

# TAPELIŲ EŽERO MORFOMETRIJA IR BASEINO FIZINĖS GEOGRAFINĖS YPATYBĖS

*Marijus Pileckas, Gražina Žiliūtė*  
*Vytauto Didžiojo universitetas*

## SANTRAUKA

Straipsnyje pateikiamas autorių sudarytas Tapelių ežero, telkšančio Vilniaus miesto savivaldybės šiaurės rytinėje dalyje, batimetrinis planas, nagrinėjami nustatyti ežero morfometriniai rodikliai ir remiantis įvairiais šaltiniais apibūdinamos ežero baseino fizinės geografinės ypatybės.

**Reikšminiai žodžiai:** Tapelių kraštovaizdžio draustinis, Tapelių ežeras, batimetrinis planas, morfometrija, baseinas.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5200/GE.2020.4>

## ĮVADAS

Apibūdinant, tiriant ir naudojantis ežerų teikiamomis galimybėmis ypač svarbūs batimetriniai planai ir morfometriniai rodikliai. Iki šiol batimetriškai ištirta vos apie trečdalis Lietuvos upių, ežerų ir tvenkinių kadastrė esančių ežerų (Lietuvos ežerų..., 2002). Daugelis mažesnių Lietuvos ežerų yra batimetriškai netirti, tarp jų ir gamtosauginiu, rekreaciniu bei moksliniu požiūriais vertingas Tapelių ežeras. Tai ir paskatino atlikti šį tyrimą. Autoriai tikisi, kad straipsnyje pateikiami duomenys bus naudingi tyrėjams, gamtosaugininkams, Tapelių ežero lankytojams ir naudotojams.

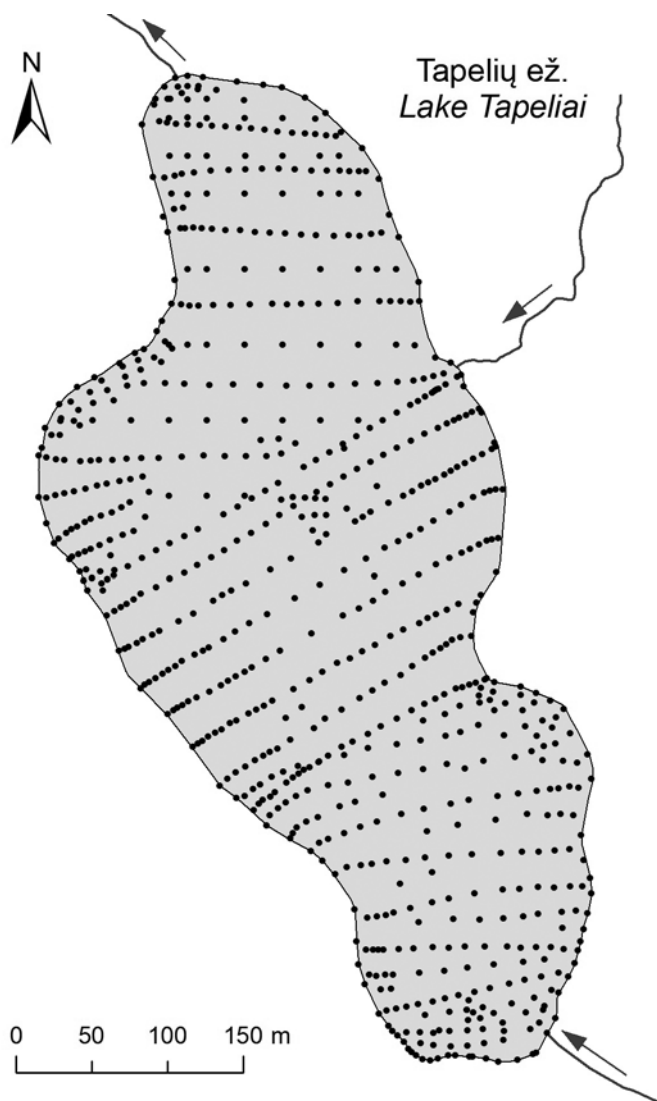
Tapelių ežeras telkšo dubaklonyje (rinoje), Vilniaus miesto savivaldybės šiaurės rytinėje dalyje, Tapelių kraštovaizdžio draustinyje, Antavilio (smulkus kairysis Neries intakas) aukštupyje. 1952 m. žiemą Lietuvos TSR mokslų akademijos Geologijos ir geografijos instituto ežerotyros grupė tyrė Antavilio baseino ežerus, tačiau Tapelių ežeras liko neišmatuotas, jis buvo tik paminėtas darbo ataskaitoje (Chomskis ir Basalykas, 1953). 1990–1991 m. geologai gręžiniais ištyrė Tapelių rinos vidinę sandarą – geologinis pjūvis ėjo visiškai šalia Tapelių ežero. Nustatyta, kad Tapelių rinos dugnas yra Žemaitijos morenoje; rina buvo įrėžta iki 44 m gylio (skaičiuojant nuo dabartinio paviršiaus) ir užpildyta smėlingomis nuogulomis (Satkūnas, 2000). Tapelių ežeras ir gretimi Juodžio bei Lydekinio ežerai

intensyviai tyrinėti 2000–2011 m. Tyrimus atliko A. Moisejenkova, A. Girgždys (VGTU), N. Tarasiukas, E. Koviazina (Fizikos institutas) ir kiti (Moisejenkova ir kt. 2010, 2011, 2012; Moisejenkova, 2012; Tarasiuk ir kt., 2009). Šie tyrėjai pagrindinį dėmesį skyrė radiocezio ( $^{137}\text{Cs}$ ) iškritų pasiskirstymui ir elgsenai, taip pat nustatė kai kuriuos ežerų hidrofizinius parametrus (pH, temperatūrą, deguonies koncentraciją, elektros laidumą), didžiausią ežerų gylį, dugno nuosėdų storį ir kt., sudarė apžvalgines ežerų schemas ir profilius, trumpai apibūdino ežerus ir jų dugno reljefą. Tapelių ežero nuosėdas 2017 m. taip pat tyrė Gamtos tyrimų centro bei Fizinių ir technologijos mokslų centro mokslininkų grupė (Barisevičiūtė ir kt., 2019). Šių tyrimų metu nebuvo sudarytas Tapelių ežero batimetrinis planas, todėl ir sudėtingesni morfometriniai rodikliai nebuvo skaičiuoti arba nustatyti netiksliai.

