

Kauno marių krantų pokyčiai 1959–2002 metais

Vilma Kriauciūnaitė

Kriauciūnaitė V. Changes of Kaunas Reservoir banks in 1959–2002. *Geologija*. Vilnius. 2002. No. 40. P. 66–73. ISSN 1392–110X.

The Kaunas hydropower plant reservoir is a unique object for long-lasting observations and investigations of bank change process. Bank observations started in 1960. A broad variety of topographic and geological conditions, also dimensions and shapes of the reservoir allows to perform observations. Under the action of different factors some banks have changed significantly. The possibility and necessity to continue investigations by different geodetic methods are explained and substantiated.

Keywords: Kaunas Reservoir banks, bottom change process, prognosis

Received 25 September 2002, accepted 28 October 2002

Vilma Kriauciūnaitė. Kaunas Technological University, Studentų 48, LT-3000 Kaunas, Lithuania

IVADAS

Lietuvoje yra 784 tvenkiniai, kurių plotas prilygsta trečdaliui ežerų, arba 0,5% teritorijos ploto (Poška, Punys, 1996). Didžiausias Lietuvoje yra Kauno hidroelektrinės tvenkinys, toliau vadinamas Kauno mariomis, trečdaliu mažesnis – Ignalinos AE tvenkinys-aušintuvas Drūkšių ežeras, kiti tvenkiniai yra mažesni (Gailiušis, Jablonskis, Kovalenkoviėnė, 2001).

Daugelis tvenkinių prie Lietuvos upių įrengti vandens energijai gauti. Tvenkinių krantų ir dugno persiformavimo procesai yra įdomūs moksliniu ir svarbūs praktiniu požiūriu. Krantų persiformavimas aktualus žmonių ūkinei veiklai, buičiai, kelių ir statinių tvirtumui bei saugumui. Kauno hidroelektrinės tvenkinys yra unikalus objektas, tapęs savotišku poligonu ilgalaikiams krantų persitvarkymo procesams stebėti ir tirti. Reljefo ir gruntų įvairovė, tvenkinio matmenų bei formos ypatumai leidžia tirti įvairius reiškinius. Šiuose tyrimuose taikomi įvairūs geodeziniai metodai ir prietaisai, išbandomas jų tinkamumas įvairiomis sąlygomis.

Projektuojant ir statant Kauno hidroelektrinę buvo numatyta, kad tvenkinio krantai persiformuos. Ši prognozė pasitvirtino: Kauno marių krantai persitvarko, ir šis procesas ypač intensyvus didesnio jų polinkio vietose. Kauno marių krantų persiformavimo

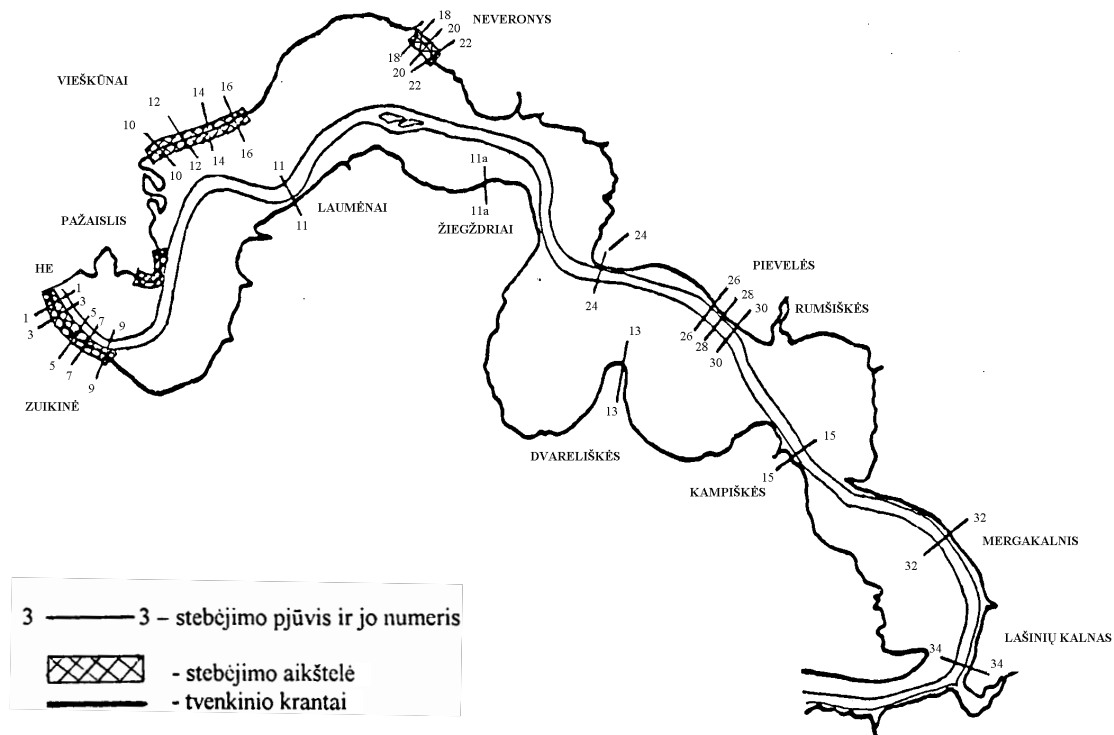
klausimai svarbūs ir kitiems tvenkiniams, kadangi krantų formavimosi bendriausi dėsniai yra vienodi. Todėl, nagrinėjant Kauno marių krantų būklę, buvo siekta patikrinti, kaip pasitvirtino Kauno hidroelektrinės projektuotojų prognozės, o kartu ir naudotų metodų patikimumą. Be to, buvo bandyta iširti įvairių geodezinių metodų taikymo šiuose tyrimuose galimybes.

