vidutinio gylio intervalą, todėl priskirtini vidutinio gylio ežerams (Daubarienė ir Valiuškevičius, 2009). Pagal vidutinio ir didžiausio gylio santykį

(0,47 Tabaliuko I ežere ir 0,38 Tabaliuko II ežere) Tabaliuko I ežero dubens forma artima paraboloidui, o Tabaliuko II ežero – kūgiui (Kilkus, 1993).

Ežerų vandens tūris (77,8 tūkst. m³ Tabaliuko I ežero ir 169,7 tūkst. m³ Tabaliuko II ežero) taip pat apskaičiuotas pagal sudarytus skaitmeninius ežerų dugno modelius (DEM), panaudojus *ArcGIS Desktop (ArcMap) Advanced* kompiuterinės programos įrankį *Surface Volume*. Didelį ežerų tūrio skirtumą (2,2 karto) lemia tai, kad Tabaliuko II ežeras yra ir didesnis, ir gilesnis.

Ežerų litoralės plotas ir vidutinis plotis skaičiuotas iki 2 m gylio izobatos, kaip rekomenduojama metodinėje literatūroje (Kilkus, 2005). Abiejų ežerų litoralė labai siaura. Tabaliuko I ežero litoralė užima 0,29 ha, arba 17,5 proc. ežero akvatorijos, jos vidutinis plotis – vos 6,3 m. Tabaliuko II ežero litoralė tik šiek tiek platesnė, užima 0,43 ha, arba 18,0 proc. ežero akvatorijos, jos vidutinis plotis – 8,0 m.

Literatūroje nepavyko aptikti duomenų apie Tabaliukų ežerų baseino plotą. Straipsnio autoriai Tabaliukų ežerų baseino ribas ir plotą nustatė pagal detalų skaitmeninį reljefo modelį, sudarytą iš 2009 m. paviršiaus lazerinio skenavimo (Lidar) duomenų. Gautas bendras baseino plotas – 124 ha, įskaitant ežerus. Pažymėtina, kad 47,8 ha ploto Tabaliukų hidrografinis draustinis užima tik mažesnę baseino dalį. Kadangi abu ežerėliai įprastai susisiekiama per tarpuežerio pelkės lagą, o vyraujančios vandens cirkuliacijos krypties nepavyko nustatyti, todėl nėra galimybės ir tiksliai nustatyti vandenskyrą tarp ežerėlių, jų baseinus galima atskirti tik sąlyginai. Apytikslis Tabaliuko I ežero baseino plotas yra 30 ha, o Tabaliuko II ežero – 94 ha, įskaitant pačius ežerus. 3 kartus besiskiriančių baseinų plotą iš dalies galima sieti su dideliais ežerų ploto ir tūrio skirtumais.

IŠVADOS

1. 2019 m. atlikus gylių matavimus ir sudarius batimetrinius planus, taip pat patikslinus kranto linijas ir baseinų ribas, buvo nustatyti pagrindiniai Škilietų ir Tabaliukų ežerų morfometrinių rodikliai. Kaip ir galima tikėtis iš glaciokarstinių ežerų, nepaisant santykinai mažo ploto, jie yra gana gilūs. Škilietų ir Tabaliukų poras sudarantys ežerai, nors yra tos pačios glaciokarstinės (termokarstinės) kilmės, morfometriškai skiriasi. Kiekvienoje poroje vienas ežeras yra gerokai didesnis ir gilesnis, kitas – mažesnis ir seklesnis. Škilietų ežerai plotu ir tūriu kelis kartus didesni už Tabaliukų ežerus, nors didžiausias ir vidutinis gyliai panašūs. Kadangi ežerai nenuotakūs, abiejų ežerų porų ir atskirų jas sudarančių ežerų ploto ir tūrio skirtumus galima sieti su baseinų plotų skirtumais.

2. Tirtiems ežerams būdinga taisyklinga, į apskritimą panaši forma. Škilietų ežerai kiek labiau ištęsti, ovalūs (kranto linijos išsivystymas – 1,05–1,10), o Tabaliukų ežerai apskriti (kranto linijos išsivystymas – 1,03). Ežerų dubenys nesudėtingi, būdingi glaciokarstiniams (termokarstiniams) ežerams – ežerai turi siaurus atabradas ir ryškias galias dubes. Škilietų II ir Tabaliuko II ežerų dubens forma panaši į kūgį, o Škilietų I ir Tabaliuko I ežerų – į elipsinį paraboloidą.
3. Lyginant 2019 m. ir 1982 m. duomenis, Škilietų ežerų didžiausi gyliai nedaug skiriasi (I ežero – 10 cm, II ežero – 20 cm), tačiau ežerų ploto, kranto ilgio, vidutinio gylio ir vandens tūrio rodiklių reikšmės labai skiriasi. Šiuos skirtumus lėmė skirtingi matavimų, duomenų apdorojimo ir morfometrinių rodiklių skaičiavimo būdai.
4. Tabaliukų ežerai susisieja per tarpuežerio pelkės lagą, todėl jų vandens lygis ir svyravimai yra iš esmės identiški, o Škilietų I ežeras telkšo šiek tiek aukščiau nei Škilietų II ežeras – vidutinis skirtumas tarp šių dviejų ežerų vandens lygio yra ~20 cm. Stebėjimų laikotarpiu Škilietų ežerų vandens lygio svyravimų amplitudė siekė 41–48 cm, o Tabaliukų ežerų – net 67 cm. Didesnius Tabaliukų ežerų vandens lygio svyravimus lemia mažesnis jų baseino plotas. Pažymėtina, kad išmatuotiems ežerų vandens lygiams ir jų kaitai reikšmingą įtaką turėjo meteorologinių sąlygų išskirtinumas: 2018 m. pavasaris dar buvo drėgnas ir ežeruose laikėsi aukštas vandens lygis, o nuo 2018 m. vasaros iki pat stebėjimų laikotarpio pabaigos vyravo sausi orai ir ežerų vandens lygis gerokai nukrito.

