

TRAKŲ EŽERYNO HIDROGRAFIJOS IR HIDROLOGIJOS YPATUMAI

KĘSTUTIS KILKUS

Vilniaus universitetas

IVADAS

Trakų istorinio nacionalinio parko teritorijoje telkšo net 32 ežerai, tačiau sakydami „Trakų ežerynas“, mes dažniausia turime mintyse tarpusavyje susijusių ir tame pačiame absoliutiniame aukštyje telkšančių Galvės–Skaisčio–Totoriškių–Lukos–Nerespinkos ežerų sistemą (toliau ją vadinsime Galvės sistema) ir šalia esantį, bet hidrografiniu ir hidrologiniu požiūriais visiškai savarankišką Akmenos ežerą. Būtent šie 6 ežerai formuoja Nacionalinio parko teritorijos veidą, nes jiems tenka atitinkamai 82%, 91% ir 60% visų parko ežerų ploto, tūrio ir kranto linijos ilgio, be to, jiems suteikti atskirų hidrografinių draustinių statusai.

Hidrografijos samprata yra nevienareikšmė (Kolupaila, 1924; Čebotariovas, 1978; Johanssonas, 1984). Mūsų manymu, šis mokslas tyrinėja paviršinio vandens objektų erdvinius ryšius, per kuriuos jie integruojasi į įvairaus rango hidrologines sistemas – upių baseinus (upynus). Galima sutikti, kad hidrografijos interesų lauke atsiduria ir ežerų struktūros problematika, pavyzdžiui, akvatorijų sąskaida, salingumas, kranto linijos vingiuotumas ir kt. Gal šitai turėta galvoje suteikiant hidrografinių draustinių statusus ir Trakų istorinio nacionalinio parko ežerams, vis dėlto tąsok nesuprantama motyvacija, kuo ypatinga hidrografija, pavyzdžiui, Akmenos ežero, juolab kai nuo pastarojo atskiriamas hidrografinis Bražuolės draustinis? Hidrografija yra vizuali baseine vykstančio vandens apytakos ciklo – hidrologinio proceso – išraiška, tačiau, kita vertus, atspindi jį tik iš dalies, nes yra determinuota ir praeities įvykių – paleogeografijos. Šiuolaikinėje hidrografijoje beveik neatsispindi požeminė vandens apytakos ciklo komponentė, o ji Trakų ežeryne yra itin svarbi ir net atlieka paslėpto hidrografinio ryšio funkciją. Ežerai yra ir hidrografinio tinklo elementai, ir hidrologinio proceso dalyviai – vandens kaupėjai, eikvotojai ir skirstytojai. Jų hidrologinį aktyvumą vienu ar kitu laikotarpiu apibūdina vandens balanso struktūra, kurios integralinė išraiška yra ežerų vandens lygio svyravimai – sudėtinė ežerų hidrologijos dalis.

Šiame straipsnyje norėtume aptarti Trakų ežeryno hidrografinius ypatumus, išplaukiančius iš unikalios didžiųjų ežerų hidrologijos, kuri buvo intuityviai suvokta ir transformuota Salos pilies statytojų.

1. DUOMENYS IR METODAI

Ežerų vandens balansams apibūdinti buvo panaudoti tiksliniai tyrimai, kuriuos autorius atliko dar 1975 m. vasarą ir pakartojo 1976 m. žiemą. Tąsyk buvo apskaičiuoti trumpalaikiai vandens balansai laikotarpiams be kritulių (Kilkus, 1988), iš kurių paaiškėjo, kad ir Akmenos ežeras, ir Galvės sistema turi požeminę (filtracinę) nuotėkio sudedamąją. Kadangi pagal vandens balanso lygties liekaną galima buvo apskaičiuoti tik rezultatyviają filtraciją (požeminė prietaka į ežerą minus požeminis nuotėkis iš ežero), teko toliau tirti Galvės sistemos metinius vandens balansus per ilgesnį 1954–1981 metų laikotarpį. Pirmajame tyrimo etape išskėlėme hipotezę, kad metinio vandens balanso struktūrą apibūdina ši lygtis:

$$P + I = E + O_s \pm S,$$

čia P – krituliai, išskrintantys tiesiog ant ežero vandens paviršiaus, I – bendra prietaka (paviršinė ir požeminė) į ežerą, E – garavimas iš vandens paviršiaus, O_s – paviršinis nuotėkis iš ežero (Žydiškių kanalu), S – vandens akumuliacija per metus.

Kritulius įvertinome pagal Trakų meteorologijos posto duomenis, kuriuos patikrinome, o esant būtinybei – pataisėme arba užpildėme spragas, remdamiesi ryšiais su aukštesnės kategorijos Trakų Vokės meteorologinės stoties duomenimis.