Šiame straipsnyje pateikiami ir analizuojami tyrimų rezultatai, aptariamos galimybės ir tikslingumas tęsti stebėjimus.

KAUNO MARIŲ CHARAKTERISTIKA

1959 m. liepos 19 d. buvo pertvarta Nemuno vaga ties Kaunu, pradėtos formuoti Kauno marios. Tų pačių metų lapkričio 5 d. paleistas pirmasis agregatas, o 1960 m. balandžio 18 d. ir paskutinis, ketvirtasis, – Kauno HE pradėjo dirbti visu pajėgumu. Taip buvo baigtas formuoti didžiausias Lietuvoje tvenkinys.

Kauno marių plotas – 63,5 km², vandens tūris – 460 mln.m³ (1 pav.). Pagal kai kuriuose hidrodinaminius procesus (pvz., bangavimą) Kauno marios lyginamos su Kuršių mariomis. Čia pradėjo vystytis visiškai naujas bei savitas marių gamtos kompleksas (Žaromskis, 1996). Tvenkinio krantų ilgis – apie 200 km. Pa-



1 pav. Kauno marių krantų kitimo stebėjimo punktai ir profilių pjūviai

Fig. 1. Reference places and sections of observations of the dynamics on the shore line of Kauno marios

ties tvenkinio ilgis – 80 km. Didžiausias jo plotis – 3,3 km, vidutinis plotis žemutinėje (ežerinėje) dalyje – apie 2,0–2,5 km, vidurinėje – 0,5–0,8 km, aukštutinėje – 0,2–0,3 km, vidutinis plotis – 0,78 km. Vidutinis tvenkinio gylis – 7,3 m, gylis žemutinėje dalyje – 16–18 m, vidurinėje – 10–12 m, aukštutinėje – 5–7 m. Visas vandens tūris – 462 mln. m³, naudingas tūris – 222 mln. m³ (Jucevičiūtė, Vainauskas, Kudaba, 1988; Žaromskis, 1996; Gailiušis, Jablonskis, Kovalenkoviėnė, 2001).

Užtvenkus Nemuno upę ties Kaunu vanduo pakilo iki normalaus patvenkto horizonto (NPVH), kurio absoliutus aukštis – 44,0 m. Kauno marių tvenkinys yra vaginio tipo vandens baseinas. Jo vandens lygis reguliuojamas per parą. Didžiausias bangų išibėgėjimo kelias žemutinėje tvenkinio dalyje yra apie 8 km, vidutinis – apie 2,5–3,0 km (Norkus, 1983).

Kauno marios visapusiškai naudojamos ir tyrinėjamos nuo pat jų užtvenkimo.

