

# Lietuvos ežerų kadastruose skelbiamų duomenų panaudojimo morfometrinių rodiklių kaitos įvertinimui galimybės

Janina Brastovickytė,

Gintaras Valiuškevičius

Vilniaus universitetas,

M. K. Čiurlionio g. 21/27,

LT-03101, Vilnius

El. paštas: janina.brastovickyte@gmail.com;

gintaras.valiuskevicius@gf.vu.lt

Brastovickytė J., Valiuškevičius G. Lietuvos ežerų kadastruose skelbiamų duomenų panaudojimo morfometrinių rodiklių kaitos įvertinimui galimybės. *Geografija*. T. 49(1). ISSN 1392-1096.

Tyrimo tikslas – nustatyti ežerų kataloguose pateikiamos informacijos panaudojimo galimybes vertinant ilgalaikes ežerų morfometrinių rodiklių kaitos tendencijas. Darbe analizuoti Lietuvos ežerų, kurių plotas didesnis kaip 50 ha, morfometriniai rodikliai (vandens lygio altitudė  $a$ , plotas  $A$  ir kranto linijos ilgis  $L$ ), pateikti ežerų kadastruose. Analizei pasirinkta 1953 m. ir 1964 m. ežerų kadastruose pateikiama informacija. Šiuose kataloguose aprašoma daugiausia ežerų, o duomenys apie jų morfometrinius rodiklius pateikiami labai panašiu formatu.

Nustatyta, kad visi tiriami ežerų rodikliai kadastrų sudarymo laikotarpiu vidutiniškai sumažėjo. Spėtina, kad didžiausią poveikį tokiems rodiklių pokyčiams turėjo 1930–1960 m. laikotarpiu Lietuvoje vyravusios bendro vandeningumo mažėjimo tendencijos. Tai liudija neigiamos pokyčių bei nuokrypių vidurkių reikšmės ( $\Delta a$ ,  $\delta A$ ,  $\delta L$ ). Ryšius tarp pačių pokyčių apibūdinantys koreliacijos koeficientai ( $r_{\delta A-\delta L}$ ,  $r_{\delta A-\Delta a}$ ,  $r_{\delta L-\Delta a}$ ) buvo teigiami, kas leidžia teigti, jog dažniau vyravo analogiško pobūdžio kaita. Pokyčių tendencijos sutapimų analizė rodo, kad patikimiausiu morfometriniu rodikliu senuosiuose ežerų kadastruose laikytinas ežero plotas.

**Raktažodžiai:** ežeras, kadastras, morfometriniai rodikliai, kartometrija

## ĮVADAS

Ilgalaikiai ežerų vandens lygio pokyčiai nuo seno domina tyrėjus, nes yra vandens balanso elementų tarpusavio santykio kaitos indikatorius. Dėl santykinai lėtos vandens apykaitos, ežerams būdinga inertiška reakcija į balanso permainas. Todėl norint išryškinti pakankamai patikimus analogiško pobūdžio vandens lygio pokyčius, būtina daugelyje regiono ežerų ilgą laiką vykdyti matavimus. Deja, kol kas net ir itin išsivysčiusiose šalyse prie ežerų negausu nuolat veikiančių vandens matavimo stočių, kurių duomenų sekų ilgis viršija bent keliasdešimt metų. Tad besidomintiems ilgalaikiais ežerų vandens lygio bei kitų rodiklių pokyčiais tenka ieškoti kitų metodų, leidžiančių juos identifikuoti.

Vienas iš tokių būdų – morfometrinių rodiklių, apskaičiuotų pagal skirtingu laiku sudarytą kartografinę medžiagą, palyginimas. Metodikos esmė elementari: pakitus vandens lygiui, pasikeičia ir ežero ploto morfometriniai rodikliai – akvatorijos plotas, kranto linijos ilgis ir kt., kuriuos galima nustatyti pagal žemėlapi. Šie pokyčiai ypač ryškūs lygumų ežeruose, pasižymintuose nuožulniais šlaitais. Nustatyta, kad pagal nenuotakių ežerų morfometrinių rodiklių pokyčius galima spręsti ir apie bendrąsias klimato kaitos tendencijas (Shnitnikov, 1975). Kartais žemėlapiuose pažymimos ir stambesnių ežerų vandens lygių altitudės.

Kartografinės informacijos naudojimas vandens lygio bei ežerų morfometrinių rodiklių

analizei turi ir privalumų, ir trūkumų. Teigiamais šio metodo bruožais pirmiausia laikytinos daug platesnės tiriamųjų objektų pasirinkimo galimybės: nagrinėjant kartografinę informaciją galima analizuoti visus pakankamai didelius ežerus, pažymėtus žemėlapiuose. Jei turima įvairius laikus apibūdinančios patikimos kartografinės medžiagos apie analizuojamąjį regioną, prasiplečia ir tiriamasis laikotarpis. Labiausiai neigiamiems tokio vertinimo būdo ypatumams priskirtini šie:

1) retai vykdomas kartografinės informacijos atnaujinimas (nauji analogiško mastelio žemėlapiai tam pačiam regionui (ypač ankstesniais laikais) buvo sudaromi kas keliolika ar keliasdešimt metų);

2) dažni žemėlapių sudarymo metodikos pasikeitimai.

Pirmoji priežastis dažnai trukdo išsiaiškinti, ar tiriamojo laikotarpio pradžioje ir jo pabaigoje pastebėti ežero morfometrinių rodiklių skirtumai yra nuolatinių vandens lygio pokyčių ežere padarinys. Antroji priežastis sukelia problemų jau pradinėje tyrimo stadijoje.

Morfometrinių rodiklių nustatymas pagal kartografinę informaciją (kartometrinių tyrimai) vykdomas naudojant stambaus mastelio žemėlapius arba planus su bendraisiais geografiniais duomenimis. Pirmieji kartometriniams tyrimams tinkami žemėlapiai, apibūdinantys Lietuvos teritoriją, sudaryti XIX a., tačiau pakankamai daug informacijos apie visą šalį buvo pateikta tik 1907 m. ir 1912 m. sudarytuose M 1:42000 ir M 1:84000 žemėlapiuose (Aleknavičius, Sinkevičiūtė, 2008). Vėliau žemėlapių, tinkamų tokio tipo analizei, Lietuvoje buvo sudaroma vis dažniau, o jų mastelis nuolat stambėjo. Kita vertus, mastelio ir sudarymo metodikos skirtumai neleidžia apdoroti bei palyginti tarpusavyje didelio kiekio morfometrinių duomenų. Ypač tai būdinga hidrografiją apibūdinantiems žemėlapių elementams, kurie ne visada atspindėdavo realią situaciją žemėlapių sudarymo momentu (Chomskis, 1979). Viena iš patogiausių išeičių siekiant išsiaiškinti ežerų morfometrinių rodiklių kaitos tendencijas pagal kartografinius duomenis – naudoti daug apibendrintos ir iš anksto apdorotos informacijos. Lietuvoje tokia informacija pateikiama ežerų sąrašuose, kataloguose ir kadastruose, kurių nuo XX a. pr. šalyje sudaryta per dešimt (Taminskas, 2001; Valiuškevičius, 2007).

Lietuvos ežerų katalogai taip pat skiriasi savo pateikiamų duomenų turiniu ir kokybe, tačiau pasižymi viena bendra savybe – morfometriniai rodikliai juose nustatyti pagal žemėlapius. Šio darbo tikslas – pamėginti nustatyti ežerų kataloguose pateikiamos informacijos panaudojimo galimybes vertinant ilgalaikes ežerų morfometrinių rodiklių kaitos tendencijas.