Garavimą iš vandens paviršiaus apskaičiavome mėnesio intervalais pagal Rusijos hidrologijos instituto formulę (GGI..., 1969). Būtinai parametrai buvo įvertinti pagal Totoriškių ežero vandens paviršiaus temperatūrą ir Trakų Vokės meteorologijos stoties duomenis (vėjo greitį, oro temperatūrą ir drėgnumą).

Paviršinį nuotėkį iš Galvės sistemos apskaičiavome kiekvieniems metams pagal ištako (Žydiškių kanalo) debitų kreivę, apibūdinančią ryšį tarp vandens lygio ežeryne (Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos stebėjimų Totoriškių ežere duomenys) iš vandens debito ištake (autorius matavimai). Nuotėkis apskaičiuotas mėnesio intervalais pagal vidutinius to laikotarpio vandens lygius.

Vandens akumuliacija Galvės sistemoje per metus įvertinta pagal vandens lygio Totoriškių ežere skirtumus iki kiekvienų metų sausio 1 dienos, priskiriant šiai datai penkerių paeiliui einančių dienų vandens lygio vidurkį. Be to, analizuoti Totoriškių ežero vidutiniai metiniai, aukščiausieji ir žemiausieji vandens lygiai per 1953–2002 metų laikotarpį, įvertinti jų tarpusavio ryšiai ir daugiamečių kaitos trendai.

Suminę (paviršinę ir požeminę) prietaką į Galvės sistemą apskaičiavome pagal vandens balanso lygties liekaną kiekvieniems metams. Kadangi gautasis rezultatas (vidutinė prietaka) yra daug mažesnis už rajoninį foną (Kovalenkoviėnė, Jurgelėnaitė, 1996), nedermė priskirta sistemos požeminiam nuotėkiui (1 lentelė).

1 lentelė. Galvės sistemos ežerų vidutinis metinis vandens balansas (visos sudedamosios yra išreikštos ežeryno paviršiaus vandens sluoksniu)

Table 1. Mean annual water balance of the Galvė System's Lakes (all constituents are expressed as water surface layers).

Balanso sudedamoji Constituent of the balance	Vandens sluoksnis, mm Water layer, mm	% nuo balanso pajamų/ išlaidų Percentage of total input/ output
Krituliai Precipitation	710	50,5
Suminė prietaka Total inflow	696	49,5
Garavimas Evaporation	700	49,8
Paviršinis nuotėkis Surface outflow	184	13,1
Požeminis nuotėkis Outseepage	522	37,1

2. EŽERYNO PALEOHIDROGRAFIJA

Trakų ežeryno genezei apibūdinti dažnai naudojamas terminas „sudėtinga ledyninės kilmės ežerų sistema“ (Garunkštis, 1975), vis dėlto, pasak žinomo Lietuvos reljefo tyrinėtojo Č. Kudabos (1983), ištisai sudėtinga yra tik Galvės sistemos genezė. Antai Skaisčio ežeras ir Galvės ežero šiaurinė dalis plyti duburiuose, susidariusiuose tarp Rytų Lietuvos fazės ledyno ankstyvesnių (II ir III) recesinių darinių; Galvės ežero pietinėje dalyje III darinių grandinė yra apsemta ir tik vietomis išnyra iš vandens salomis, o dar labiau į pietus yra išlikę senesnių dubaklonių (Totoriškių bei Lukos) fragmentai. Visa tai nulėmė akvatorijos, ypač – pietinės dalies, salingumą ir jos erdvinę sąskaidą. Pastarąją iš dalies apibūdina kranto linijos išsivystymo koeficientas (N), kuris šioje ežerų sistemoje siekia 3,8. Didesnes N reikšmes Lietuvoje turi tik itin ištįsę ir šakoti rininiai ežerai (Sartai, Asveja, Vilkokšnis). Akmenos ežero duburys yra jaunesnis ir daug elementaresnis: ta pati III moreninė grandinė, užremianti Skaisčio ežerą iš šiaurės ir išnyranti salomis Galvėje, ištisai juosia Akmenos ežerą iš pietų pusės, o šiauriniame krante dunkso jaunesnės IV moreninės grandinės kalvos.