Yra dvi marių dalys – aukštutinė upinė ir žemutinė ežerinė, kurios atsiskiria ties Darsūniškiu. Jos abi kinta. Aukštutinė dalis labiau užnešama nuosėdomis, kai kur užželia. Žemutinėje dalyje akivaizdesni krantų pakitimai: juos griaua bangos, formuojasi naujas krantų profilis (Vainauskas, 1996). Visus šiuos procesus reikia sekti, tirti, suprasti bei prognozuoti.

Kauno marių zonos klimatas apibūdinamas pagal Kauno ir Birštono meteorologijos stočių duomenis (Jankauskas, 1981). Oro temperatūra nukrenta žemiau nulio lapkričio antroje dekaadoje, o pakyla

aukščiau nulio kovo antrosios dekaodos pabaigoje. Maždaug 117 dienų temperatūra būna neigiama. Vegetacijos periodas Kauno marių zonoje – apie 190–200 dienų. Vidutinis metinis kritulių kiekis – 606 mm. Zonoje vyrauja vakarų ir pietų vėjai iki 15 m/s. Stiprūs vėjai per metus pasikartoja iki 16 kartų, sukeldami mariose dideles bangas, todėl sparčiau yra krantai ir šlaitai. Metinis saulėtų valandų skaičius siekia 1624–1707, todėl vietovės klimato sąlygos palankios ir augalams augti, ir žmonėms poilsiauti.

Kauno marios yra puiki rekreacinė teritorija, turinti daug vertingų rekreacijai ir turizmui objektų. Siekiant išsaugoti Kauno marių tvenkinio kraštovaizdį, pakrančių miškų augmeniją ir gyvūniją bei kultūros paveldo vertybes, 1992 m. buvo įsteigtas Kauno marių regioninis parkas. Parko įžymybė – Pažaislio vienuolyno ansamblis yra vienas vertingiausių XVII a. brandaus baroko kūrinių visoje Šiaurės Rytų Europoje. Marių pakrantėje išsikūręs Lietuvių liaudies buities muziejus, jachtklubas, yra nemažai piliakalnių ir kt. (www.kaunas.lt).

ANKSTESNI KAUNO MARIŲ TYRIMAI IR STEBĖJIMAI

Tyrimų darbai buvo pradėti dar prieš Nemuną užtvenkiant. 1951 m. juos pradėjo Vilniaus universiteto Geografijos katedros darbuotojai, vadovaujami

A. Basalyko. Ataskaitoje pateikti geomorfologiniai duomenys apie numatyto tvenkti slėnio atkarpą, aprašyti dirvožemiai, kraštovaizdžio komponentai.

Projektuojant HAE 1959–1960 m. buvo atlikti išsamūs inžineriniai-geologiniai, hidrogeologiniai ir topografiniai-geodeziniai darbai (F. Norkus, V. Vainauskas). Pagal metodikas preliminariai buvo įvertinta bangavimo griaunamoji jėga ir numatomas krantų persiformavimas, pateikti kiekybiniai (skaičiai ir grafikai) krantų persiformavimo dydžiai (Norkus, 1966).

Nuo 1960 iki 1971 m. Kauno marių pakrantės zonoje vykstančius fizinius geologinius procesus tyrinėjo KPI Inžinerinės geologijos katedra. Taigi jau buvo galima patikrinti kai kuriuos spėjimus. Paaiškėjo, kad ties mariomis vėjai 1,0–1,5 karto stipresni, nei juos fiksavo tolesnės meteorologijos stotys, o bangų aukštis siekė 0,8–1,4 m. Buvo siūlymų tvirtinti krantus (Norkus, 1983).

Nuo 1971 iki 1973 m. detalius geomorfologinius tvenkinio krantų tyrimus atliko Vilniaus pedagoginio instituto Geografijos katedra (vadovas doc. A. Garunkštis). Matuota ardomuose krantuose, pakartotinai matuojant nustatytose vietose profilius ir kartu tikrinant, kaip kinta gruntas. Gauta daug vertingos informacijos. Nustatyta, kad daugiausia ardomos medžiagos pernešama išilgai kranto ir nuvežama į giliają marių dalį, nustatytas krantų persiformavimo greitis ir kt. (Jucevičiūtė, Vainauskas, Kudaba, 1988).