## DUOMENYS IR DARBO METODIKA

Metodika, naudota ežerų morfometrinių rodiklių pokyčių palyginimui, šiame darbe buvo pasirinkta atsižvelgiant į analizei naudotų duomenų specifiką. Savo ruožtu duomenų ypatumus didžia dalimi nulėmė pradinių informacijos šaltinių (ežerų kadastrų) pasirinkimas. Tai leidžia darbe pateikiamą duomenų ir metodikos analizę suskirstyti į tris pagrindinius etapus:

- 1) informacijos šaltinių atrankos;
- 2) duomenų atrankos;
- 3) analizės metodų parinkimo.

Šiame straipsnio skyriuje pamėginsime išsamiau panagrinėti kiekvieno etapo metu atliktus darbus.

*Pirmojo etapo metu* atliktas įvairiu laiku sudarytų ežerų kadastrų palyginimas. Kaip minėta, žinoma daugiau kaip dešimt įvairiai vadinamų informacijos šaltinių (kadastrų, sąrašų, katalogų), apibūdinančių Lietuvoje esančių ežerų morfometrinius rodiklius. Pirmąsyk daugiau kaip 100 ežerų morfometriniai rodikliai pateikti 1907 m. (Zograf, Zograf, 1907), o naujausius duomenis apie ežerų plotus galima rasti nuolat atnaujinamame valstybinės reikšmės ežerų sąrašė (Lietuvos Respublikos..., 2010). Daugelis kadastrinę informaciją apie ežerus pateikiančių duomenų šaltinių labai skiriasi tiek apimtimi, tiek sudarymo metodais, tiek naudotų žemėlapių kokybe. Todėl kai kurių iš jų net negalima tarpusavyje lyginti. Ankstesnių tyrimų (Taminskas, 2001; Valiuškevičius, 2007) rezultatai rodo, kad neabejotinai reikšmingiausiais mėginimais susisteminti Lietuvos limnologinių duomenų bazę laikytini 1953 m. pasirodęs K. Bieliuko ir J. Kriščiūno ežerų katalogas ir 1964 m. tuometiniame Vandens ūkio projektavimo institute išleistas „Lietuvos TSR ežerų sąrašas su morfometriniais duomenimis“. Todėl morfometrinių rodiklių pokyčių analizei nutarta panaudoti būtent šių katalogų duomenis.

Neabejotina, kad toks analizės objektų pasirinkimas kelia daug klausimų. Itin dažnai užduodami šie:

1. Ar verta nagrinėjant ežeruose vykstančius pokyčius naudotis daugiau nei pusšimčio metų senumo duomenimis?

2. Ar ne per mažas laiko tarpas skiria abiejų kadastrų sudarymo datas, kad išryškėtų pakankamai žymūs rodiklių pakitimai?

Norint deramai į juos atsakyti, būtina aptarti abiejų ežerų katalogų sudarymo metodiką ir aplinkybes, jų struktūrą bei pranašumus, palyginti su vėliau sudarytais sąrašais.

Visų pirma pažymėtina, kad iš kitų ežerų morfometrinius rodiklius pateikiančių duomenų bazių šie katalogai labiausiai išsiskiria tuo, jog jų sudarytojai gana aiškiai aprašė metodinius įvairių charakteristikų skaičiavimo principus ir pradinius kartografinius šaltinius, kuriais paremta juose pateikiama informacija. Daugeliui vėliau pasirodžiusių kadastrų šios metodinės dalies labai trūksta, be to, nemenka dalis duomenų juose dažnai buvo „mechaniškai“ nukopijuota iš 1964 m. ežerų sąrašo, kuris iki šiol tebelaikomas tiksliausiu ir aiškiausiu sudarytu (Kilkus, 1982; Taminskas, 2001). Po 1964 m. Lietuvoje apskritai tebuvo sudarytas vos vienas visus Lietuvos ežerus apibūdinantis sąrašas (Lietuvos TSR..., 1988), tačiau jame pateikiami tik ežerų pavadinimai ir plotai. Nors apie naująją Lietuvos ežerų kadastrą kalbama jau daugiau nei dešimt metų, kol kas apsispręsta tik dėl tvarkytojo ir valdytojo funkcijų bei jame kaupiamos informacijos pobūdžio (Lietuvos Respublikos..., 2012). Duomenų tvarkymo procedūros sudarant naująją kadastrą toli dar nepažengė. Tad pakankamas kiekis įvairių morfometrinių rodiklių apie šalies ežerus nuo 1964 m. kol kas niekur nepateiktas (2003 m. pasirodęs valstybinės reikšmės ežerų sąrašas apibūdina tik jų plotus).

Dar viena svarbi savybė, leidžianti (ir skatinanti) tarpusavyje lyginti 1953 m. ir 1964 m. ežerų kataloguose pateiktą informaciją, yra tai, kad abu kadastrai apibūdina visus didesnius kaip 0,5 ha Lietuvos ežerus ir pateikia duomenis labai panašiu formatu. Apie didesnius kaip 1,0 ha ežerus abiejuose kadastruose pateikiama ši informacija: ežero pavadinimas, jo kodinis numeris, ežero plotas, didžiausias ilgis, didžiausias plotis, vidutinis plotis, kranto linijos ilgis (1964 m. kadastrė šie duomenys pateikiami apie visus didesnius kaip 0,5 ha

Lietuvos ežerus). Taip pat nurodoma geriau ištirtų ežerų absoliuti vandens lygio altitudė ir baseino plotas, stambesnių į ežerus įtekančių ir ištekančių upelių pavadinimai, informacija apie salas (jų skaičius, plotas, ežero salingumas). Tiesa, 1953 m. kadastrė informacija pateikiama suskirsčius ežerus pagal administracinius rajonus, o 1964 m. kadastrė – pagal baseinus.

Pasirinkti palyginimui 1953 m. ir 1964 m. kadastrų informaciją papildomai paskatino ir sąlyginai juose panaši mus dominančių rodiklių nustatymo metodika. Sudarant abu kadastrus ežerų plotas buvo nustatomas planimetru, o ežerai planimetruoti du kartus. Kilus abejonėms dėl ploto didumo, buvo bandoma planimetruoti skirtingų mastelių žemėlapiuose ir gautus rezultatus sulyginti. Absoliučios vandens lygio altitudės 1953 m. kataloge imtos iš užrašų žemėlapiuose, o joms artimos altitudės nustatytos interpoliuojant tarp artimiausių horizontalių. 1964 m. kadastrė įrašyti absoliutūs aukščiai tik tų ežerų, kurie pažymėti bent viename iš panaudotų žemėlapių, ar užfiksuoti nuotraukose. Kranto ilgio duomenys 1953 m. katalogui gauti apeinant ežero kontūrą skriestuvu, kurio atstumas tarp kojelių (atsižvelgiant į žemėlapių mastelį) buvo 2–2,5 mm, o 1964 m. kadastrui krantinės ilgis kilometrais išmatuotas 1:10000 mastelio hidrografinių skaidrėse mikrometriniu skriestuvu, kurio atstumas tarp kojelių – 5 mm (Bieliukas, Kriščiūnas, 1953; Lietuvos TSR..., 1964).