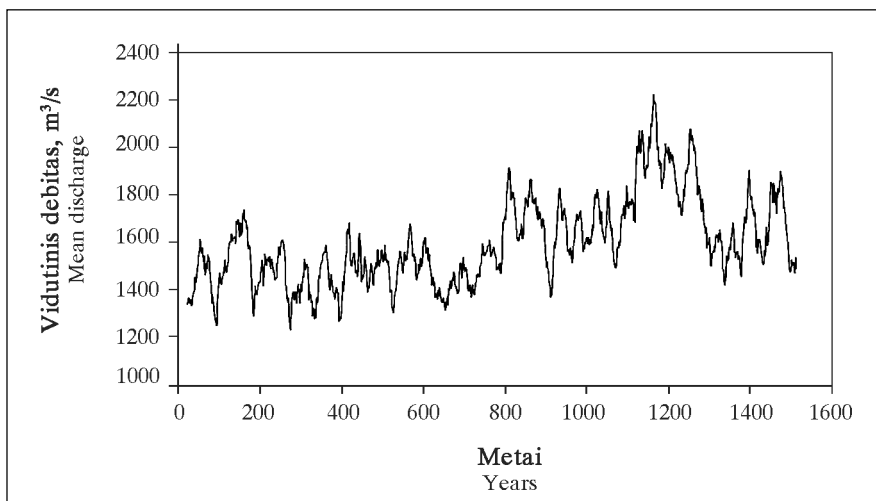
Apie Trakų ežeryno hidrografinius ryšius su Bražuolės ir Saidės baseiniais buvo jau daug rašyta ir kalbėta, ypač – Galvės sistemos vandens lygio, buvusio Salos pilies statybos metu, kontekste. Būtina pastebėti, kad visi vertinimai, tarp jų – ir šio straipsnio autoriaus (Vodzinskas, 1962; Mekas, 1968; Garunkštis, Stanaitis, 1969; Baliulis, 1977; Kilkus, 1986; Baliulis, Mikulionis, Miškinis, 1991), buvo intuityvūs ir hipotetiški, nes iki šiol nėra atsakymo į esminį klausimą: ar Galvės sistema ankstyvojoje savo raidos stadijoje turėjo paviršinį nuotėkį (ištęskantį upelį, nuosrūvos lataką), ar ne? Nuo atsakymo, t. y. pirminės hipotezės formulavimo, priklausys ir rekonstruojamų praeities įvykių seka bei kryptis. Mūsų manymu, labiau

įtikėtina antroji prielaida, nes ties Žydiškėmis iš Skaisčio ežero ištekančio upelio vagos morfometrija ir hidraulika išvis neturi analogų natūraliose ežeringose protakose, kurių – ilgesnių ir trumpesnių – Lietuvoje yra gana daug. Tarus, kad Galvės sistema iš pradžių buvo nenuotaki, galima sukurti bendriausiomis hidrologinėmis žiniomis pagrįstą ežeryno raidos scenarijų, kuris dera ir su žinomais geomorfologiniais, istoriniais bei archeologiniais faktais. Paminėsi-me tik svarbiausias šitokio scenarijaus pozicijas.

Ledynmečio pabaigoje viso ežeryno paviršinis nuotėkis plūdo per erdvų Akmenos ežero nuosrūvos lataką, kuris atsivėrė pradėjus degraduoti Bražuolės dubumoje buvusiai ledyno plaštakai. Pagal E. Vodzinską (1962), ankstyvojo – dar nenuotakaus ežeryno vandens lygio altitudė buvo 155 m BS, o po natūralaus drenažo – 154 m BS. Mūsų nuomone, slūgio amplitudė yra akivaizdžiai sumažinta, nes gretimuose ežeruose, pavyzdžiui – Ilgų ežere, antrosios terasos aukštis virš šiuolaikinio vandens lygio yra 4 m (Garunkštis, 1975). Pasirinkus šį skaičių, natūraliai nuslūgusio Akmenos ežero vandens lygio altitudė būtų apie 151 m BS – labai artima dabartinio nuotėkio slenkščio altitudėi (apie 150,5 m BS).

Paviršinio nuotėkio slenkščio tarp Akmenos ir Galvės sistemos ežerų aukštis taip pat yra apie 150 m BS, taigi galima teigti, kad per Akmenos ežero nuosrūvos lataką nutekėjus vandeniui iš viso ežeryno, Galvės sistema izoliavosi ir pradėjo vystytis savarankiškai. Galvės sistemos „savarankiškumas“ reiškė, kad ji galėjo labai nuslūgti sausesnio ir šiltesnio klimato laikotarpiams (Akmenos baseinas jos nebemaitino) ir, priešingai, labai greitai atkurti savo vandens lygį perteklinio drėkinimo laikotarpiams (dešimtmečiais, šimtmečiais). Vandens lygiui pakilus iki 150 m BS, sistema vėl tapdavo nuotakia, ir tolesnis kilimas buvo jau neįmanomas. Iš Akmenos ežero vandens balanso išlaidų struktūros, kurioje yra labai svari filtracinė komponentė (apie tai kalbėsime vėliau), sektų, kad natūralioje būsenoje šio ežero vandens lygis turėjo būti žemesnis, o reakcija į perteklinį drėkinimą – lėtesnė nei gretimos Galvės ežerų sistemos. Taigi vanduo iš pastarosios periodiškai nutekėdavo į Akmeną, o ne atvirškščiai.