## TYRIMO METODIKA IR EIGA

2019 m. vasario mėnesį straipsnio autoriai padedant VDU Švietimo akademijos geografijos specialybės studentui Nerijui Žvinkliui išmatavo Tapelių ežero gylius ir patikslino kranto liniją. Vėliau buvo sukurtas detalus ( $1 \times 1$  m) skaitmeninis ežero dugno modelis (DEM), sudarytas ežero batimetrinis planas, suskaičiuoti pagrindiniai morfometriniai rodikliai, patikslintos ežero baseino ribos ir plotas, remiantis įvairiais duomenimis, išnagrinėtos ežero ir jo baseino fizinės geografinės ypatybės. Viso tyrimo metu vyko literatūros ir kartografinių šaltinių paieška, atranka ir analizė. Tapelių ežero gyliai matuoti nuo ledo, panaudojant GNSS imtuvą *Topcon Hiper SR* (tiksliai matavimo vietų koordinatėms ir ežero vandens lygiui nustatyti), ledo grąžtus ir matavimo juostą su specialiu svareliu. Iš viso Tapelių ežere buvo išmatuoti 767 gylio taškai, iš jų 120 – ties pakrante, kartu patikslinta ir ežero kranto linija (1 pav.). Orientacinis atstumas tarp profilių – apie 25 m, profiliuose gyliai matuoti vidutiniškai 10 m atstumais (pakrantėje tankiau, ežero viduryje – šiek tiek rečiau). Tapelių ežero dugnas nėra labai dumblytas, gana aiškiai apčiuopiamas matavimo juosta su svareliu. Gylių matavimų tikslumas arčiau kranto buvo iki 0,02 m, vidurinėje dalyje – iki 0,05 m. Matavimo vietų geografinių koordinatžių ir vandens lygio altitudžių nustatymo GNSS imtuvu tikslumas – 1–2 cm. Matavimo vietų tankumas buvo gana didelis (58 tšk./ha), tai leidžia tikėtis, kad sudarytas batimetrinis planas ir suskaičiuoti morfometriniai rodikliai yra tikslūs.

Taip pat nuo 2018 m. birželio iki 2020 m. gegužės mėnesio kas du mėnesius GNSS imtuvu buvo matuotas ežero vandens lygis, apžiūrėtos ežero pakrantės,



1 pav. Išmatuoti taškai Tapelių ežere / Measured spots in Lake Tapeliai

atlikti kiti reikalingi matavimai (išmatuotos upelių pralaidos, žemėlapiuose nepažymėto išdžiūstančio upelio vaga).

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 (detaliausius įvairių laikotarpių topografinius žemėlapius, fotoplanus, įvairius teminius žemėlapius,

erdvinių duomenų rinkinius), ja sudarytos straipsnyje pateikiamos iliustracijos. Skaičiuojant morfometrinius rodiklius remtasi metodinėje literatūroje (Kilkus, 2005) pateiktais rodiklių aprašymais, tačiau kur įmanoma panaudotos *ArcMap* kompiuterinės programos galimybės, leidžiančios daugelį rodiklių suskaičiuoti greičiau ir tiksliau nei tradiciniais būdais.