Nors formaliai 1953 m. ir 1964 m. ežerų kadastrų sudarymo datas skiria tik maždaug dešimtmetis, realiai jų kūrimui naudoti žemėlapiai atstovauja gana skirtingiems laikotarpiams. K. Bieliuko ir J. Kriščiūno ežerų katalogas (1953), parengtas remiantis 1925–1938 m. laikotarpiu Lietuvos Respublikos Karo topografijos skyriaus sudarytais M 1:100000 žemėlapiams. Didžioji dalis duomenų 1964 m. išleistam ežerų sąrašui (Lietuvos TSR..., 1964) paimta iš 1950–1962 m. SSRS Generalinio štabo parengtų M 1:25000 žemėlapių (dalis informacijos gauta naudojant to paties laikotarpio smulkesnio mastelio – M 1:50000; M 1:100000 – žemėlapius). Tad laiko skirtumas tarp kadastruose pateikiamos informacijos – maždaug 25 metai (tai santykinai nemažas laikotarpis, galimi morfometrinių rodiklių pokyčiai). Šiuo atveju papildomai derėtų atkreipti dėmesį ir į daugelio tyrėjų (Macevičius, 1991;

Valiuškevičius, 1998; Bukantis ir kt., 2001) jau anksčiau pastebėta gana nuoseklų Lietuvos ežerų vandens lygio ir ploto mažėjimą 1930–1960 m. laikotarpiu. Ypač ryškiau vandeningumo kaitos indikatoriumi laikytini vandens lygio pokyčiai ne nuotakiam Švento ežere (Tamošaitis, 1974; Garunkštis, 1978; Kilkus, Vilkelytė, 2011).

*Antrajame duomenų analizės etape* atrinkta 1953 m. ir 1964 m. sudarytuose kadastruose labiausiai palyginimui tinkama informacijos dalis. Atrankos prireikė, nes palyginimui trukdė skirtingas pradinės informacijos rinkimui naudotų žemėlapių mastelis ir skirtingi duomenų sisteminimo principai. Šie skirtumai neleido tiesiogiai atlikti visų kadastruose pateikiamų duomenų palyginamosios analizės.

Atsižvelgiant į mastelio skirtumus, nutarta pagrindiniu kriterijumi atrenkant tyrimui tinkamus ežerus laikyti jų plotą.

Išanalizavus 1953 m. kadastrą ir 1964 m. kadastrą pateiktus duomenis, nustatyta, kad pakankamai tiksliai palyginamoji analizė gali būti atliekama tik naudojant didesnių kaip 50 ha ežerų morfometrinius rodiklius. Tokios išvados prieita atsižvelgiant į:

1) mastelio poveikį morfometrinių rodiklių tikslumui;

2) didelį sunkiai identifikuojamų objektų skaičių tarp mažesnių (iki 50 ha ploto) ežerų.

Iš morfometrinių rodiklių (dėl nepakankamai stambaus mastelio žemėlapių naudojimo) labiausiai nukenčia ežero kranto linijos ilgį apibūdinanti informacija.

Kai kurių autorių teigimu (Hakanson, 1981), optimalius mažesnių kaip 200 ha ežerų kranto linijos ilgio skaičiavimus galima atlikti tik naudojant stambesnius nei M 1:10000 topografinius planus. Tokiu atveju tektų pripažinti, kad palyginimui tinkamos kartografinės medžiagos apie Lietuvos ežerus (atspindinčios jų morfometrinius parametrus įvairiais laikotarpiais) kol kas nėra. Kiek labiau džiugina V. Chomskio atlikti žemėlapių generalizacijos poveikio linijų ilgio matavimo rezultatams tyrimai, rodantys, kad stambesnio nei M 1:100000 mastelio žemėlapiuose vingiuotų linijų, ribojančių didesnius kaip 10 cm<sup>2</sup> objektus, ilgio pokyčiai – nedideli (Chomskis, 1979). Atsižvelgiant į tai, kad V. Chomskis, kaip ir ežerų kadastrų sudarytojai, nustatydami ežerų kranto linijos ilgį, naudojo pastovaus žingsnio skriestuvus, ši išvada leidžia teigti, kad 1953 m. ir 1964 m. kataloguo-

se pateikiami duomenys – tarpusavyje palygintini. Tad kadastrų sudarymui naudotų žemėlapių mastelis leistų lyginti ir gerokai mažesnių kaip 50 ha ežerų rodiklius. Deja, išnagrinėjus kadastruose pateiktą informaciją, paaiškėjo, kad gausybė mažų ežerų juose neteisingai įvardinti arba pavadinti „bevardžiais“ (ypač 1953 m. kadastrą). Smulkių ežerų (nežinant tikslaus jų pavadinimo) nepavyko identifikuoti ir pagal kodinius numerius, nes 1953 m. ir 1964 m. kadastruose ežerų numeracija atlikta skirtingais principais. Lyginti tik didesnių kaip 50 ha ežerų morfometrinius rodiklius nuspręsta pastebėjus, kad santykinai daugiausia ežerų be pavadinimų arba su klaidingais pavadinimais yra 0,5–50 ha ploto klaseje.

Susisteminius duomenis paaiškėjo, kad remtis vien tik ploto kriterijumi atrenkant analizei tinkamą informaciją nepakanka: 1953 m. kadastrą aprašyti 307, o 1964 m. kadastrą – 298 didesni kaip 50 ha ežerai. Kad ne visi duomenys palyginami tarpusavyje, liudijo ne tik ežerų skaičiaus skirtumas, bet ir akivaizdūs kadastruose pateiktų morfometrinių rodiklių reikšmių nesutapimai. Dauguma tokių skirtumų buvo nesunkiai paaiškinami. Dažniausiai stambių ežerų morfometrinių rodiklių reikšmių skirtumus 1953 m. ir 1964 m. kadastruose nulėmusiomis priežastimis laikytinos šios:

1. Skirtinga informacijos rinkimo ir pateikimo forma, naudota šiuose kataloguose. 1953 m. kadastrą duomenys apie ežerus kaupti ir pateikti remiantis administracinio, o 1964 m. – baseininio skirstymo schema. Todėl ypač nesutampa informacija apie ežerus, kurių akvatoriją kerta valstybės siena (1964 m. sąrašą pateikti duomenys tik apie lietuviškąją akvatorijos dalį) bei administracinių rajonų arba sričių ribos (1953 m. katalogas dažnai aprašo tik dalį ežero).

2. Skirtingi ežero ribų nustatymo kriterijai taikyti ežerams, pasižymintiems uždarų įlankų, sąsmaukų ir salų gausa. Dėl šios priežasties katalogų sudarytojai, naudodami skirtingų metų kartografinius duomenis, kartais pateikdavo viso ežero (ar net kelių trumpais upeliais sujungtų ežerų), o kartais – tik atskiros analogiškai vadinamos ežero įlankos morfometrinius rodiklius. Skirtingas informacijos traktavimas ypač juntamas duomenyse apie ežerus, kurie tarpusavyje jungiasi, bet skirtingai vadinasi (Asvejos ež., Trakų ežeryno ežerai ir pan.).

3. Ryškūs ežerų morfometrinių rodiklių pokyčiai, įvykę dėl žmonių poveikio. Didžioji dalis tokių pokyčių didesniuose kaip 50 ha ežeruose susiję su ežerų patvanka ir (ypač) hidroelektrinių įrengimu ežeringuose rajonuose. Kartais susidurta ir su melioracijos poveikiu ežerų charakteristikoms (Biržulio ež.).

Dalis skirtumų tarp didesnių kaip 50 ha ežerų apibūdinančių rodiklių 1953 m. ir 1964 m. kadastruose susidarė ir dėl kitų priežasčių. Kartais, kaip ir mažesnių ežerų atveju, susidurta su pavadinimų nesutapimu žemėlapiuose; būta atvejų, kai akvatorijos plotas salas turinčiuose ežeruose skaičiuotas pagal skirtingas metodikas (viename kadastru pateiktas tik vandens paviršius, o kitame – bendras ežero plotas) ir pan. Esant galimybei šiuos nesutapimus stengtasi atsekti ir ištaisyti, tačiau tai ne visada pavyko atlikti.