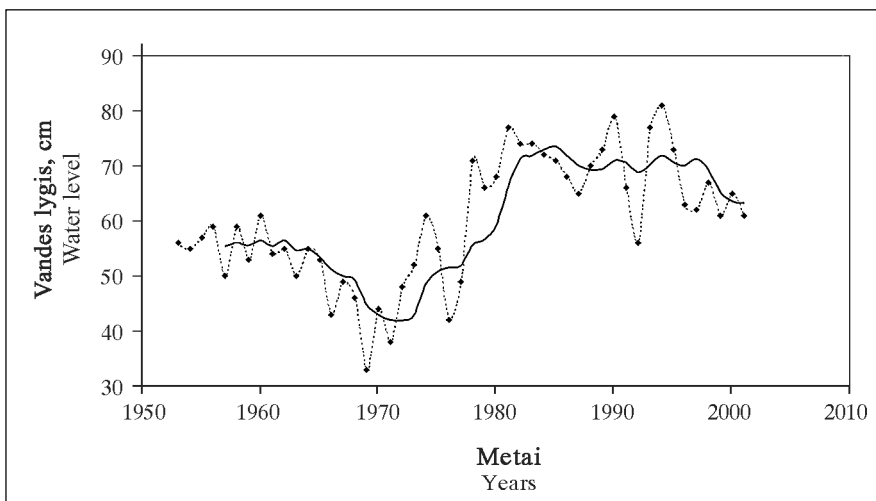
Periodiškai nuotakių takoskyrinių ežerų vandens balanse labai svarbus vaidmuo tenka vertikaliosioms balanso sudedamosioms (krituliams, iškrintantiems tiesiai ant vandens paviršiaus, ir garavimui), kurių poveikis vandens lygio svyravimams vandeningais ir sausringais laikotarpiams yra sinergetiškas, t. y. nulemia progresuojančius kilimą (transgresiją) arba slūgį (regresiją). Trakų ežerų vandens lygis turėjo būti itin žemas vadinamojoje „klimato optimumo“ epochoje (1 pav.), ir šitai visiškai dera su kadaise K. Meko (1968) išsakytomis mintimis. Nors minėtosios epochos ribos įvairiuose Europos regionuose šiek tiek skiriasi, manoma, kad Lietuvoje jau XIII a. pabaigoje klimato ritmas pakeitė ženklą, ir prasidėjo „mažojų ledynmečio“ laikotarpis (Bukantis, 1996), nulėmęs ežerų vandens lygio transgresiją. Žinant (iš pastarojo 50-mečio Galvės sistemos vandens lygio instrumentinių matavimų), kad net ir nuolatinį paviršinių nuotėkį turinčioje sistemoje dešimtmečių rango vandens lygio svyravimo amplitudė siekia 0,5 m (2 pav.), galima tikėtis nelyginti spartesnės nenuotakaus ežeryno reakcijos į ilgalaikį (šimtmečių rango) klimato pokytį. Šitokių – itin didelės amplitudės (> 3 m) vandens lygio svyravimų nenuotakiuose Lietuvos ežeruose būta ir XX amžiuje (Kilkus, 1989).



1 pav. Dnepro upės (ties Locmanskaja Kamenka) metinio nuotėkio svyravimai (slankių 20-mečių vidurkiai) I–XV a. po Kr. (pagal G. Švecą, 1978)

Fig. 1. 20-year moving of annual discharge of the Dnepr River at Locmanskaja Kamenka site during I–XV centuries (based on Švec, 1978)