1976–1978 m. stebėjimus vėl atnaujino KPI specialistai. Rezultatas – Kauno marių pakrantės zonos persiformavimo dėsniniai 1960–1977 m. laikotarpiai (Norkus, 1983).

VU Inžinerinės fotogrametrijos laboratorijos darbuotojų grupė, vadovaujama V. Vainausko, nuo 1985 m. suintensyvino Kauno marių krantų kitimo tyrinėjimo darbus. Tyrimų tikslas buvo nustatyti bei įvertinti, kaip litodinamiškai kito krantai, ypač žemutinėje Kauno marių dalyje, iki Kruonio hidroakumuliacinės elektrinės paleidimo. Tyrimams efektyviai panaudoti fotogrametriniai metodai (Vainauskas, Jucevičiūtė, 1991).

Statant Kruonio hidroakumuliacinę elektrinę, Kauno marios vėl buvo intensyviai ir visapusiškai tyrinėjamos VU specialistų (R. Žaromskio ir kt. 1985–1986). Remiantis ankstesniais bei 1990–1993 m. tyrimų duomenimis, buvo tiriamas bei analizuojamas Kruonio HAE hidroagregatų eksploatacijos poveikis marių krantams, dubeniui ir vandens augalijai. Tyrimų rezultatai rodo, kad Kauno marių gamtos kompleksas patyrė didžiulį antropogeninį poveikį, sukėlusį morfologinius, hidrodinaminius, litodinaminius ir biotinius pokyčius (Žaromskis, 1996).

Kauno marių dugno morfodinaminius tyrimus, remdamasi 1959 ir 1983 m. kartografinė medžiaga,

1989 m. atliko D. Mardosienė. Dugno morfodinaminiai pokyčiai nustatyti tik giliausiose buvusios Nemuno vagos vietose (Мардосене, 1991).

KAUNO MARIŲ RAJONO GEOLOGINIŲ, GEOMORFOLOGINIŲ SĄLYGŲ CHARAKTERISTIKA

Kauno marių apylinkių geologinė sandara ir reljefas labai sudėtingi. Teritorija, kurioje tyvuliuoja Kauno marios, tektoniniu požiūriu yra ties Vidurio Lietuvos ordoviko įlinkiu, kur kristalinis pamatas nugrimzdęs 700–800 m žemiau dabartinio jūros lygio. Čia stora nuosėdinių uolienuų danga užsibaigia kreidos sluoksniais. Kreidos paviršius slūgso po kvartero nuogulomis apytikriai dabartiniame jūros lygyje. Kvartero nuogulų komplekse įvairaus amžiaus moreninio priemolio sluoksniai čia kaitaliojasi su smėlio, smulkaus aleuritingo smėlio ar net molio tarp sluoksniais. Marių žemutinė atkarpa yra moreninėje lygumoje, kurios paviršius – apie 70–80 m virš jūros lygio, o aukštutinė marių dalis įsiterpia į aukštesnes plynaukštes (Kruonis) – ten ledyno nuogulų sluoksnių bendra storė siekia apie 120 m. Marių vanduo slūgso apytikriai kvartero storėms viduryje, t. y. nuo vandens paviršiaus iki natūralių slėnio krantų viršaus yra apie 30 metrų; tiek pat yra ir nuo upės dugno iki pokvarterinio paviršiaus.

Tiriant Kauno marių krantus, dėmesys krypta į viršutinę kvartero komplekso dalį, kurioje aktyviausiai sąveikauja vanduo ir sausuma. Litodinaminio persiformavimo greitis tiesiogiai priklauso nuo daugelio aplinkybių. Tiriami krantai yra tipizuojami bei mikrorajonuojami (Vaičys, 1981; Jucevičiūtė, Vainauskas ir kt., 1988).

SĄLYGOS, LEMIANČIOS KRANTŲ PERSIFORMAVIMO INTENSYVUMĄ

Žinoma (Финаров, 1974), kad krantų formavimąsi lemia šios pagrindinės sąlygos:

- geomorfologinės (reljefo sąlygos, amžius, reljefui turintys įtakos dabartiniai veiksniai, dubens morfologiniai elementai);

- geologinis dubens pagrindas (litologinė sudėtis, fizinės ir mechaninės uolienuų savybės, susiklojimas ir t. t.);

- hidrogeologinės sąlygos;

- klimato sąlygos.