Esant gana įvairioms kadastruose pateikiamos informacijos nesuderinamumo priežastims, nutarta galutinę palyginimui tinkamų rodiklių atranką atlikti pagal statistinius kriterijus. Tuo tikslu iš 298 didesnių kaip 50 ha ežerų, kuriuos kataloguose galima buvo identifikuoti pagal pavadinimus, atrinkti tokie, kurių morfometrinių rodiklių nuokrypių standartizuotos reikšmės neviršijo sąlyginės išskirties ribų. Daugumos autorių (Kilkus, 1982; Taminskas, 2001) teigimu, patikimiausiais parametrais Lietuvos ežerų kadastruose laikytini duomenys apie ežerų plotą bei kranto linijos ilgį. Šios charakteristikos pasirinktos kaip atraminės ir kiekvienai iš jų apskaičiuotas procentinis nuokrypis  $\delta$ :

$$\delta = \frac{X_{1964} - X_{1953}}{X_{1964}} \cdot 100\%; \quad (1)$$

čia:  $X_{1964}$  ir  $X_{1953}$  – atitinkamų metų kadastruose pateikti morfometriniai rodikliai. „Baziniais“ laikyti 1964 m. kadastru pateikti rodikliai ir nuokrypiai, skaičiuoti nuo jų (taip nutarta elgtis, nes pastarasis kadastras sudarytas vėliau, be to, jį sudarant naudoti šiek tiek stambesnio mastelio žemėlapiai). Gauti rezultatai parodė, kad dažnai ežero ploto ir kranto linijos ilgio nuokrypiai svyruoja nuo kelių iki keliolikos procentų, tačiau pasitaikė ežerų, kuriuose šių rodiklių nuokrypiai viršijo kelis šimtus procentų. Nepavykus nustatyti tokių didelių morfometrinių rodiklių pokyčių priežasčių, nutarta palyginimui naudoti tik šiek tiek tarpusavyje išsiskiriančius duomenis.

Patikrinus nuokrypių imties skirstinio formą, įsitikinta, kad analizuojamiems duomenims būdingas normalusis pasiskirstymas, kas leido atrinkti išskirtis remiantis empirine taisykle (Čekanavičius, Murauskas, 2000). Procentiniai nuokrypiai buvo standartizuoti pagal lygtį:

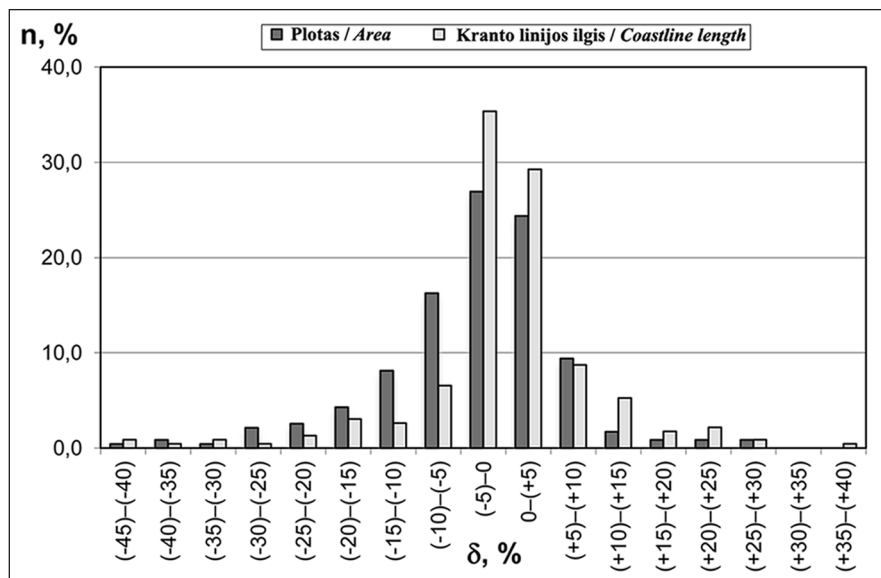
$$z_i = \frac{\delta_i - \bar{\delta}}{s_\delta}; \quad (2)$$

čia:  $z_i$  – standartizuota procentinio nuokrypio  $\delta_i$  reikšmė;  $\bar{\delta}$  ir  $s_\delta$  – atitinkamai procentinių nuokrypių vidurkis ir standartinis nuokrypis. Išskirtiniais laikyti visi atvejai, kai gauta  $z_i$  reikšmė nepateko į intervalą  $(-2; +2)$  (Čekanavičius, Murauskas, 2000). Atmetus išskirtis, paaiškėjo, kad palyginimui tinka duomenys, apibūdinantys 234 ežerų plotą ir kranto linijos ilgį.

*Trečiasis duomenų analizės etapas* (tinkamos palyginimo metodikos parinkimas) buvo daug paprastesnis, palyginti su pirmaisiais. Pasirinkus duomenų atrankos kriterijumi procentinį nuokrypį, iš esmės apsispręsta, kad šis dydis bus naudojamas ir kaip pagrindinis darbe nagrinėjamas rodiklis. Pasirinkimas buvo patogus, nes leido lyginti tarpusavyje ežerų ploto ir kranto linijos ilgio pokyčius. Taip pat nutarta išanalizuoti pagal empirinę taisyklę atrinktų ežerų vandens lygio altitudžių pokyčius (tuose ežeruose, kur apie jas pateikiami duomenys). Tačiau šio dydžio nuokrypiai nevertinti, nes naudojant skaičiavimams (1) lygtį jie labai priklausytų ne tik nuo paties vandens lygio pasikeitimo, bet ir nuo ežero aukščio virš jūros lygio.

## REZULTATAI

Išnagrinėjus procentinių nuokrypių pasiskirstymą, paaiškėjo, kad tiek ploto, tiek ilgio nuokrypiai  $\delta$  daugumos palyginimui pasirinktų ežerų svyruoja nuo  $-10\%$  iki  $10\%$ . Ežerų ploto pokyčiai – kiek tolygesni, be to, jų nuokrypiams būdinga kiek mažesnė svyravimo amplitudė (nuo  $-40,8\%$  iki  $29,1\%$ ). Kranto linijos ilgio pokyčius apibūdinantys nuokrypiai svyruoja nuo  $-44,7\%$  iki  $39,4\%$ , tačiau didžiąją jų dalį ( $64,6\%$ ) sudaro nuokrypiai, patenkantys į intervalą tarp  $-5\%$  ir  $5\%$  (1 pav.). Atkreiptinas dėmesys, kad, 1953 m. ir 1964 m. katalogų duomenimis, gauti neigiami abiejų analizuotų rodiklių procentinio nuokrypio vidurkiai.



**1 pav.** Ežero ploto (A) ir kranto linijos ilgio (L) pokyčių pasiskirstymas (%) pagal nuokrypių ( $\delta$ ) intervalus

**Fig. 1.** Distribution (%) of the lake area (A) and shoreline length (L) changes by deviation ( $\delta$ ) ranges

Vidutinis įvertinimui pasirinktų ežerų ploto procentinis nuokrypis lygus  $-3,26\%$ , o kranto linijos ilgio –  $-0,07\%$  (tai liudija, kad tiek A, tiek L reikšmės, nurodytos 1964 m. sąrašė, yra mažesnės nei nurodytos 1953 m. kataloge).