Taigi Salos pilies statybos pradžia Galvės sistema jau buvo pasiekusi 150 m BS lygį ir tapo nuotakia (nuotėkis į Akmenos ežerą). Visiškai įmanoma, kad pilies statytojai bandė gilinti natūralią protaką, o gal pažeminti ir Akmenos nuotėkio slenkstį, bet didesnio efekto gauti, suprantama, negalėjo. Be to, pagal darbų mastą šis projektas kažin ar vadintinas „Didžiuoju perkasu“, apie kurį yra rašęs A. Baliulis (1977). Greičiausiai jis buvo sudėtinė dalis (o gal tik pirmas bandymas?) didesnio projekto – pažeminti Galvės sistemos vandens lygį, perkasant išties aukštą pertvarą tarp Skaisčio ir Balčio ežerų. Šitai atlikus vandens lygis Galvės ežerų sistemoje turėjo nukristi apie 1,5 m (palyginti su dabartiniu 148,4 m BS). Dar daugiau: Salos pilies statytojų valia Lietuvoje buvo pirmą kartą realizuotas vandens persikirs-tymo tarp skirtingų upių baseinų (iš Bražuolės – į Saidės) projektas. Iškasus Žydiškių kana-lą, Galvės sistema įgijo naują paviršinio nuotėkio slenkstį, kuris limitavo kiek didesnę (>0,5 m) vandens lygio kilimą net ir perteklinio vandens balanso sąlygomis. Sunku sutikti su isto-rikų nuomone (Baliulis, Mikulionis, Miškinis, 1991), kad pastačius Salos pilį, sistemos van-dens lygis buvo vėl dirbtinai pakeltas, nuleidžiant į ją Akmenos ežero vandenį. Šitoks bandy-mas būtų tiesiog bevaisis, nes ir labai greitai realizuotas (momentinis) Akmenos ežero van-dens lygio pažeminimas vienu metru galėtų pakelti vandens lygį Galvės sistemoje tik 30-čia centimetrų (paviršinį nuotėkį įgijusioje sistemoje šis efektas būtų dar mažesnis) – kažin ar šitokį hidrotechninį sprendimą galima vadinti racionaliu? Netvarkomo kanalo hidraulinis laidumas ilgainiui, suprantama, sumažėjo, todėl visiškai gali būti, kad XIX a. pabaigoje jį bandyta valyti (Garunkštis, Stanaitis, 1969). Vis dėlto nereikėtų pernelyg sureikšminti šių darbų masto ir jų poveikio vandens lygiui Galvės ežerų sistemoje: pagal mūsų ekspedicinius



2 pav. Galvės ežerų sistemos žemiausiųjų vandens lygių daugiametė kaita (konkrečių metų vandens lygiai – pertraukta linija, slankių 5-mečių vidurkiai – ištisinė linija)

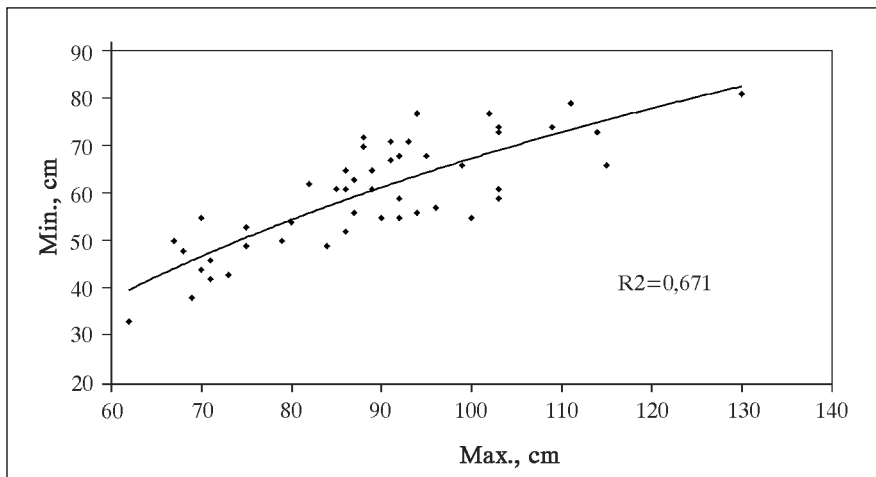
Fig. 2. Changes in minimum water levels of the Galvė System's Lakes (measured water levels – dotted line, 5-year moving – solid line).

tyrimus (Kilkus, 1988), elementarus ištako vagos išvalymas (biogeninės patvankos pašalinimas) gali „atpalaiduoti“ iš ežerų apie 10 cm vandens sluoksnį, o šitai atitinka 840 tūkstančių m^3 tūrį – nelyginti daugiau, nei reikėjo vandens projektuojamiems Lentvario tvenkiniams užpildyti (Aplinkos ministerija..., 1998).