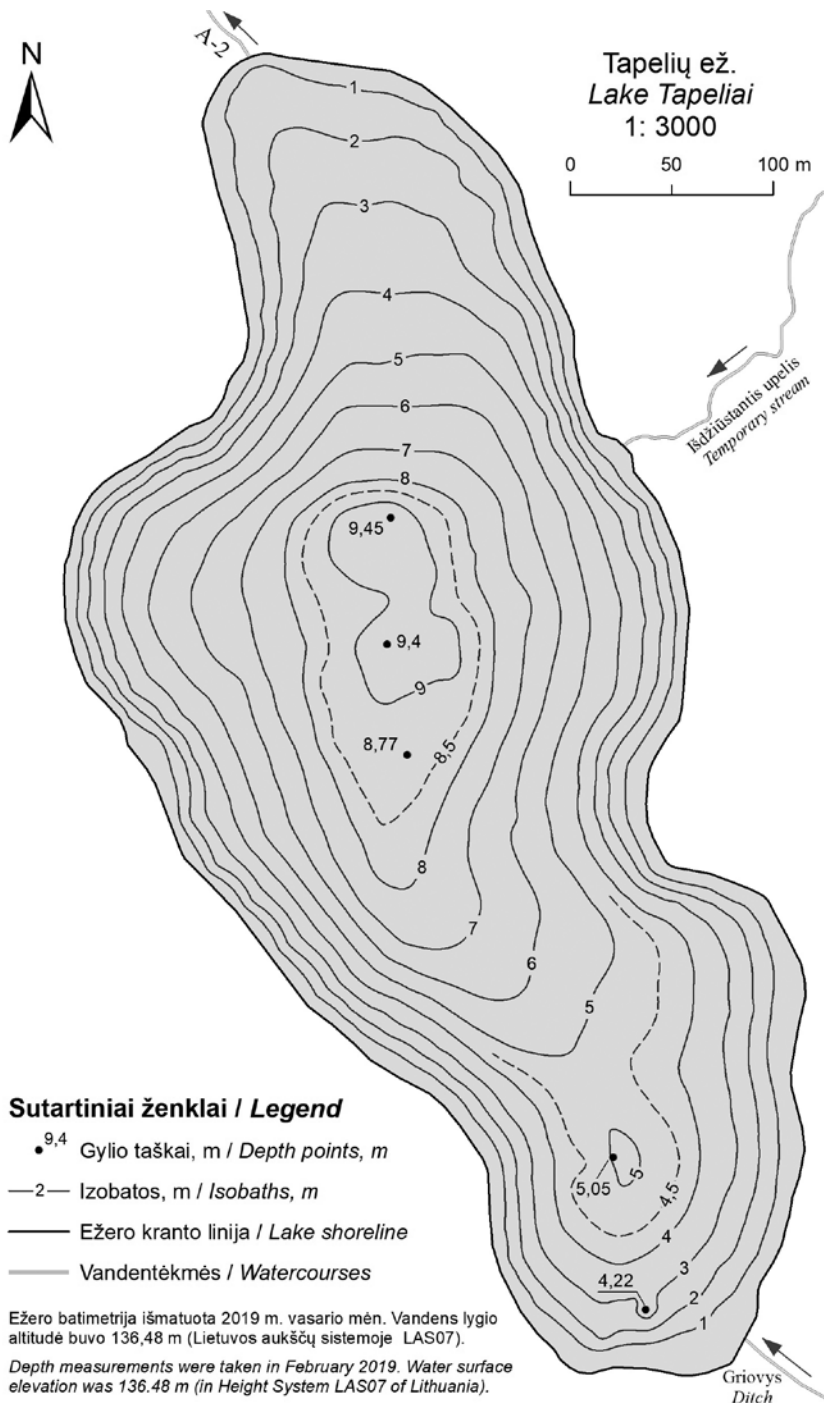
## TAPELIŲ EŽERO BATIMETRIJA IR MORFOMETRINIAI RODIKLIAI

Pagal matavimų rezultatus sudarytas Tapelių ežero batimetrinis planas (2 pav.) iš esmės patvirtina kitų tyrėjų (Moisejenkova ir kt., 2011) pateikiamą ežero dugno reljefo apibūdinimą. Ežero dubenyje išsiskiria giliausia centrinė dalis (gylis – 7–9,4 m), pietinė lėkšta dugninė terasa (gylis – 4–5 m), šiaurinė tolygiai nuolaidi dugninė terasa (gylis – 1,5–6 m) ir nedidelė vakarinė dugninė terasa (gylis – 5–6,5 m). Didžiausias išmatuotas ežero gylis – 9,45 m. Ežero atabradai palyginti siauri, ties krantais dugnas greitai gilėja (išskyrus lėkštesnes pietrytinę ir šiaurinę pakrantes). Matavimų metu pietinėje ežero dalyje aptikta neaiškios kilmės nedidelė duobė (LKS-94 koordinatės 593179, 6071566). Išmatuotas duobės gylis – 4,22 m, santykinis gylis – apie 2 m.

Pagrindiniai 2019 m. išmatuoti ir suskaičiuoti Tapelių ežero morfometriniai rodikliai pateikiami 1 lentelėje.

1 lentelė. 2019 m. nustatyti Tapelių ežero morfometriniai rodikliai / *Morphometric features of Lake Tapeliai measured and calculated in 2019*

Morfometriniai rodikliai <i>Morphometric features</i>	Reikšmė <i>Value</i>	Pastabos <i>Notes</i>
Centrinio taško koordinatės <i>Coordinates of mean center</i>	593084, 6071860 (LKS) 54.774378, 25.4468 (WGS)	
Altitudė (ežero vandens paviršiaus aukštis virš jūros lygio LAS07 sistemoje, m v.j.l.) <i>Water surface elevation (m a.s.l.) in Height System LAS07 of Lithuania</i>	136,48 136.48	2019 m. vasario mėnesį (ežero gylių matavimo metu) <i>In February 2019 (during lake depth measurements)</i>
Plotas (ha) <i>Surface area (ha)</i>	13,14 13.14	
Kranto linijos ilgis (m) <i>Shoreline length (m)</i>	1689	
Didžiausias ilgis (m) <i>Maximum length (m)</i>	687	
Didžiausias plotis (m) <i>Maximum width (m)</i>	295	



2 pav. Tapelių ežero batimetrinis planas / Bathymetric chart of Lake Tapeliai

Morfometriniai rodikliai <i>Morphometric features</i>	Reikšmė <i>Value</i>	Pastabos <i>Notes</i>
Vidutinis plotis (m) <i>Mean width (m)</i>	191	
Kranto linijos išsivystymas (Nagelio koef.) <i>Shoreline development ratio</i>	1,31 <i>1.31</i>	
Didžiausias gylis (m) <i>Maximum depth (m)</i>	9,45 <i>9.45</i>	
Vidutinis gylis (m) <i>Mean depth (m)</i>	4,36 <i>4.36</i>	Suskaičiuota iš skaitmeninio ežero dugno modelio (DEM) <i>Calculated from bathymetric digital elevation model (DEM) of the lake</i>
Vandens tūris (tūkst. m <sup>3</sup> ) <i>Volume (thousands m<sup>3</sup>)</i>	573,8 <i>573.8</i>	
Litoralės vidutinis plotis (m) <i>Mean width of littoral zone (m)</i>	17,4 <i>17.4</i>	Skaiciuota iki 2 m gylio izobatos <i>Up to 2 m isobath</i>
Baseino plotas (ha) <i>Catchment area (ha)</i>	293	Įskaitant ežerą <i>Including the lake</i>

Matavimų metu (2019 m. vasario mėnesį) Tapelių ežero vandens lygio altitudė buvo 136,48 m virš jūros lygio. Šio ežero vandens lygis nėra stebimas (hidrologinės stoties nėra). Upių, ežerų ir tvenkinių kadastrė (UETK) nurodoma 136,56 m ežero altitudė, paimta iš 2009 m. paviršiaus lazerinio skenavimo (Lidar) duomenų.

Straipsnio autorių atlikti ežero vandens lygio stebėjimai (nuo 2018 m. birželio iki 2020 m. gegužės mėnesio ežero vandens lygis matuotas GNSS imtuvu 2 mėnesių intervalais) rodo, kad Tapelių ežero vandens lygis nedaug svyruoja. Aukščiausias vandens lygis stebėjimų laikotarpiu siekė 136,55 m (2018-06-06), žemiausias – 136,34 m (2019-07-12), vidutinis – 136,44 m.

Iš senesnių kartografinių šaltinių spręsti apie ežero vandens lygio kaitą sudėtinga. Sovietiniuose 1:10 000 ir 1:25 000 mastelio topografiniuose žemėlapiuose (1950–1984 m.) ežero altitudė nurodyta 136,5 m, ši altitudė pakartota ir 2001 m. lietuviškame 1:10 000 mastelio topografiniame žemėlapyje. Tikėtina, kad, vieną kartą (1950 m.) išmatavus ežero vandens lygį, vėliau jis tiesiog nebuvo tikslinamas. Ir tik 1989 m. Vilniaus miesto 1:10 000 mastelio topografiniame žemėlapyje pateikta kitokia altitudė – 136,1 m. Pažymėtina, kad šios vandens lygio altitudės pateikiamos Baltijos aukščių sistemoje; norint pervesti į Lietuvos aukščių sistemą (LAS07) reiktų pridėti 14 cm.