Nedidelės vidutinių nuokrypių reikšmės liudija, kad atsekti morfometrinių rodiklių pokyčius vien pagal bendrus didelių ežerų ploto ribų pasikeitimus – sunkiai įgyvendinama užduotis. Tai patvirtino ir silpnas ryšys tarp analizuotų ežerų ploto ir kranto linijos ilgio pokyčių ( $r_{\delta A-\delta L} = 0,14$ ). Žinoma, tikėtis glaudaus ryšio tarp šių rodiklių pokyčių neder, nes tarp pačių ploto ir kranto linijos ilgio charakteristikų nėra labai stiprios tiesinės koreliacijos (tarp 1953 m. kadastrė nagrinėjamų ežerų šių dydžių koreliacijos koeficientas  $r = 0,75$ ; o 1964 m. kadastrė –  $r = 0,76$ ). Koreliacija tarp šių rodiklių nuokrypio gaunama daug mažesnė ir todėl, kad ežero ploto ir kranto linijos ilgio pokyčiai gali būti gana netolygūs (pvz., sumažėjus plotui, kranto linija gali tapti labiau vingiuota ir net pailgėti). Poveikį ryšio tarp šių charakteristikų pokyčių glaudumui galėjo turėti ir kadastruose nagrinėtos kartografinės informacijos mastelio skirtumai. Nors pagrindiniais parametrais vertinant galimas ežeruose įvykusių pasikeitimų tendencijas laikyti ploto A ir kranto linijos ilgio L pokyčiai, pamėginta nustatyti ir jų sąsajas su vandens lygio altitudės kaita  $\Delta a$ . Deja, rezultatai ir šiuo atve-

ju nenudžiugino ( $r_{\delta A-\Delta a} = 0,12$ ;  $r_{\delta L-\Delta a} = 0,11$ ). Be to, atsižvelgiant į tai, kad vandens lygio altitudė kadastruose nurodyta ne visiems ežerams, šįsiek nagrinėtas ryšys tarp mažesnio imties narių skaičiaus (214). Kita vertus, visų nagrinėtų rodiklių pokyčius sieja teigiamais koreliacijos koeficientais apibūdinami ryšiai, liudijantys analogiškas jų kaitos tendencijas.

Dalis morfometrinių rodiklių pokyčiams būdingų bendrų bruožų galėjo neišryškėti, nes ryšio ieškota išsiek tarp visus pasirinktus ežerus apibūdinančių duomenų (nemėginant jų sugrupuoti pagal kokias nors specifines savybes, susijusias su galimais vandens lygio ir morfometrijos pasikeitimais). Žinant, kad vienas iš svarbiausių veiksnių, lemiančių ežerų plano morfometrinių rodiklių kaitą, yra jų hidrografinis aktyvumas (Kilkus, 1989; Kilkus, Valiūškevičius, 2007; Vilkelytė, 2011), logiškiausia skirstyti nagrinėjamus ežerus pagal jų nuotakumo pobūdį. Deja, informacija apie iš ežerų ištekantius upelius senuosiuose kadastruose (net atrinkus palyginimui pakankamai didelius ir metodiškai tvarkingai aprašytus ežerus) labai skiriasi. Tarp 234 nagrinėtų ežerų nustatyti 52 atvejai, kai 1953 m. kadastrė ežeras apibūdinamas kaip neturintis intakų, o 1964 m. kadastrė nurodomas iš jo ištekantis upelis; 9 atvejai, kai ankstesnėje kadastrė versijoje nurodytos ištakos vėliau kažkur „dingo“. Tai vertė ieškoti netiesiogiai ežerų hidrografinį aktyvumą

apibūdinančių charakteristikų, su kuriomis galima būtų sieti morfometrinių rodiklių pokyčius. Anksčiau tyrimų rezultatai (Valiuškevičius, 1993) rodo, kad tarp charakteristikų, turinčių didžiausią poveikį ežerų nuotakumo pobūdžiui ir aprašomų kadastruose, Lietuvoje svarbiausios – ežero vandens lygio altitudė ir ežero plotas.

Ežerų hidrografinio aktyvumo priklausomybė nuo jų vandens lygio altitudės labiausiai susijusi su tuo, kad didesnė dalis pastovaus paviršinio nuotėkio neturinčių ežerų išsidėstę aukštesnėse (esančiose arčiau vandenskyrų) baseinų dalyse. Tačiau nagrinėjant pakankamai didelę ir gana įvairia reljefo sąranga pasižyminčią teritoriją (visą Lietuvą) tokia prielaida ne visai tinkama, nes pačių baseinų vidutinės altitudės gerokai skiriasi. Todėl glaudaus ryšio tarp ežerų ploto nuokrypio  $\delta_A$ , kranto linijos ilgio nuokrypio  $\delta_L$  ir altitudės  $a$  nagrinėjant visus analizei pasirinktus ežerus aptikti nepavyko:  $r_{a-\delta A} = 0,13$ ;  $r_{a-\delta L} = 0,12$ . Mėginimai atskirai nagrinėti informaciją apie įvairiuose baseinuose esančius ežerus taip pat nedavė teigiamų rezultatų: gauti koreliacijos koeficientai buvo itin nereikšmingi. Tikriausiai tai sietina su pernelyg smulkiu teritorijos suskaidymu pagal baseinus (1964 m. kadastru), todėl palyginimui atrinkti didesni kaip 50 ha ežerai tame pačiame baseine dažnai išsidėstydavo labai panašiam aukščio intervale (tai nebeleido vandens lygio altitudės laikyti ežero hidrografinio aktyvumo indikatoriumi).

Ežerų ploto poveikis jų paviršinio nuotakumo galimybės mūsų sąlygomis sietinas su keliais veiksniais (ežerų geneze, tūriu, aukščiu, geografine padėtimi ir t. t.). Tačiau didesnių kaip 50 ha ežerų hidrografinio aktyvumo priklausomybė nuo jų ploto labiausiai lemia tai, kad didėjant ežerui didėja ir jo santykinis baseinas (Kilkus, 1989). Mažesni ežerai gauna mažesnę prietaką iš baseino, kurią gali sureguliuoti vien požemio nuotėkis bei vertikaliosios vandens apykaitos elementai. Didėjant ežero plotui autoreguliacijos procesas be paviršinio nuotėkio pagalbos tampa vis mažiau įmanomas. Tarp visų nagrinėjamų ežerų ploto  $A$  ir kranto linijos ilgio pokyčio  $\delta L$  bei altitudės pokyčio  $\Delta a$  gauta itin silpna koreliacija ( $r_{A-\delta L} = 0,07$ ,  $r_{A-\Delta a} = 0,03$ ). Regioniniai ežerų dubenų genezės skirtumai (Garunkshtis, 1975) rodo, kad ryšius tarp  $A$  ir kadastruose užregistruotų morfometrinių rodiklių pokyčių derėtų

analizuoti atskiruose baseinuose. Deja, kaip ir nagrinėjant morfometrinių rodiklių pokyčių priklausomybę nuo altitudės, taip ir šįsyk glaudžių ryšių tarp tiriamų charakteristikų neaptikta.

Mėginimai nagrinėti morfometrinių rodiklių pokyčius koreliacinės analizės būdu nebuvo itin sėkmingi, bet atskleidė įdomių tendencijų. Nagrinėtuose telkiniuose pastebėtas morfometrinių rodiklių pokyčių ( $\Delta a$ ,  $\delta A$ ,  $\delta L$ ) priklausomybės nuo ežero altitudės  $a$  bei ploto  $A$  pobūdis prieštaravo išankstinėms analizės prielaidoms. Mūsų manymu, dauguma aukščiau išsidėstusių bei mažesnių ežerų, pasižyminčių menkesniu hidrografiniu aktyvumu, per laikotarpį tarp kadastrams naudotų žemėlapių parengimo turėjo nusekti labiau nei žemiau išsidėstę ir mažesni ežerai (žinoma, kad 1930–1960 m. Lietuvoje vyravo vandeningumo mažėjimo fazė). Nors ir neglaudūs, bet teigiami ryšiai tarp minėtų rodiklių ir ežerų vandens lygio altitudžių ( $r_{a-\delta A}$ ,  $r_{a-\delta L}$ ) liudijo priešingas tendencijas – aukščiau esančių ežerų vandens lygis dažniau pakilo nei nuseko (arba nuseko mažiau nei kitų ežerų). Ryšiai tarp nustatytų pokyčių ir  $A$  ( $r_{A-\delta L}$ ,  $r_{A-\Delta a}$ ) – pernelyg silpni, kad leistų daryti išvadas apie vyravusią kaitą.