Krantų persiformavimo intensyvumą sąlygoja:

- eroziniai procesai;

- eksploatacinis režimas, vandens lygio pokyčiai;

- abrazijos ir akumuliacijos procesai krantų zonoje, uždumblėjimas;

- srovės;

- gruntinis vanduo;

- šlaito genėzė (nuogriuvų, nuobirų ir nuošliaužų šlaitai);
- vėjuotumas;
- bangavimo procesų poveikis krantui;
- vėjo erozija;
- tvenkinio parametrai;
- tektoniniai poslinkiai.

Visi procesai, vykstantys povandeninėje ir viršvandeninėje dalyje, vienas kitą veikia ir jų sąveikoje formuojasi naujas kranto profilis.

Pagal geologinę sandarą Kauno marių krantai yra dvejetainiai:

- 1) šlaitai, kuriuose persiformuoja Nemuno apleidimo nuogulų kompleksas;
- 2) šlaitai, kuriuose persiformuoja aliuvinės ir eolinės nuogulos (Norkus, 1983).

TOPOGRAFINIS-GEODEZINIS PAGRINDAS

Prieš patvenkiant Kauno marias, 1959 m. būdingose būsimų krantų vietose buvo parinkti stebėjimo taškai bei stacionarios aikštelės (punktai), kuriuose padarytos topografinės bei geologinės nuotraukos, įtvirtinti stebėjimų profiliai. Keturiuose stacionariuose stebėjimo punktuose atlikta topografinė nuotrauka M 1:2000 su 0,5 m horizontaliu laiptu. Atliktas geometrinis niveliavimas. I punktą buvo įrengtas kairiajame krante, Zuikinėje. Ilgis – apie 2 km. II punktą, kurio ilgis – apie 1,2 km, yra dešiniajame krante, Pažaislyje. III punktą yra prie geležinkelio Kaunas–Vilnius, Vieškūnuose, dešiniajame krante. Ilgis – apie 1,5 km. IV punkto ilgis – apie 1,2 km, įrengtas dešiniajame krante, Neveronyse. Dar kitų kranto ruožų stebėjimui buvo parinkta 16 pavienių punktų, kurie išdėstyti kairiajame ir dešiniajame krante. Pavieniai punktai buvo susieti su IV klasės niveliacijos punktais uždarais ėjimais.

Pirmame paveikslėlyje pavaizduoti Kauno marių krantų kitimo stebėjimo punktai ir profilių pjūviai, parodyti tvenkinio ir upės krantai (sudaryta pagal V. Vainausko „Krantų dinamikos stebėjimo stacionari ir pjūviai“) (Vainauskas, Jucevičiūtė, 1991).

Profiliams susieti panaudotos Kauno miesto koordinatų ir Baltijos aukščių sistemos.

Stebėjimo punktai ir profilių Nr.

Zuikinė: 1–1; 3–3; 5–5; 7–7; 9–9.

Pažaislis: 2–2; 4–4; 6–6; 8–8.

Vieškūnai: 10–10; 12–12; 14–14; 16–16.

Neveronys: 18–18; 20–20; 22–22.

Stebimi profiliai

Kairysis krantas

Laumėnai: 11–11.

Dvareliškės: 13–13.

Vangai: 19–19.

Pociūnai: 21–21.

Birštonas: 23–23.

Dešinysis krantas

Gastilionys: 24–24.

Rumšiškės–Pievelės: 28–28.