Tarpukario lenkiškuose 1:10 000 ir 1:25 000 mastelio topografiniuose žemėlapiuose nurodomos 137,4 m (1925 m.) ir 137 m (1931 ir 1933 m.) ežero altitudės yra abejotino tikslumo. Tikėtina, kad jos galėjo būti tiesiog perskaičiuotos iš carinių topografinių žemėlapių, kuriuose Tapelių ežero altitudė nurodyta 64,4 sieksnio, kas atitinka 137,4 m (1 sieksnis = 2,1336 m).

Tapelių ežero kranto linija ir plotas patikslinti pagal atliktų matavimų duomenis. Gautas plotas (13,14 ha) mažai skiriasi nuo georeferencinio pagrindo kadastru (GRPK) ar upių, ežerų ir tvenkinių kadastru (UETK) nurodomo ežero ploto (13,4 ha). Gautas kranto linijos ilgis (1689 m) taip pat skiriasi minimaliai (pagal GRPK – 1686 m, pagal UETK – 1,7 km). Senesnių topografinių žemėlapių ir fotoplanų analizė leidžia teigti, kad nuo XIX a. pabaigos Tapelių ežero kranto linija ir plotas iš esmės nesikeitė, išliko stabilūs.

Tapelių ežeras yra ištįsęs Š–P kryptimi, išmatuotas didžiausias jo ilgis (687 m) 2,3 karto didesnis už didžiausią ežero plotį (295 m), vidutinis ežero plotis – 191 m.

Nedidelis kranto linijos išsivystymo koeficientas (1,31) rodo, kad ežeras nėra labai ištįsęs, vingiuotas ar išsišakojęs. Atsižvelgiant į ežero ištįstumą, kranto linijos išsivystymą ir konfiguraciją žemėlapyje, galima teigti, kad Tapelių ežeras yra netaisyklingos ovalios formos su nedaug vingiuota kranto linija.

Didžiausias išmatuotas ežero gylis (9,45 m) labai panašus į kitų tyrėjų pateikiamą didžiausią gylį – 9,5 m (Moisejenkova ir kt., 2011). Tiesa, atliekant ankstesnius matavimus, nebuvo nustatoma vandens lygio altitudė. Pagal 2019 m. atliktų matavimų pagrindū sudarytą skaitmeninį ežero dugno modelį (DEM) apskaičiuotas vidutinis ežero gylis sudaro 4,36 m, o ankstesniuose šaltiniuose nurodomas ~3,3 m vidutinis gylis (Moisejenkova ir kt., 2012). Pagal šį rodiklį Tapelių ežeras priskirtinas vidutinio gylio ežerams (Daubarienė ir Valiuškevičius, 2009). Pagal vidutinio ir didžiausio gylio santykį (0,46) ežero dubens forma panaši į elipsinį paraboloidą (Kilkus, 1993). Ežero vandens tūris (573,8 tūkst. m<sup>3</sup>) taip pat skaičiuotas pagal sudarytą skaitmeninį ežero dugno modelį (DEM), panaudojus *ArcGIS Desktop (ArcMap) Advanced* kompiuterinės programos įrankį *Surface Volume*. Be abejo, gautas tūris atitinka matavimų metu buvusį ežero vandens lygį – kintant vandens lygiui ežero vandens tūris taip pat keičiasi.

Ežero litoralės plotas ir vidutinis plotis buvo skaičiuojamas iki 2 m gylio izobatos, kaip rekomenduojama metodinėje literatūroje (Kilkus, 2005). Gautas litoralės plotas buvo 2,8 ha, arba 21,3 proc. ežero akvatorijos, o vidutinis plotis – 17,4 m.

Eutrofinio Tapelių ežero pakrantės, išskyrus paplūdimius, apaugusios viršvandenine augalija. Pagal 2005 ir 2013 m. ortofotografinius žemėlapius (juose geriausiai matosi ežero pakrančių užaugimas) nustatyti viršvandenine augalija apaugantys litoralės plotai užima 2,5 ha, arba 18,7 proc. ežero akvatorijos. Viršvandeninės augalijos juostų plotis kinta – tai priklauso nuo dugno nuolydžio: seklausioje lėkštadugnėje šiaurinėje pakrantėje jis siekia iki 45 m, pietrytinėje pakrantėje – iki 25–35 m, kitur – iki 10–15 m. Mažiausiai apaugusi vakarinė ežero pakrantė.

Šaltiniuose pateikiami prieštaringi Tapelių ežero baseino ploto duomenys – nuo 0,7 km<sup>2</sup> (Grīžienė ir kt., 1993) iki 4,7 km<sup>2</sup> (UETK). Straipsnio autoriai Tapelių ežero baseino ribas ir plotą patikslino pagal detalų skaitmeninį reljefo modelį, sudarytą pagal 2009 m. paviršiaus lazerinio skenavimo (Lidar) duomenis. Gautas 293 ha (2,93 km<sup>2</sup>) baseino plotas, įskaitant patį ežerą (3 pav.).