Siekiant išsiaiškinti galimas morfometrinių rodiklių pokyčių priežastis atlikta kaitos tendencijos sutapimų analizė. Kaip ir atliekant koreliacinę analizę, laikytasi prielaidos, kad pokyčiai labiau išryškėja skirtinguose ežerų aukščio bei ploto intervaluose. Skirtingai nei koreliacinės analizės atveju, nagrinėjant tendencinius sutapimus pradiniai duomenys traktuoti tik kaip kokybiniai (dėmesys kreiptas tik į rodiklio pokyčio pobūdį, o ne į jo reikšmę). Toks analizės būdas labiau tinka nagrinėjant atvejus, kai pokyčių koreliacija nukentėdavo dėl prastos kadastruose pateiktų duomenų kokybės (metodinių bei atsitiktinių klaidų, kaupiant, užrašant ir skaitant informaciją).

Atliekant analizę įvairiuose ežerų aukščio intervaluose, tiriami telkiniai pagal vandens lygio altitudę suskirstyti į penkis intervalus, stengiantis, kad į kiekvieną iš jų patektų 40 ežerų. Analizės rezultatai pateikiami 1 lentelėje. Dažniausiai visuose aukščio intervaluose (laikotarpiu tarp kadastrų sudarymo) sutapo ežerų vandens lygio amplitudės ir ploto kaitos tendencijos (bendras atveju, kai  $a$  ir  $A$  pokyčiai buvo to paties ženklo, skaičius sudaro 50,9 % visų nagrinėtų atvejų). Atvejai, kai sutapo  $A$  ir  $L$  bei  $a$  ir  $L$  pokyčiai – daug retesni (atitinkamai 34,2 ir

1 lentelė. Morfometrinių rodiklių kaitos tendencijų sutapimų analizės rezultatai įvairių aukščio ( $a$ ) intervalų ežeruose. Žymėjimų reikšmės:  $\delta A-\delta L$  – atvejai, kai sutapo ploto ir kranto linijos ilgio pokyčių tendencijos;  $\Delta a-\delta A$  – kai sutapo vandens lygio altitudės ir ploto pokyčių tendencijos;  $\Delta a-\delta L$  – kai sutapo vandens lygio altitudės ir kranto linijos ilgio pokyčių tendencijos;  $\Delta a-\delta A-\delta L$  – kai sutapo visų nagrinėtų rodiklių pokyčių tendencijos;  $\Sigma$  – bendras sutapusių pokyčių skaičius, + – sutapusių teigiamų pokyčių skaičius; – – sutapusių neigiamų pokyčių skaičius;  $n$  – atvejų skaičius; % – procentai nuo bendro ežerų skaičiaus nagrinėjamame intervale

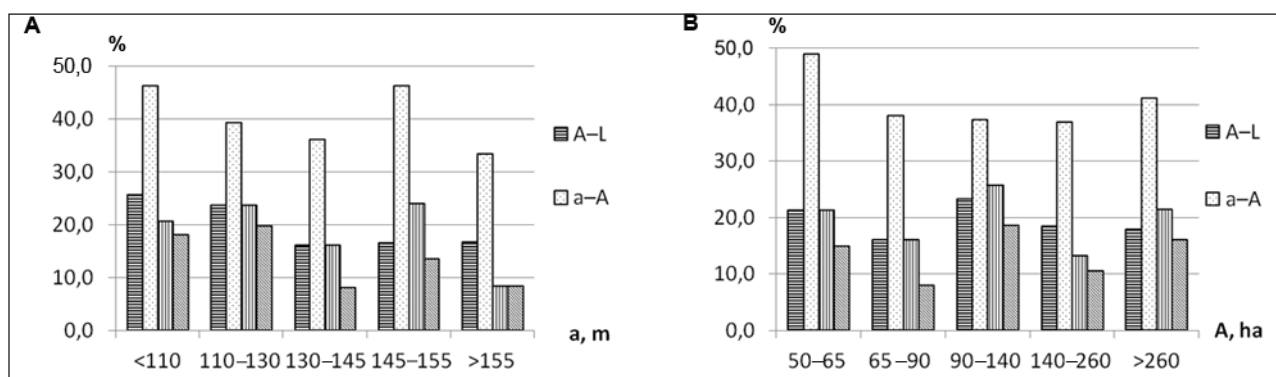
Table 1. Results of overlapping change patterns of morphometric parameters in the different height interval ( $a$ ) lakes. Marking:  $\delta A-\delta L$  – cases, where area and shoreline length overlap;  $\Delta a-\delta A$  – cases, where water level altitude and area overlap;  $\Delta a-\delta L$  – cases, where overlap the water level altitude and shoreline changes;  $\Delta a-\delta A-\delta L$  – cases, where all the analysed indicators overlapped;  $\Sigma$  – total number of overlapped changes, + – number of positive overlapped changes; – – number of negative overlapped changes;  $n$  – number of cases; % – percentage of the total number of lakes in the analysed interval

a, m		$\delta A-\delta L$			$\Delta a-\delta A$			$\Delta a-\delta L$			$\Delta a-\delta A-\delta L$		
		$\Sigma$	+	-	$\Sigma$	+	-	$\Sigma$	+	-	$\Sigma$	+	-
<110	N	14	4	10	21	3	18	16	8	8	8	1	7
	%	35,9	10,3	25,6	53,8	7,7	46,1	41,0	20,5	20,5	20,5	2,6	17,9
110–130	N	21	9	12	27	7	20	20	8	12	14	4	10
	%	41,2	17,6	23,6	52,9	13,7	39,2	39,2	15,7	23,5	27,5	7,8	19,6
130–145	N	13	5	8	24	6	18	15	7	8	6	2	4
	%	26,0	10,0	16,0	48,0	12,0	36,0	30,0	14,0	16,0	12,0	4,0	8,0
145–155	N	22	11	11	36	5	31	21	5	16	10	1	9
	%	32,8	16,4	16,4	53,7	7,5	46,3	31,3	7,5	23,8	14,9	1,5	13,4
>155	N	10	6	4	11	3	8	4	2	2	3	1	2
	%	41,7	25,0	16,7	45,8	12,5	33,3	16,7	8,3	8,4	12,5	4,2	8,3
Iš viso	N	80	35	45	119	24	95	76	30	46	41	9	32
Total	%	34,2	15,0	19,2	50,9	10,3	40,6	32,5	12,8	19,7	17,5	3,8	13,7

32,5 %). Visi nagrinėti rodikliai to paties ženklų pokyčius patyrė vos 17,5 % atvejų. Tai rodo, kad patikimiausiu morfometriniu rodikliu (ir turbūt vandens lygio kaitos indikatoriumi) senuosiuose ežerų kadastruose laikytinas ežero plotas. Visuose aukščio intervaluose, nepriklausomai nuo tarpusavyje lygintų rodiklių, vyravo neigiamų pokyčių

sutapimai (daugiau teigiamų nei neigiamų pokyčių nustatyta tik lyginant >155 m išsidėsčiusių ežerų  $A$  ir  $L$  kaitos tendencijas). Neigiamų pokyčių sutapimai ypač vyrauja tarp vandens lygio altitudės  $a$  ir ežero ploto  $A$  kaitos tendencijų (2a pav.).