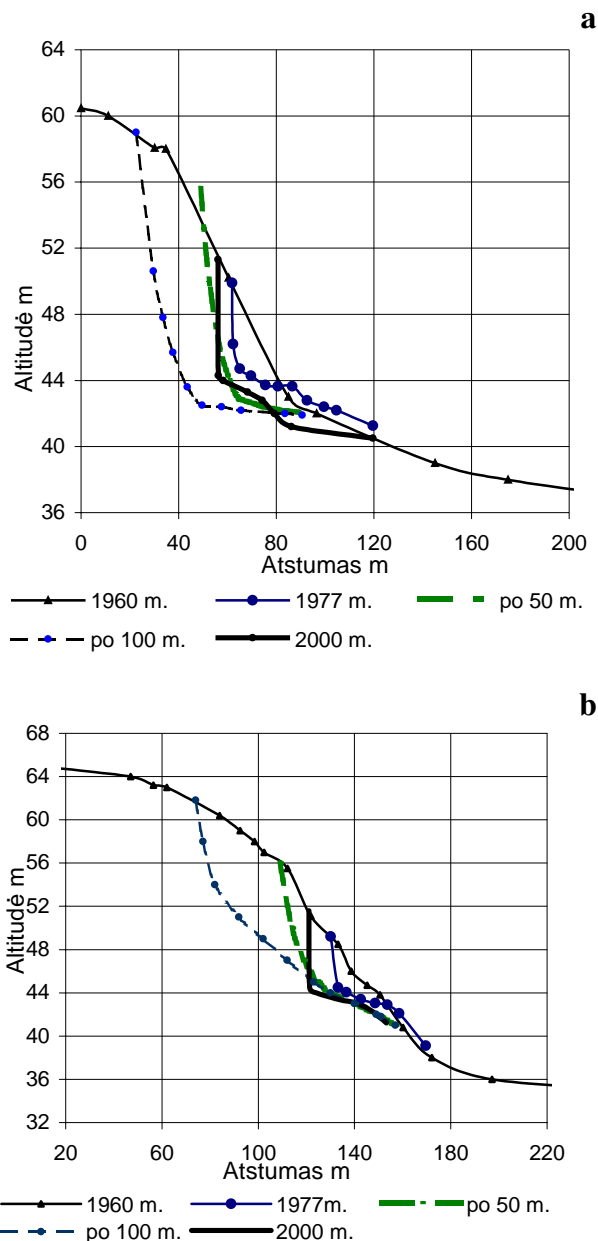
Rumšiškės–Pievelės: 30–30.

Mergakalnis: 32–32.

Lašinių kalnas: 34–34.

Medeikonis: 36–36.

Geologinei šlaitų sandarai tirti parinktuose stebėjimų stacionaruose ir profiliuose buvo padaryti gręžiniai ir šurfai, ištirtos atodangos. Gruntų fiziniams savybėms nustatyti buvo paimti monolito pavyzdžiai, taip pat panaudoti anksčiau atlikti „Hidroenergo-projekto“ duomenys.



2 pav. Profiliai Vieškūnų teritorijoje: a – 10–10 profilis; b – 12–12 profilis.

Fig. 2. Profiles in the area of Vieškūnai: a – 10–10 profile, b – 12–12 profile

Antras paveikslėlis iliustruoja Vieškūnų stebėjimo punkte esančių 10–10 (2 pav., a) ir 12–12 (2 pav., b) profilių persiformavimą bei prognozę po 50 ir 100 metų. Pateikiamas pirminis kranto profilis 1960 m., pokytis praėjus 17 ir 40 metų bei prognozuojamas kranto profilis po 50 bei 100 metų.

1960 M. PROGNOZĖS

Atlikus geomorfologinę analizę buvo prognozuotas krantų persiformavimas (plotis m, išplautas tūris m³) (Norkus, 1960). Egzistuoja keli metodai, kuriais remiantis apskaičiuojamas krantų persiformavimas:

- 1) energetinis (paremtas bangavimo energijos skaičiavimais);
- 2) grafinis-analitinis (įvertinant pakrančių nuolydžius ir kitus rodiklius);
- 3) analogijos.

Pirmajai grupei priklauso M. E. Kondratjevo (Norkus, 1960), E. G. Kačiugino (Norkus, 1960) ir kt. metodai, skaičiuojantys bangavimo energiją ir su tuo susijusius parametrus.

Prognozuotos krantų persiformavimo zonos buvo apskaičiuotos E. G. Kačiugino, G. S. Zolotoriovo (MGU) (Norkus, 1960), B. A. Piškino (Norkus, 1960) ir N. E. Kondratjevo metodais. E. G. Kačiugino metodu prognozuotas krantų persiformavimas buvo įvertintas pagal išplauto grunto kiekį (kubiniais metrais kiekvienam kranto metrui) taikant formulę:

$$Q = E K_p t^b;$$

čia E – bangavimo energija, K_p – išplovimo koeficientas, t – išplovimo laikas per sezonų (metų) skaičių, b – rodiklis (<1), priklausantis nuo išplovimo greičio slopinimo.