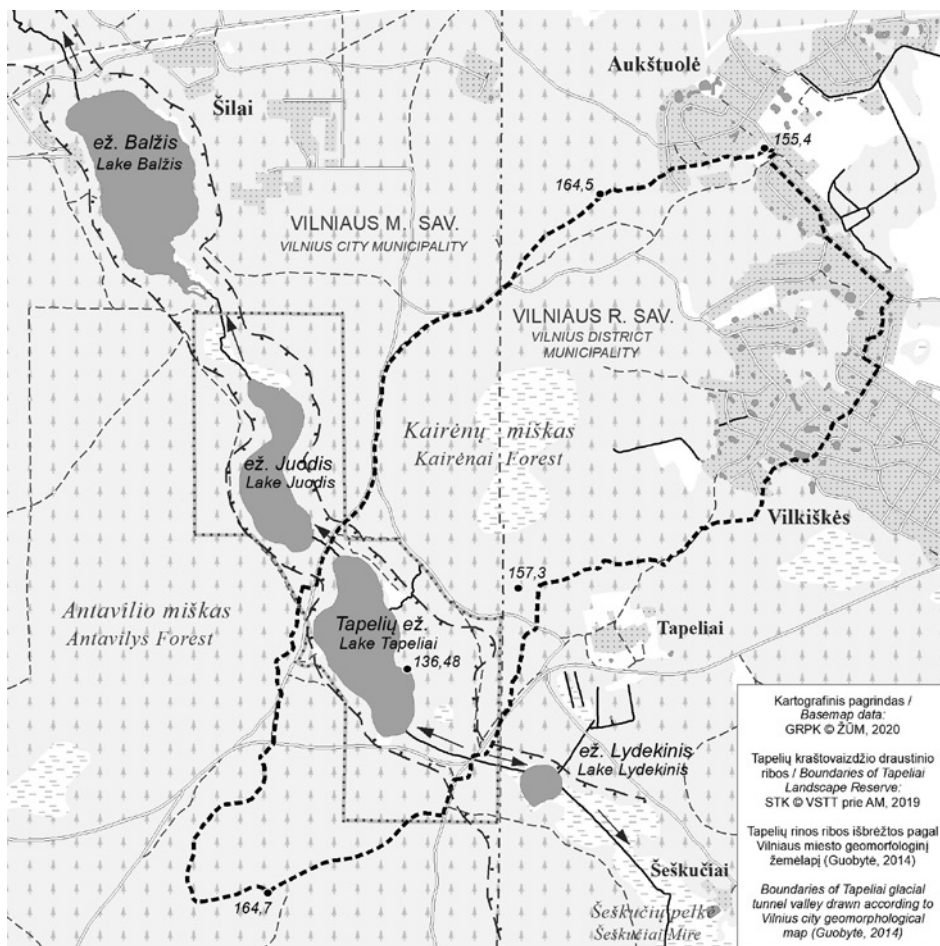
## TAPELIŲ EŽERO BASEINO FIZINĖS GEOGRAFINĖS YPATYBĖS

Tapelių ežeras telkšo gana stambioje glaciokarstinėje (termokarstinėje) dubėje, kuri yra Tapelių rinos sudėtinė dalis (Guobytė, 2014). Glaciokarstinė kilmė lemia ir ežero dubens formą. Ties ežeru Tapelių rina yra 200–500 m pločio, jos šlaitai neaukšti, 4–5 m santykinio aukščio.

Tapelių rina driekiasi Vilijos moreninėje-limnoglacialinėje lygumoje (Lietuvos nacionalinis..., 2014). Tapelių ežero baseino reljefas įvairus. Remiantis naujaisiu Vilniaus miesto geomorfologiniu žemėlapiu (Guobytė, 2014) ir skaitmeniniu reljefo modeliu, į pietvakarius, rytus ir šiaurės rytus nuo ežero iki 142–143 m absoliutinio aukščio driekiasi smėlingi limnoglacialiniai duburiai (rytuose ir šiaurės rytuose iš dalies užpelkėję). Aukščiau (iki 145–147 m absoliutinio aukščio) plyti smėlingos zandrinės lygumos ir eoliniai dariniai (neaukštos kopos, kaurburiai, supustytos pakilumos). Virš jų iškyla stambios moreninės kalvos, kurios formavosi dar priešpaskutinio (Medininkų) ledynmečio metu ir yra stipriai paveiktos periglacialinių procesų. Šių kalvų keteros – aukščiausios baseino vietos, šiaurėje siekiančios 164,5 m, o pietiniame pakraštyje – 164,7 m absoliutinio aukščio (3 pav.). Taigi, reljefo aukščių skirtumas Tapelių ežero baseine siekia 28 m.

Vilniaus meteorologijos stoties (Trakų Vokėje) duomenimis, vidutinis metinis kritulių kiekis Vilniuje 1981–2010 m. buvo artimas šalies vidurkiui ir sudarė 686 mm, 66 proc. kritulių teko šiltajam laikotarpiui (Kilpys, 2013). Ši meteorologijos stotis nutolusi nuo Tapelių ežero 27 km pietvakarių kryptimi, todėl Tapelių ežero baseine kritulių kiekis gali šiek tiek skirtis, vis dėlto tikslesnių duomenų šiuo metu neturime. Kitos Vilniuje esančios meteorologijos stotys yra specifinės, skirtos Vilniaus oro uosto orų stebėjimams ir miesto klimato tyrimams, todėl jų duomenys Tapelių ežero baseinui tirti mažiau tinkami. Nuotėkio koeficientas Tapelių ežero baseine yra 0,45 (Jablonskis ir Janukėnienė, 1978). Atsižvelgiant į vidutinį metinį kritulių kiekį, nuotėkio koeficientą, ežero tūrį ir baseino plotą, apskaičiuotas Tapelių ežero pratakumas sudaro 157 proc. per metus, vandens apykaitos (atsinaujinimo) ežere laikas – 0,63 metų.





Kartografinis pagrindas /  
Basemap data:  
GRPK © ŽŪM, 2020

Tapelių kraštovaizdžio draustinio  
ribos / Boundaries of Tapeliai  
Landscape Reserve:  
STK © VSTT prie AM, 2019

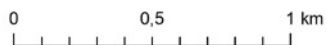
Tapelių rinos ribos išbrėžtos pagal  
Vilniaus miesto geomorfologinį  
žemėlapij (Guobyte, 2014)

Boundaries of Tapeliai glacial  
tunnel valley drawn according to  
Vilnius city geomorphological  
map (Guobyte, 2014)

**Sutartiniai ženklai / Legend**

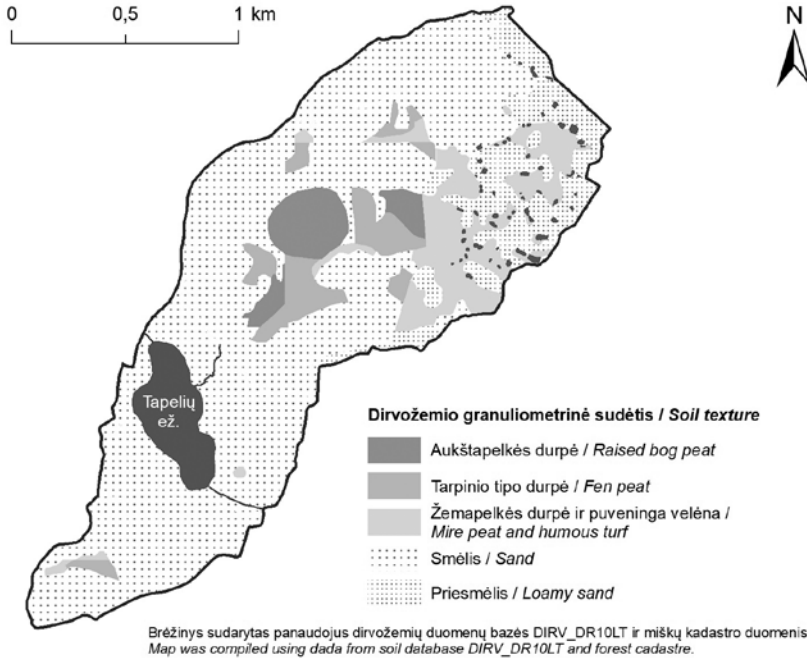
**Ribos / Boundaries**

- Tapelių ež baseinas / Lake Tapeliai catchment
- Tapelių rina / Tapeliai glacial tunnel valley
- Tapelių kraštovaizdžio draustinio / Tapeliai Landscape Reserve
- Savivaldybių ribos / Municipal borders