Nagrinėjant pokyčių tendencijų sutapimus įvairiuose ežerų ploto intervaluose laikytasi analogiško



2 pav. Sutapusių morfometrinių rodiklių neigiamų pokyčių skaičius (% nuo bendro ežerų skaičiaus intervale) įvairiuose aukščio ( $a$ ) ir ploto ( $b$ ) intervaluose

Fig. 2. Number of coinciding indices negative changes (% of the total number of lakes in the interval) at different heights ( $a$ ) and lake areas ( $b$ ) intervals



imties statistinio skirstymo principo: stengtasi parinkti tokias plotų intervalų ribas, kad kiekviename iš jų ežerų skaičius sudarytų nuo 40 iki 60. Kaip ir analizės įvairiuose aukščiuose atveju, nepriklausomai nuo ežerų ploto, dažniausiai nustatyti  $a$  ir  $A$  kaitos tendencijų sutapimai (2 lentelė). Kranto linijos ilgio pokyčių palyginimas su ploto ir vandens lygio altitudės pokyčiais parodė, kad analogiško ženklo  $a$  ir  $L$  kaita labiau būdinga vidutinio dydžio ežerams (patenkantiems į 90–140 ha bei 140–260 ha ploto intervalus). Didesniuose ir mažesniuose ežeruose dažniau sutapo  $A$  ir  $L$  kaitos tendencijos. Daugeliu atvejų vyravo neigiamo ženklo pokyčių sutapimai (daugiau teigiamų pokyčių nustatyta tik lyginant  $a$  ir  $L$  kaitą tarp 140–260 ha ploto ežerų ir didesnių kaip 260 ha ežerų). Pastebėta kad kai kuriuose ploto intervaluose tam tikrų rodiklių neigiami pokyčiai sudarė absoliučią daugumą nuo bendro sutapusių pokyčių skaičiaus: pvz., 23 iš 25  $a$  ir  $A$  kaitos sutapimų tarp 50–65 ha ežerų (2b pav.).

Neigiamų pokyčių sutapimo pasiskirstymo įvairiuose aukščio bei ploto intervaluose (2 pav.) pobūdis neleidžia konkrečiau apibūdinti jų lemiančių priežasčių. Glaudų ryšį tarp įvairių rodiklių neigiamų pokyčių sutapimų skaičiaus ir ežerų išsidėstymo pagal aukštį bei plotą įžvelgti sunku. Tai gali būti nulemta ir statistinio aukščio bei ploto intervalų ribų parinkimo būdo, neleidusio pakankamai atsižvelgti į morfogenetinius veiksnius. Deja, genetiškai pagrįstas ežerų grupavimas pagal aukštį bei

plotą analizuojant vos kelių šimtų objektų imtį kol kas sunkiai įgyvendinamas dėl pernelyg didelio neatitikimo tarp pažinimo lygmens ir informacijos kiekio. Sunku nuspėti, ar rezultatai būtų geresni parinkus kitokias, su ežerų geneze ir hidrografiniu aktyvumu susietas, intervalų ribas.

2 pav. pateiktos diagramos iš dalies patvirtina koreliacinės analizės rezultatus. Didėjant ežero vandens lygio altitutei (telkšojimo aukščiui) tarpusavyje lygintų rodiklių neigiamų pokyčių sutapimų skaičius mažėja (2a pav.). Tai reiškia, kad aukščiau išsidėsčiusiuose ežeruose iš karto keli morfometriniai rodikliai mažėjo rečiau nei ežeruose, kurie išsidėstę žemesniuose regionuose. Beje, didėjant altitutei mažėjo ir bendras sutapusių pokyčių (nepriklausomai nuo jų ženklo) skaičius (1 lentelė). Galbūt tai sietina su sudėtinga kalvose ir tarpukalvėse plytinčių ežerų dubens forma, tačiau tai – tik viena iš galimų prielaidų. Kaitos tendencijų sutapimų pasiskirstymas įvairiuose ploto intervaluose – kaip ir koreliacinės analizės atveju – rodo, kad sutapusių pokyčių skaičius beveik nepriklauso nuo ežero ploto (2b pav.). Tai leidžia manyti, kad ežero plotas (bent jau kalbant apie didesnius kaip 50 ha ežerus) nelaikytinas svarbiu morfometrinių rodiklių (ir turbūt vandens lygio) kaitą determinuojančiu veiksniu. Kartu galima teigti, kad analizuojant kaitos tendencijų sutapimus nenustatyta sąsajų tarp rodiklių, apibūdinančių ežerų hidrografinį aktyvumą ir ežerų morfometrinių rodiklių pokyčius.

2 lentelė. Morfometrinių rodiklių kaitos tendencijų sutapimų analizės rezultatai įvairių ploto ( $A$ ) intervalų ežeruose (žymėjimų reikšmės analogiškos kaip ir 1 lentelėje)

Table 2. Results of overlapping change patterns of morphometric parameters in the different areas interval ( $a$ ) lakes. Marking analogous to that in Table 1

A, ha		$\delta A - \delta L$			$\Delta a - \delta A$			$\Delta a - \delta L$			$\Delta a - \delta A - \delta L$		
		$\Sigma$	+	-	$\Sigma$	+	-	$\Sigma$	+	-	$\Sigma$	+	-
50–65	n	15	5	10	25	2	23	11	1	10	7	0	7
	%	31,9	10,6	21,3	53,2	4,3	48,9	23,4	2,1	21,3	14,9	0,0	14,9
65–90	n	13	5	8	25	6	19	11	3	8	4	0	4
	%	26,0	10,0	16,0	50,0	12,0	38,0	22,0	6,0	16,0	8,0	0,0	8,0
90–140	n	16	6	10	19	3	16	19	8	11	9	1	8
	%	37,2	14,0	23,2	44,2	7,0	37,2	44,2	18,6	25,6	20,9	2,3	18,6
140–260	n	14	7	7	21	7	14	15	10	5	8	4	4
	%	36,8	18,4	18,4	55,3	18,4	36,9	39,5	26,3	13,2	21,1	10,5	10,6
>260	n	22	12	10	29	6	23	20	8	12	13	4	9
	%	39,3	21,4	17,9	51,8	10,7	41,1	35,7	14,3	21,4	23,2	7,1	16,1
Iš viso	n	80	35	45	119	24	95	76	30	46	41	9	32
Total	%	34,2	15,0	19,2	50,9	10,3	40,6	32,5	12,8	19,7	17,5	3,8	13,7

## IŠVADOS

Turimi kadastriniai duomenys neleidžia atlikti tikslaus kiekybinio Lietuvos ežerų morfometrinių rodiklių pokyčių įvertinimo. Tai pirmiausia susiję su netikslią kartografinę informaciją, naudota sudarant kadastrus, skirtingu naudotų žemėlapių masteliu bei sudarymo laiku. Nemažai klaidų, trukdančių deramai pasinaudoti kadastrų duomenimis, yra ir pačiuose ežerų kataloguose (ypač sunkiai palyginama informacija apie mažesnius kaip 50 ha ežerus). Kadastruose pateikiama informacija leidžia spręsti apie bendruosius morfometrinių rodiklių kaitos dėsningumus, būdingus didesniems kaip 50 ha ežerams. Nustatyta, kad visos tiriamos ežerų charakteristikos (vandens lygio altitudė  $a$ , plotas  $A$  ir kranto linijos ilgis  $L$ ) tarp 1953 m. ir 1964 m. kadastrų sudarymo vidutiniškai sumažėjo. Dauguma šių pokyčių sietini su bendro vandeningumo mažėjimo periodu, būdingu Lietuvai 1930–1960 m. Tai liudija neigiamos pokyčių bei nuokrypių vidurkių reikšmės ( $\Delta a$ ,  $\delta A$ ,  $\delta L$ ). Ryšius tarp pačių pokyčių apibūdinantys koreliacijos koeficientai ( $r_{\delta A-\delta L}$ ,  $r_{\delta A-\Delta a}$ ,  $r_{\delta L-\Delta a}$ ) buvo teigiami, kas liudija, jog dažniau vyravo analogiško pobūdžio kaita. Pokyčių tendencijos sutapimų analizė rodo, kad patikimiausiu morfometriniu rodikliu senuosiuose ežerų kadastruose laikytinas ežero plotas: pasikeitus jam, dažniausiai būdavo nustatomi analogiškomis tendencijomis pasižymintys kitų rodiklių (altitudės, kranto linijos ilgio) pokyčiai. Nepavyko nustatyti sąsajų tarp rodiklių, apibūdinančių ežerų hidrografinį aktyvumą, ir ežerų morfometrinių charakteristikų kaitos. Sudarant naująjį Lietuvos ežerų kadastrą būtina atkreipti dėmesį į morfometrinių charakteristikų nustatymo (šiuolaikinių žemėlapių hidrografinio sluoksnio pagrindu) problemas (su koku vandens lygiu susieti plotai, ar žemėlapyje nurodomos altitudės atitinka jų sudarymo datą ir t. t.).