1 lentelė. **Krantų persiformavimas, prognozuotas pagal įvairius metodus (Norkus, 1960)**
 Table 1. **Coast rearrangement in the Kauno marios water basin prognosticated by different methods**

Eil. Nr.	Vietovės pavadinimas	Pjūvio Nr.	Persiformavimo zonos plotis, prognozuotas E. G. Kačiugino metodu (m)					Persiformavimo zonos plotis m prognozuotas G. S. Zolotoriovo metodu		Persiformavimo zonos plotis m prognozuotas B. A. Piškino metodu (m)		Persiformavimo zonos plotis m prognozuotas N. E. Kondratjevo metodu (m)		
			Po 5 m.	Po 10 m.	Po 20 m.	Po 50 m.	Po 100 m.	Po 10 m.	Galutinė stadija	Po 10 m.	Galutinė stadija	Po 5 m.	Po 10 m.	Galutinė stadija
1	Zuikinė	1–1	14,0	23,0	30,0	36,0	46,0	20,0	150,0	18,0	125,0	–	–	–
2	Zuikinė	3–3	12,0	16,0	20,0	25,0	34,0	29,0	1324,0	25,0	100,0	–	–	–
3	Zuikinė	5–5	13,0	17,0	23,0	27,0	30,0	15,0	144,0	29,0	115,0	–	–	–
4	Zuikinė	7–7	8,0	12,0	20,0	31,0	46,0	16,0	157,0	–	–	–	–	–
5	Zuikinė	9–9	12,0	20,0	27,0	42,0	52,0	12,0	131,0	–	–	–	–	–
6	Pažaislis	2–2	2,0	4,0	12,0	18,0	24,0	15,0	52,0	13,0	42,0	–	–	–
7	Pažaislis	4–4	10,0	15,0	20,0	30,0	36,0	17,0	90,0	19,0	62,0	22,0	38,0	130,0
8	Pažaislis	6–6	10,5	14,0	21,0	30,0	39,0	15,0	114,0	16,0	80,0	17,0	32,0	130,0
9	Pažaislis	8–8	6,0	13,0	23,0	30,0	38,0	16,0	116,0	13,0	74,0	15,0	28,0	115,0
10	Vieškūnai	10–10	15,0	18,0	27,0	39,0	51,0	14,0	70,0	13,0	50,0	18,0	24,0	102,0
11	Vieškūnai	12–12	10,0	15,0	31,0	42,0	54,0	14,0	105,0	10,0	76,0	16,0	23,0	105,0
12	Vieškūnai	14–14	14,0	22,0	32,0	43,0	52,0	12,0	119,0	13,0	83,0	12,0	19,0	96,0
13	Vieškūnai	16–16	16,0	20,0	25,0	37,0	45,0	24,0	111,0	16,0	80,0	14,0	22,0	108,0
14	Neveronys	18–18	14,0	18,0	26,0	30,0	51,0	10,0	105,0	12,0	70,0	20,0	28,0	112,0
15	Neveronys	20–20	22,0	32,0	48,0	56,0	61,0	32,0	150,0	18,0	110,0	23,0	30,0	115,0
16	Neveronys	22–22	25,0	36,0	60,0	65,0	88,0	27,0	146,0	22,0	110,0	26,0	34,0	120,0
17	Gastilionys	24–24	16,0	27,0	35,0	47,0	62,0	28,0	122,0	19,0	84,0	10,5	15,0	68,0
18	Pievelės–Rumšiškės	26–26	13,0	18,0	22,0	25,0	33,0	18,0	90,0	10,0	52,0	9,0	12,0	65,0
19	Pievelės–Rumšiškės	28–28	12,0	16,0	24,0	28,0	34,0	14,0	98,0	13,0	60,0	10,0	13,0	68,0
20	Pievelės–Rumšiškės	30–30	10,5	14,0	20,0	24,0	28,0	22,0	73,0	12,0	55,0	7,0	10,0	55,0
21	Mergakalnis	32–32	32,0	40,0	45,0	51,0	54,0	95,0	155,0	53,0	74,0	–	–	–
22	Lašinių kalnas	34–34	27,0	30,0	36,0	42,0	46,0	69,0	143,0	32,0	63,0	–	–	–
23	Dvareliškės	13–13	18,0	26,0	42,0	54,0	60,0	32,0	132,0	27,0	93,0	29,0	38,0	124,0
24	Kampiškės	15–15	20,5	28,0	40,0	48,0	56,0	31,0	122,0	24,5	85,0	27,0	34,0	110,0