- 164,5 Aukštis, m / Elevation, m
- Keliai ir gatvės / Roads and streets
- Gruntkeliai / Dirt roads
- Vandentėkmės / Watercourses
- Vandens telkiniai / Lakes and ponds
- Užstatytos teritorijos / Built-up areas
- Pelkės / Peatlands
- Miškai / Forest

3 pav. Tapelių ežero situacija ir baseino ribos / Situation and catchment of Lake Tapeliai



4 pav. Dirvožemio granulimetrinė sudėtis Tapelių ežero baseine / Soil texture in Lake Tapeliai catchment

Dirvožemio granulimetrinė sudėtis (4 pav.) nagrinėta remiantis dirvožemio duomenų bazės Dirv\_DR10LT (šiaurės rytinėje baseino dalyje) ir miškų kadastro (likusioje teritorijoje) duomenimis, kurie yra prieinami Lietuvos erdvinės informacijos portale (geoportal.lt). Didžiąją dalį baseino ploto dengia smėliai (62 proc.), ant kurių auga šilai. Priesmėliai (11,6 proc.) dažnesni šiaurės rytinėje baseino dalyje, kurioje susitelkusios žemės ūkio naudmenos ir gyvenamosios teritorijos. Penktadalį baseino ploto dengia durpės: žemapelkės durpė ir puveninga velėna (10 proc.), tarpinio tipo durpė (5,9 proc.) ir aukštapelkės durpė (4,6 proc.). Ant jų auga įvairūs pelkiniai miškai.

Dėl vyraujančių smėlingų nuogulų teritorijoje formuojasi retas hidrografinis tinklas. Kita vertus, baseine vyraujančios smėlingos nuogulos yra svarbus hidrologinis veiksnys, lemiantis gausų požeminį ežero maitinimą. Tai liudija kitų tyrėjų pateikiami duomenys – ankstesnių tyrimų metu Tapelių ežere aptikta nemažai dugninių šaltinių, išsidėsčiusių trijose skirtingose zonose (Moisejenkova ir kt., 2012; Tarasiuk ir kt., 2009). Dar vienas dugninis šaltinis aptiktas matuojant gylius centrinės ežero dubės rytiniame pakraštyje, apie 7,7 m gylyje. Gausus požeminis maitinimas lemia ežero hidrologinį režimą, mažina ežero vandens lygio svyravimus.

Tapeliai yra pirmasis (aukščiausias pagal tėkmę) ežeras Antavilio baseino ežerų grandinėje. Tai nuotakus ežeras – iš jo išteka Antavilio (smulkus kairysis Neries intakas) aukštupys, UETK įvardijamas kaip A-2. Iš Tapelių ežero ištekančias upelis yra nedidelis, tačiau neišdžiūstantis. Vos už 120 m jis įteka į šiek tiek žemiau telkšantį Juodžio ežerą. Pakeliui upelis prateka pro kelio pylime įrengtą pralaidą (1,5 m vidinio skersmens ir 10,2 m ilgio gelžbetoninį vamzdį), kurios apatinė briauna iš Tapelių ežero pusės yra 136,20 m absoliutiniame aukštyje. Upelio atkarpa nuo ežero iki pralaidos yra 54 m ilgio. Pabrėžtina, kad upelio vagoje prieš pralaidą ir už jos yra iš šakų suformuotų nedidelių patvankų, kurios palaiko aukštesnį vandens lygį Tapelių ežere bei šiek tiek reguliuoja nuotėkį. Tikėtina, kad jas sunėša bebrai. Nuotėkio norma Tapelių ežero baseine yra  $\sim 9 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$  (Lietuvos nacionalinis..., 2014). Ankstesnėse publikacijose (Moisejenkova ir kt., 2012) nurodoma, kad iš Tapelių ežero ištekančio upelio debitas sezoniškai kinta nuo 7 iki 80 l/s.

XIX–XX a. Tapelių ežero baseino ribos ir plotas kito. Šią kaitą atskleidžia detalūs 1:10 000–1:25 000 mastelio topografiniai žemėlapiai. XIX a. tarp Lydekinio ir Tapelių ežerų buvo iškastas kanalas (pirmą kartą pažymėtas 1896 m. cariniame 1:21 000 mastelio topografiniame žemėlapyje), kuriuo vandens perteklius iš Lydekinio ežero ir aplinkinių grioviais apsausintų teritorijų nutekėdavo į Tapelių ežerą. Dėl to labai padidėjo Tapelių ežero baseino plotas, turėjo padidėti ir medžiagų prietaka bei nuotėkis. Tapeliai kuriam laikui tapo pratakium ežeru. Kanalas buvo užblokuotas XX a. aštuntajame dešimtmetyje (Tarasiuk ir kt., 2009). Nuo to laiko buvusį kanalą kertančio kelio pylime nėra pralaidos ir vanduo iš Lydekinio ežero į Tapelius nebegali nutekėti. Tapelių ežero baseino plotas vėl tapo iš esmės toks pats kaip iki kanalo iškasimo.

Šiuo metu Tapelių ežeras neturi nuolatinių paviršinių intakų. Tapelių ežero baseine likusi buvusio kanalo atkarpa yra 258 m ilgio. Šis griovys prisipildo vandens tik esant drėgmės pertekliui, sausesniais laikotarpiais išdžiūsta. Drėgnais laikotarpiais (pavasarij arba ilgai lyjant) vandens perteklius iš į šiaurės rytus nuo Tapelių telkšančios pelkės nuteka į ežerą per kelio pralaidą 250 m ilgio upeliu. Šis upelis taip pat išdžiūsta. Jo vaga nėra pažymėta nei topografiniuose žemėlapiuose (išskyrus 1931–1933 m. lenkiškus topografinius žemėlapius), nei georeferencinio pagrindo kadastre (GRPK). Straipsnio autoriai ją išmatavo ir nubraižė lauko tyrimų metu.