Gauta 2013 03 06  
Priimta 2013 04 09

## LITERATŪRA

1. Aleknavičius A., Sinkevičiūtė V. 2008. *Kartografija*. Kaunas: Ardiva.
2. Bieliukas K., Kriščiūnas J. 1953. *Lietuvos ežerų katalogas*. Vilnius.
3. Bukantis A., Gulbinas Z., Kazakevičius S., Killkus K., Mikelinienė A., Morkūnaitė R., Rimkus E., Samuila M., Stankūnavičius G.,

- Valiuškevičius G., Žaromskis R. 2001. *Klimato svyravimų poveikis fiziniams geografiniams procesams Lietuvoje*. Vilnius: Geografijos institutas.
4. Chomskis V. 1979. *Kartografija*. Vilnius: Mokslas.
5. Čekanavičius V., Murauskas G. 2000. *Statistika ir jos taikymai. I knyga*. Vilnius: TEV.
6. Garunkshtis A. 1975. *Sedimentacionnye processy v oziorakh Litvy*. Vilnius: Mokslas.
7. Garunkštis A. 1978. Dar kartą apie Šventą. *Mūsų gamta*. 8: 18–19.
8. Hakanson L. 1981. *A manual of lake morphometry*. Berlin: Springer.
9. Killkus K. 1982. *LTSR ežerų morfometrija*. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla.
10. Killkus K. 1989. *Lietuvos ežerų hidrologija*. Vilnius: Mokslas.
11. Killkus K., Vilkelytė D. 2011. Švento ežero daugiamečiai ir sezoniniai vandens lygio svyravimai. *Geografija*. 47(2): 55–61.
12. Lietuvos Respublikos Vyriausybė. 2010. Dėl valstybinės reikšmės paviršinių vandens telkinių sąrašo patvirtinimo. Nutarimas. *Valstybės žinios*. Nr. 72-3657 (2010-06-22).
13. Lietuvos Respublikos Vyriausybė. 2012. Dėl Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2000 m. rugsėjo 19 d. nutarimo Nr. 1114 „Dėl Lietuvos respublikos upių, ežerų ir tvenkinių valstybės kadastro steigimo ir jo nuostatų patvirtinimo“ pakeitimo. *Valstybės žinios*. Nr. 49-2394 (2012-04-26).
14. *Lietuvos TSR ežerų sąrašas su morfometriniais duomenimis*. 1964. Kaunas: Respublikinis vandens ūkio projektavimo institutas.
15. *Lietuvos TSR vandens telkinių katalogas*. 1988. Vilnius: Lietuvos TSR valstybinis agropromoninis komitetas. Lietuvos žemėtvarkos projektavimo institutas.
16. Macevičius J. 1991. Klimato svyravimai Lietuvoje ir antropogeninė veikla. *Regioninė hidrometeorologija*. 14: 5–10.
17. Shnitnikov A. 1975. Uroven ozior zemnogo shara kak pokazatel izmenchivosti vo vremeni obshchei uvlazhniionnosti ikh baseinov. *Gidrologiya ozior i vodochranilishch 1. Oziora*. 4–32.
18. Taminskas J. 2001. Limnologinės duomenų bazės raida ir aktualijos. *Geografija Lietuvoje*. Vilnius. 197–208.
19. Tamošaitis J. 1974. Kodėl senka Švento ežeras. *Geografijos metraštis*. 13: 85–95.
20. Valiuškevičius G. 1993. Lietuvos nenuotakūs ežerai. *Geografija*. 29: 38–40.
21. Valiuškevičius G. 1998. Mažų nenuotakių ežerų hidrofizinių rodiklių ypatumai. *Geographia Juventa*. 67–79.
22. Valiuškevičius G. 2007. *Mažieji Lietuvos ežerai: ištekliai, genezė, hidrologija*. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla.
23. Zograf N., Zograf J. 1907. Rybolovstvo i rybovodstvo v Severo-Zapadnom krae. *Otchyety ekspeditsii 1904 goda, organizovannoy otdelom ikhtiologii*. Moskva.

Janina Brastovickytė, Gintaras Valiuškevičius

## THE POTENTIAL CREDIBILITY OF LITHUANIAN LAKE CADASTRE DATA OF MORPHOMETRIC INDICES ALTERATION EVALUATION IN DUE TIME

### *Summary*

The thesis issues deal with the Lithuanian lake catalog credibility potential to reveal infallible information considering lake morphometric parameters change evaluation in due time. The paper analyses Lithuanian lakes with an area greater than 50 ha, morphometric parameters (water level altitude  $a$ , area  $A$  and length  $L$  of the shoreline). In the catalogs, the data on Lithuanian lakes differs in content and quality, yet has one thing in common – morphometric indices calculated according to the maps.

In this work the methodology used for comparison of lakes morphometric indices was chosen according to specific data used in the analysis. Specific data was mostly selected due to the peculiarities of primary sources of information – such as lakes registers. This allows the methodology for the analysis of data to be divided into three main stages: 1) selection of information sources, 2) sampling, and 3) selection of analytical methods.

Most cadastral information about lakes presenting data sources differs significantly in volume, used methods, and the quality of maps. Therefore, some of them may not even be compared to each other. The most appropriate pieces for comparison were those of 1953 and 1964 lake cadastres. Unfortunately, not all data is comparable in lake numbers as well as in morphometric pa-

rameter values. However, most of these differences can be easily explained.

The main parameters to evaluate were the potential changes that occurred among a lake area ( $A$ ) and a shoreline length ( $L$ ). Additionally, these parameters were examined as a sequence to water level change ( $\Delta a$ ).

It was ascertained that all the investigated lake characteristics declined during the period between cadastres. Correlation coefficients ( $r_{\delta A-\delta L}$ ,  $r_{\delta A-\Delta a}$ ,  $r_{\delta L-\Delta a}$ ) characterizing relations between changes were positive, therefore proving that there might have been more similar character changes. The analysis of data variation overlap shows that the most reliable morphometric indicator of early lakes is the area of a lake. The change of the latter was often coherent to other parameters (altitude, shoreline length) alterations.

The comparison between other characteristics shows that when the actual altitude of water level is increasing, negative changes in the number of coincidences decrease. This means that morphometric indices of upper lakes declined significantly less often in comparison to lakes which are located in the lower regions. Here-with, change in the distribution of tendencies overlap in various area intervals – as well as the correlation analysis – shows that changes in number are almost unlinked with a lake area. According to analysis of lake physical data congruence within time, it is stated that there are no relations between parameters characterizing lakes hydrographic activity and morphometric characteristics of lake changes.

**Key words:** lake, cadastre, morphometric index, cartometry