LITERATŪRA

1. *Aukštadvario regioninio parko tvarkymo planas* (sprendinių projektas). (2016). Vilnius: VŠĮ Gamtos paveldo fondas. Prieiga internete: <http://gpf.lt/lt/darbai/rodyti/90>.
2. Daubarienė, J., Valiuškevičius, G. (2009). Lietuvoje naudojamos ežerų klasifikacijos: sistema ir pritaikymo galimybės. *Geografija*, 45 (2), 111–121.
3. *Europos Bendrijos svarbos natūralios buveinės* (išskirtos pagal tipus): el. žemėlapių paslauga (WMS). (2015). Vilnius: Gamtos tyrimų centro Botanikos institutas. [Žiūrėta 2020 m. balandžio 10 d.]. Prieiga internete: <https://www.geoportal.lt/geoportal/paieska>.
4. Guobytė, R. (2000). *Geomorfologinio žemėlapiu M 1:200 000 revizija*. Vilnius: Lietuvos geologijos tarnyba prie Aplinkos ministerijos.
5. Karmaza, B. (1999). *Aukštadvario regioninio parko ekogeologinis ir geomorfologinis ištyrimas*. Vilnius: Geologijos institutas.
6. Kilkus, K. (1986). *Lietuvos draustinių ežerai*. Vilnius: Mokslas.
7. Kilkus, K. (1993). *Bendroji hidrologija (ežerai ir vandens talpyklos)*. Vilnius: Arėjas.
8. Kilkus, K. (2005). *Ežerotyra: Vadovėlis*. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla.
9. Kilkus, K. (2013). *Ežerai: 119 Lietuvos ežerų*. Vilnius: Alma littera.

10. *Lietuvos nacionalinis atlasas*, I tomas. (2014). Vilnius: Nacionalinė žemės tarnyba prie Žemės ūkio ministerijos, Vilniaus universitetas.
11. *Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2016 m. spalio 26 d. nutarimas Nr. 1054 „Dėl Aukštadvario regioninio parko ir jo zonų bei buferinės apsaugos zonos ribų plano patvirtinimo“* (TAR, 2016-10-28, Nr. 25873). Prieiga internete: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalaAct/652c13809do11e69ad4c8713b612dof>.
12. *Upių, ežerų ir tvenkinių kadastras* (UETK) – Škilietų ir Tabaliukų ežerų duomenų išrašas (2020-04-10).
13. Valiuškevičius, G. (1999). Nenuotakių ledyninės kilmės ežerų vandens balanso ypatumai. *Geografijos metraštis*, 32, 132–140.
14. Valiuškevičius, G. (2012). *Hidrometrija*. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla.

MORPHOMETRY OF ŠKILIETAI AND TABALIUKAI LAKES

Marijus Pileckas, Tauras Alekna

Summary

Depth measurements of Škilietai and Tabaliukai Lakes (located in the Baltic Uplands, Aukštadvaris regional park, Lithuania) were taken in January and February of 2019. At the same time, the shorelines of the lakes were revised. Measurements were made from ice; measurement density varies from 34 to 46 spots per hectare. Depth measurement accuracy up to 0,05 m in Tabaliukai Lakes and Lake Škilietai I, up to 0,1 m in Lake Škilietai II. Accuracy of spot coordinates and water surface elevation measurement using GNSS receiver Topcon Hiper SR up to 1–2 cm. Later, detailed (0.50 x 5 m) digital lake bottom models (DEM) were developed, bathymetric plans of the lakes were created, the main morphometric features were calculated, the boundaries and area of the lake catchments were defined, and the physical-geographical characteristics of the lakes were described based on field observations and various data. Škilietai and Tabaliukai are small and closed groups of lakes (each group consists of 2 lakes) of glaciokarst origin. Despite small surface area (1.7–5.3 ha) the lakes are quite deep (9.8–18.5 m). Differences in the surface area and volume (77.8–436.3 thousand m³) of lakes are due to large differences in catchment areas. The shape of the lakes is remarkably regular, close to the circle. Tabaliukai Lakes usually are connected through bog lag and share the same water level, meanwhile, the water level in Škilietai Lakes differs on average by ~0.20 m. During the observation period (from spring of 2018 to May of 2020), the amplitude of water level fluctuations in Škilietai Lakes reached 0,41–0,48 m, and in Tabaliukai Lakes 0,67 m. The differences in the area and volume of the studied lakes are mainly due to the very different area of the lake catchments.

Keywords: Škilietai, Tabaliukai, glaciokarst, lakes, bathymetric chart, morphometry, Lithuania, Aukštadvaris Regional Park.