Tapelių ežero baseino ežeringumas sudaro 4,5 proc. Tapeliai – vienintelis ežeras baseine. Pažymėtina, kad šiaurės rytinėje baseino dalyje, Aukštuolės ir Vilkiškių kaimuose, iškasta daug kūdrų – jų baseino ribose priskaičiuojama bent 57. Bendras šių kūdrų plotas – 1,9 ha.

Remiantis Lietuvos erdvinės informacijos portale (geoportal.lt) pateikiamais georeferencinio pagrindo kadastro (GRPK) 2020 m. duomenimis, Tapelių ežero baseino žemėnaudos struktūroje vyrauja miškai, užimantys 216,4 ha plotą (73,9 proc.). Į rytus nuo ežero driekiasi Kairėnų miškas, į vakarus – Antavilio miškas. Užstatytos teritorijos (Aukštuolės ir Vilkiškių kaimų dalys) sudaro 11,3 proc., vandenys – 5,3 proc., pelkės – 5,1 proc., keliai ir gatvės – 2,8 proc., pievos ir ganyklos – 1,5 proc., Tapelių ežero paplūdimiai – 0,1 proc.

Detalesni duomenys apie miškus pateikiami miškų kadastre. 2017 m. duomenimis, Tapelių ežero baseine miškai užėmė 232,4 ha (79,4 proc. baseino ploto). Miškų ploto skirtumas, lyginant su GRPK, susidaro dėl to, kad GRPK išskirtos pelkės didžiąja dalimi yra apaugusios mišku ir miškų kadastre pateikiamos kaip miškas. Pagal rūšinę sudėtį vyrauja pušynai (82,3 proc.), augantys nederlingose augavietėse – sausuose ar lengvai užmirkusiuose smėlynuose, taip pat aukšta-pelkėse ir tarpinėse pelkėse. Mažiau paplitę eglynai (7,2 proc.), užimantys derlingesnes ir drėgnesnes augavietes. Žemiausiose vietose – vandens telkinių pakrantėse, žemapelkėse ir kitose nuolat užmirkusiose augavietėse – auga beržynai (6,9 proc.) ir juodalksnynai (1,3 proc.).

Visi miškai vakarinėje baseino dalyje (Vilniaus miesto savivaldybės teritorijoje) yra valstybiniai. O rytinėje baseino dalyje (Vilniaus rajono savivaldybės teritorijoje) plyti privatūs miškai. Iš viso Tapelių ežero baseine yra 113,4 ha valstybinės reikšmės miškų, tai sudaro beveik pusę (48,8 proc.) bendro miškų ploto.

Kraštovaizdžio požiūriu baseino teritorija nevienalytė. Pietvakarinė baseino dalis patenka į Antavilių miškingą, silpnai urbanizuotą, mažai sausintą, smėlingą rininių ežerų upėtos lygumos kraštovaizdžio apylinkę, vidurinė baseino dalis – į Vyteniškių miškingą, banguotą, smėlingą ir durpingą, retai upėtą, pelkėtą kraštovaizdžio apylinkę (Lietuvos nacionalinis..., 2014). Šiaurės rytinėje baseino dalyje driekiasi agrarinis, iš dalies urbanizuotas smėlingos, banguotos lygumos vieto-vaizdis (Nacionalinis kraštovaizdžio..., 2015).

Siekdama išsaugoti Neries senslėnio lygumoje išsiskiriančios ežeringos Antavilių rinos dalį Vilniaus miesto taryba 1996 m. įsteigė Tapelių kraštovaizdžio draustinį, į kurį patenka Tapelių ir Juodžio ežerai. Dabartinis draustinio plotas – 107,3 ha (Tapelių kraštovaizdžio..., 2017). Draustinį prižiūri Pavilnių ir Verkių regioninių parkų direkcija.

Tapelių ežeras yra valstybinis, išnuomotas privačiam asmeniui, kuris ežerą įžuvina ir naudoja kaip žvejybos plotą. Ežeras mėgstamas poilsiautojų. Vilniaus miesto savivaldybė 2018 m. Tapelių ežero vakarinėje ir pietinėje pakrantėse įren-gė ir prižiūri du paplūdimius. Maudyklų vandens kokybė yra periodiškai stebima.

## IŠVADOS

1. Tapeliai yra nuotakus glaciokarstinės kilmės, vidutinio gylio, Š–P kryptimi ištįsęs netaisyklingos ovalios formos ežeras su nedaug vingiuota kranto linija. 2019 m. buvo nustatyti Tapelių ežero morfometriniai rodikliai: vandens lygio altitudė – 136,48 m, plotas – 13,14 ha, kranto linijos ilgis – 1689 m, didžiausias ilgis – 687 m, didžiausias plotis – 295 m, vidutinis plotis – 191 m, kranto linijos išsivystymo koeficientas (Nagelio koeficientas) – 1,31, didžiausias gylis – 9,45 m, vidutinis gylis – 4,36 m, vandens tūris – 573,8 tūkst. m<sup>3</sup>, litoralės vidutinis plotis – 17,4 m. Ežeras eutrofinis, viršvandeninė augalija dengia 18,7 proc. akvatorijos. Ežero pratakumas – 157 proc. per metus, vandens apykaitos (atsinaujinimo) ežere laikas – 0,63 metų.
2. Tapelių ežero baseinas užima 293 ha (2,93 km<sup>2</sup>), baseino ežeringumas yra 4,5 proc. Baseinas plyti Vilijos moreninėje-limnoglacialinėje lygumoje, jo reljefas gana įvairus: jį sudaro Tapelių rinos atkarpa, limnoglacialiniai duburiai, zandrinės lygumos, eoliniai dariniai ir moreninės kalvos. Vidutinis metinis kritulių kiekis – ~686 mm, nuotėkio koeficientas – 0,45. Vyrauja smėlingos nuogulos, miškai dengia net 79,4 proc. baseino ploto. Pagal rūšinę sudėtį miškuose vyrauja pušynai (82,3 proc.). Užstatytos teritorijos užima 11,3 proc. baseino ploto.
3. Baseine vyraujančios smėlingos nuogulos lemia gausų požeminį maitinimą, kurį atspindi ežero dugne aptinkami šaltiniai. Gausi požeminė mityba taip pat mažina ežero vandens lygio svyravimus, kurių amplitudė nuo 2018 m. birželio iki 2020 m. gegužės mėnesio siekė vos 21 cm.