3. ŠIUOLAIKINĖ HIDROGRAFIJA IR HIDROLOGIJA

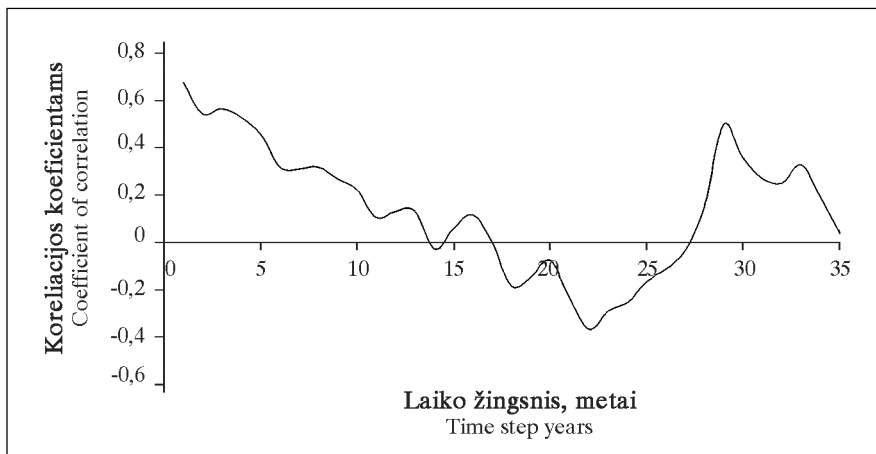
Galvės, Skaisčio, Totoriškių, Lukos ir Nerespinkos ežerai sudaro vieningą tame pačiame absoliutiniame aukštyje (148,4 m BS, pagal 1998 m. kartografinę medžiagą) telkšančių ir tarpusavyje susijusių takoskyrinių ežerų sistemą, kurios bendras plotas siekia 8,4 km^2 . Sistemą maitinančio baseino plotas (be ežerų vertinamas 73,9 km^2 , o be Akmenos ežero baseino (19,7 km^2) – 54,2 km^2 (Grizienė ir kt., 1993). Mūsų nuomone, išties efektyvus (nuotėkio formavimosi požiūriu) maitinančiojo baseino plotas yra perpus mažesnis (24 km^2), nes paviršinė takoskyra daugelyje vietų, ypač – baseino pietinėje dalyje yra neraiški, ir jos lokalizacija priklauso tik nuo tyrinėtojo subjektyvaus sprendimo. Vertinant pagal sistemos paviršinį nuotėkį (1 lentelė), net ir 24 km^2 dydžio baseino vidutinis hidrologinis „produktyvumas“ (metinio nuotėkio modulis) siektų tik $2 l s^{-1} km^{-2}$, t. y. būtų apie 4 kartus mažesnis už rajoninę nuotėkio normą. Kaip jau minėjome anksčiau, ši nederinė inspiravo hipotezę, kad sistemos vandens balanso išlaidų dalyje turi būti dar viena sudedamoji – vandens netektis dėl filtracijos. Beje, šią hipotezę patvirtina ir hidrogeologinio modeliavimo duomenys (Baltrūnas, Valiūnas, Zuzevičius, 2003), ir trumpalaikiai žiemos laikotarpio vandens balansai (Kilkus, 1988). Pagal mūsų apskaičiavimus, dėl filtra-

cijos Galvės ežerų sistema per parą praranda apie $16\,000\text{ m}^3$ vandens, t. y. filtracinis debitas siekia 188 l s^{-1} . Šių duomenų šviesoje kitaip vertintinas ir sistemos ežerų vandens tūrio atsinaujinimo laikas – vidutiniškai 16 metų (vertinant tik pagal paviršinį nuotėkį – net 62 metai). Požeminis filtracinis srautas turi ir į šiaurę, ir į rytus orientuotas komponentes (Baltrūnas, Valiūnas, Zuzevičius, 2003), taigi galima teigti, kad antropogeninė hidrografinio tinklo rekonstrukcija tik šiek tiek pakoregavo Galvės sistemos ežerų – nuotėkio perskirstytojų – hidrologinį vaidmenį.



3 pav. Ryšys tarp Galvės sistemos ežerų žemiausiųjų (Min.) ir aukščiausiųjų (Max.) vandens lygių

Fig. 3. Relationship between minimum water levels (Min.) and maximum water levels (Max.) of the Galvė System's Lakes



4 pav. Galvės sistemos ežerų vidutinių metinių vandens lygių autokoreliacija

Fig. 4. Correlation between mean annual water levels of the Galvė System's Lakes

Kadangi sistemos paviršinis nuotėkis yra menkas, o filtracinę sudedamąją kompensuoja, matyt, stabili požeminė prietaka, ežerų vandens lygis per metus svyruoja nedaug (vidutiniškai 31 cm per 1953–2001 m. laikotarpį), ir vasaros pabaigoje ar rudenį būsiantį žemiausią vandens lygį galima patikimai prognozuoti pagal prieš tai pavasarį stebėtą aukščiausią vandens lygį (3 pav.). Kita vertus, didelis svoris vertikaliųjų sudedamųjų sistemos vandens balanse (apie 50% ir pajamų, ir išlaidų dalyse) nulemia jos reakciją (progresuojantį vandens lygio kilimą arba, priešingai, slūgį) į daugiamečius klimato svyravimus. Tai patvirtina ir vidutinių metinių vandens lygių autokoreliacijos funkcija (4 pav.), kurioje išsiskiria 29-erių metų ritmas. Šią indikacinę sistemos gebą reikėtų palaikyti, todėl bet kokie ją ardantys antropogeniniai poveikiai, pavyzdžiui, ištako (Žydiškių kanalo) vagos gilinimas arba, priešingai, tvenkimas yra neleistini.