## LITERATŪRA

1. Barisavičiūtė, R., Maceika, E., Ežerinskis, Ž., Mažeika, J., Butkus, L. ir kt. (2019). Tracing carbon isotope variations in lake sediments caused by environmental factors during the past century: A case study of Lake Tapeliai, Lithuania. *Radiocarbon*, 61 (4), 885–903.
2. Chomskis, V., Basalykas, A. (1953). *1952 m. ežerotyros grupės darbo ataskaita*. Vilnius: LTSR MA Geologijos ir geografijos institutas.
3. Daubarienė, J., Valiuškevičius, G. (2009). Lietuvoje naudojamos ežerų klasifikacijos sistema ir pritaikymo galimybės. *Geografija*, 45 (2), 111–121.
4. Grižienė, G., Jablonskis, J., Januševičius, S., Jurgelevičienė, I., Jurgelėnaitė, A., Juškie-nė, A., Kriaučiūnas, R. (1993). Neris hidrografija. *Energetika*, 1, 20–41.
5. Guobytė, R. (2014). *Vilniaus miesto geologija ir geomorfologija*. Vilnius: Lietuvos geologijos tarnyba.

6. Jablonskis, J., Janukėnienė, R. (1978). *Lietuvos upių nuotėkio kaita*. Vilnius: Mokslas.
7. Kilkus, K. (1993). *Bendroji hidrologija* (ežerai ir vandens talpyklos). Vilnius: Arėjas.
8. Kilkus, K. (2005). *Ežerotyra: Vadovėlis aukštosioms mokykloms*. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla.
9. Kilpys, J. (2013). *Klimato kaitos prognozės Vilniaus miestui XX a., remiantis A1B scenarijumi*. Vilnius: Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba prie Aplinkos ministerijos.
10. *Lietuvos ežerų klasifikacija pagal jų gamtines savybes*. (2002). Vilnius: Geologijos ir geografijos instituto hidrologijos sektorius.
11. *Lietuvos nacionalinis atlasas*, I tomas. (2014). Vilnius: Nacionalinė žemės tarnyba prie Žemės ūkio ministerijos, Vilniaus universitetas.
12. Moisejenkova, A., Tarasiuk, N., Girgždys, A. (2010). Tapelių ežero paviršinių dugno nuosėdų temperatūrinio režimo ypatumai. *Aplinkos apsaugos inžinerija*, 2 (5), 66–70.
13. Moisejenkova, A., Girgždys, A., Tarasiuk, N. (2011). Termodinaminių procesų įtaka radiocezio elgsenai Tapelių ežere. *Fizika ir fizinė kompiuterija*, 3 (6), 95–100.
14. Moisejenkova, A., Tarasiuk, N., Koviazina, E., Maceika, E., Girgždys, A. (2012). <sup>137</sup>Cs in Lake Tapeliai, Lithuania. *Lithuanian Journal of Physics*, 52 (3), 238–252.
15. Moisejenkova, A. (2012). *Radiocezio ir hidrofizinių parametrų dinamikos tyrimai Lietuvos ežeruose: Daktaro disertacija*. VGTU: Technika.
16. *Nacionalinis kraštovaizdžio tvarkymo planas*. (2015). Vilnius: Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija.
17. Satkūnas, J. (2000). Paleoįrėžių formavimasis kontinentinių apledėjimų aplinkoje – Rytų Lietuvos atvejis. *Geologija*, 31, 52–65.
18. *Tapelių kraštovaizdžio draustinio individuali byla*. (2017). Vilnius: SĮ Vilniaus planas.
19. Tarasiuk, N., Moisejenkova, A., Koviazina, E., Karpicz, R., Astrauskienė, N. (2009). On the radiocesium behaviour in a small humic lake (Lithuania). *Nukleonika*, 54 (3), 211–220.
20. *Upių, ežerų ir tvenkinių kadastras* (UETK) – Tapelių ežero duomenų išrašas (2020-04-07).

## MORPHOMETRY OF LAKE TAPELIAI AND PHYSICAL-GEOGRAPHICAL CHARACTERISTICS OF ITS CATCHMENT

*Marijus Pileckas, Gražina Žiliūtė*

### *Summary*

Depth measurements of Lake Tapeliai (located in Vilnius, Lithuania) were taken in February 2019. At the same time, the shoreline of the lake was revised. Measurements were made from ice in 767 spots. Depth measurement accuracy up to 0,05 m, accuracy of spot coordinates and water surface elevation measurement using GNSS device Topcon Hiper SR up to 1–2 cm. Later, a detailed (1 x 1 m) digital lake bottom model (DEM) was developed, a bathymetric plan of the lake was created, the main morphometric features were calculated, the boundaries and area of the lake catchment were adjusted, and the physi-

cal-geographical characteristics of the lake and its catchment were examined based on various data. Morphometric features of Lake Tapeliai measured and calculated in 2019 are as follows: coordinates of mean center 54.774378, 25.4468 (WGS), water surface elevation 136.48 m (in Height System LAS07 of Lithuania), surface area 13.14 ha, shoreline length 1689 m, maximum length 687 m, maximum width 295 m, mean width 191 m, shoreline development 1.31, maximum depth 9.45, mean depth 4.36, volume 573.8 thousands m<sup>3</sup>, mean width of littoral zone 17.4 m, catchment area (including the lake itself) 2.93 km<sup>2</sup>. Lake Tapeliai catchment is located in the moraine and limnoglacial plains of Vilija, it is characterized by a rather diverse relief, which consists of a section of Tapeliai glacial tunnel valley, limnoglacial and fluvio-glacial plains, aeolian landforms and moraine hills. Average annual precipitation is ~686 mm. Significant portion (45 %) of the annual precipitation replenishes the lake, mostly through groundwater discharge. Water residence time in the Lake Tapeliai is 0.63 years. Lake Tapeliai covers 4.5 % of the catchment area. Forests cover as much as 79.4 % of the catchment area, pine forests predominate (82.3 %). Built-up areas occupy 11.3 % of the catchment area. The predominantly sandy soils in the catchment area result in abundant groundwater in seeping, which is reflected in the springs found at the bottom of the lake. Abundant groundwater in seeping also reduces lake water level fluctuations, whose estimated amplitude from June 2018 to May 2020 reached just 21 cm.

**Keywords:** Tapeliai Landscape Reserve, Tapeliai, Lake, Vilnius, Lithuania, bathymetric chart, morphometry.