Pagal 1996 m. kartografinę medžiagą, Akmenos ežero (plotas 2,76 km²) vandens paviršiaus altitudė yra 149,1 m BS, t. y. 0,7 m aukštesnė nei Galvės sistemos ežerų. Akmena priskirtina prie nenuotakių ežerų grupės, nes šiuo metu abiejų paviršinio nuotėkio latakų (į Galvės ežerą ir į Bražuolės aukštupį) slenksčiai yra aukščiau ežero vandens lygio. Maitinančiojo baseino plotas (be paties ežero) yra 21,8 km² (Grižienė ir kt., 1993). Tare, kad metinio nuotėkio hidromodulio, kritulių ir garavimo reikšmės yra analogiškos apskaičiuotoms Galvės sistemai, turime galimybę apytiksliai įvertinti (pagal vandens balanso lygties liekaną) Akmenos ežero požeminį nuotėkį (2 lentelė).

Akmenos ežero požeminis nuotėkis siekia vidutiniškai 14 580 m³ per parą, o tai atitinka filtracinį debitą 170 l s⁻¹. Turime pagrindą teigti, kad gautasis rezultatas yra pakankamai patikimas, nes pagal mūsų anksčiau atliktus ekspedicinius trumpalaikių vandens balansų duomenis (Kilkus, 1988), ežero filtraciniai nuostoliai buvo įvertinti 11 250 m³ per parą (filtracinis debitas 130 l s⁻¹). Nors nedermė yra palyginti nedidelė (apie 23%), galima paaiškinti ir ją: trumpalaikio vandens balanso metodu apskaičiuojama rezultatyvioji filtracija (reali filtracija minus požeminė prietaka į ežerą), taigi patikimesnis turėtų būti rezultatas, gautas taikant vidutinio metinio vandens balanso metodą.

2 lentelė. Akmenos ežero vidutinis metinis vandens balansas (visos sudedamosios yra išreikštos ežero paviršiaus vandens sluoksniu)

Table 2. Mean annual water balance of the Lake Akmena (all constituents are expressed as water surface layers)

Balanso sudedamoji Constituent of the balance	Vandens sluoksnis, mm Water layer, mm	% nuo balanso pajamų/ išlaidų Percentage of total input/ output
Krituliai Precipitation	710	27,3
Suminė prietaka Total inflow	1 890	72,7
Garavimas Evaporation	700	26,9
Požeminis nuotėkis Outseepage	1 900	73,1

Pagal hidrogeologų duomenis (Eitmanavičius, 1992), Akmenos ežero filtracinis srautas yra orientuotas į šiaurę ir krypsta Bražuolės aukštupio dešinėsios šakos link, taigi gali būti jos drenuojamas. Hidrologiniai tyrimai (Kilkus, 1986) šią prielaidą patvirtina: net ir vasaros sausmetyje aukštupio debitas yra anomaliai didelis (60–70 l s⁻¹) ir susidaryti „nuosavame“ 9 km² baseine negali. Hidrologiniu požiūriu tikrosiomis Bražuolės upės versmėmis laikytina dešinioji aukštupio šaka, drenuojanti Akmenos ežero filtracinį srautą, gausiai išsiliejantį Bražuolės piliakalnio papėdėje ir suformuojantį čia unikalią šlaitinę žemapelkę. Šią išvadą galima papildomai argumentuoti formaliais hidrografiniais rodikliais: Bražuolės dešinėsios šakos ilgis yra 1,7 km, o baseino plotas 9 km²; kairiosios šakos šie rodikliai yra atitinkamai tik 1,3 km ir 0,5 km² (Grižienė, 1993). Taigi kad ir kaip vertintume, dabartinės Akmenos ežero ir Bražuolės hidrografinių draustinių ribos yra nepagrįstos, iš tiesų jos turėtų riboti vientisą Akmenos–Bražuolės hidrografinį (hidrografinį–hidrologinį?) draustinį.

IŠVADOS

1. Iki Salos pilies statybos laikotarpio Galvės sistemos ežerai buvo periodiškai nuotakūs: transgresijų laikotarpiais jų vandens perteklius nutekėdavo į Akmenos ežerą, o iš ten – į Bražuolės upę; regresijų laikotarpiais ežerai būdavo nenuotakūs.

2. Šimtmečių rango vandens lygio svyravimo amplitudė Galvės sistemos ežeruose siekė apie 3 m.

3. Salos pilies statybos pradžioje Galvės sistemos ežerai pergyveno „mažą ledynmečio“ nulemtą transgresiją, todėl pilies statytojai buvo priversti atlikti hidrografinę rekonstrukciją – iškasti Žydiškių kanalą ir pažeminti ežerų vandens lygį.

4. Šiuo metu ir Galvės sistemos, ir Akmenos ežerų vandens balansuose yra itin reikšmingos požeminio nuotėkio sudedamosios, todėl ežerų priskyrimas vienam ar kitam upės baseinui pagal išorinius hidrografinius rodiklius yra fiktyvus ir nepriimtinas.

5. Vandens lygio svyravimai Galvės sistemos ežeruose gerai atspindi daugiamečius klimato pokyčius, ir šią indikacinę sistemos savybę būtina apsaugoti nuo galimų antropogeninių poveikių.

LITERATŪRA

1. Aplinkos ministerija, Hidrografinio tinklo tarnyba, 1998. *Tvenkinių katalogas*. Kaunas.
2. Baliulis A., 1977. Kada atsirado Perkasas. *Mūsų gamta* 8, 13.
3. Baliulis A., Mikulionis S., Miškinis A. 1991. *Trakų miestas ir pilys*. Vilnius.
4. Baltrūnas V., Valiūnas J., Zuzevičius A. 2003. Trakų istorinio nacionalinio parko geologiniai–hidrogeologiniai ypatumai. *Trakų istorinis nacionalinis parkas – UNESCO Pasaulio paveldo sąrašuose – poreikis ir galimybės (konferencijos pranešimų tezės)*. Trakai.
5. Bukantis A., 1996. *Neįprasti gamtos reiškiniai Lietuvos žemėse XI–XX amžiuose*. Vilnius.
6. Čebotariov A., 1978. *Gidrologinis slovaris*. Leningrad.
7. Eitmanavičius S., 1992. Trakų nacionalinis parkas: hidrogeologija ir ekologija. *Geologijos akiračiai* 4, 46–49.
8. Garunkštis A., 1975. *Sedimentacijonnyje procesy v oziorach Litvy*. Vilnius.

9. Garunkštis A., Stanaitis A., 1969. *Ežerai gimsta, bręsta ir miršta*. Vilnius.
10. GGI, 1969. *Ukazaniya po rasčiotu isparienija s vodnoj povierchnosti*. Leningrad.
11. Grižienė G. ir kt., 1993. Neries hidrografija. *Energetika 1*, 20–41.
12. Johansson I. (ed.), 1984. *Nordic Glossary of Hydrology*. Stockholm.
13. Kilkus K., 1986. *Lietuvos draustinių ežerai*. Vilnius.
14. Kilkus K., 1988. Trakų ežerų hidrologijos bruožai. *Kn.: Trakų ežerų hidrochemija ir sedimentacijos bruožai*. Vilnius, 64–76.
15. Kilkus K., 1989. *Lietuvos ežerų hidrologija*. Vilnius.
16. Kolupaila S., 1924. Lietuvos hidrografija. I. Lietuvos upių baseinai. *Technika 1*, 56–109.
17. Kovalenkovienė M., Jurgelėnaitė A., 1996. Nauja Lietuvos upių metinio nuotėkio norma. *Energetika 3*, 50–63.
18. Kudaba Č., 1983. *Lietuvos aukštumos*. Vilnius.
19. Mekas K., 1968. Ar Trakų ežerai nuseko? *Mokslas ir gyvenimas 4*, 42–43.
20. Švec G., 1978. *Mnogoviekovaja izmienčivost stoka Dniepra*. Leningrad.
21. Vodzinskas E., 1962. Trakų ežeryno kilmės ir raidos bruožai. *Geografinis metraštis 5*, 197–222.

PECULIARITIES OF HYDROGRAPHY AND HYDROLOGY OF TRAKAI LAKES

Summary

The water balance structure as well as long-term water level fluctuations and the hydrography of largest lakes locating on the territory of Trakai Historical National Park have been studied. It is supposed on the basis of hydrological, geomorphological and historical data that up to the start of Island Castle-building the lakes belonging to the Galvė System have had intermittent surface outflow. During the periods of transgression, the system was connected with Lake Akmena and overflowed northwards towards River Bražuolė; during dry phases, the System stood about 3 m lower and was closed one. At the beginning of 14-th century, the Galvė System has reached maximum level resulting from the climatic changes of Little Ice Age, and the Island Castle-builders set themselves the task of lowering the level by means of artificial canal. So the System gained permanent outflow to the River Saide, and desirable result of lowering the level in 1.5 m, approximately, was obtained. As the precipitation directly on the water surface contributes about 50 per cent of the annual water income to the Galve System's Lakes and the same is part of evaporative losses, the lakes are still good climate change indicators, and a record of fluctuating levels dating back to the middle of the twentieth century is of great scientific importance today. Lake Akmena should be termed as closed one, but, on the other hand, it have significant outflow by a seepage and contributes to the sustained baseflow of River Bražuolė.