Žemesniems nei 30 m krantams rekomenduota įvesti koeficientą k_8 , kuriuo įvertinamas kranto aukštis:

$$Q = E K_p k_8 t^h.$$

Persiformavimo zonos plotis (Norkus, 1960) buvo apskaičiuotas (1 lentelė) po 5, 10, 20, 50, 100 metų bei esant galutinei stadijai.

Kadangi skaičiavimai buvo atlikti pagal įvairių mokslininkų pasiūlytus metodus, praėjus kuriam laikui galima atlikti matavimus ir įvertinti jų tikslumą, taip pat palyginti prognozės duomenis su faktiniais.

1960–1977 M. DEFORMACIJOS

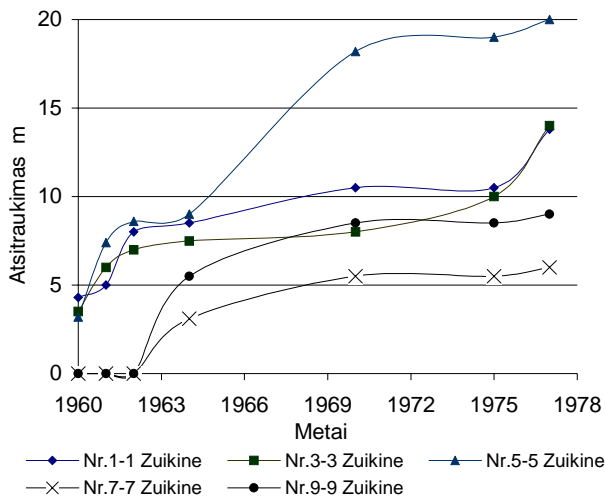
Anksčiau minėtuose (Norkus, 1960) stebėjimuose nuo 1960 iki 1977 m. buvo pakartoti geodeziniai matavimai bei nustatytas faktinis krantų ardymo intensyvumas (2 lentelė). Intensyviausiai procesas vyko žemutinėje tvenkinio dalyje. Pirmųjų eksploatacijos metų duomenys rodo, kad iš esmės naujai patvenkti krantai kinta ir prisitaiko prie naujo režimo

per 3–5 metus, po to procesai būna intensyvūs dar 10 metų. Tyrimų duomenimis, krantų persiformavimo intensyvumas laikui bėgant mažėja. Per pirmuosius (4–5) metus persiformavimo plotis siekė nuo 4 iki 27 metrų (32–32, 34–34 profiliuose – 50–60 m). Dar po 10 metų šis plotis kito nuo 2 iki 25 metrų. Šis pavyzdys rodo, kad pirmaisiais tvenkinio egzistavimo metais krantų persiformavimas sudaro ~40–50% viso krantų persiformavimo, tirta per 17 metų (3 pav.). Didžiausias persiformavimo greitis buvo pirmaisiais metais – iki 3 m/mėn., vėliau jis sumažėjo ir siekė 0,1–0,3 m/mėn. (Norkus, 1983; Norkus, 1963; Vainauskas, Jucevičiūtė, 1991).

Iš 3 pav. matyti, kad stipriausiai krantai persiformavo per pirmuosius metus. Metams bėgant šis procesas lėtėja, bet ir toliau vyksta krantų deformacija, kurios greitis priklauso nuo pakrantės seklumos susidarymo tempo. Kuo platesnė pakrantės sekluma, tuo didesnė bangavimo energijos dalis nusilpsta jos paviršiuje, mažėja persiformavimo greitis. Krantų deformacija vyksta iki šiol, kadangi daugelis Kauno marių krantų yra statūs. Todėl tikslinga pratęsti tyri-

2 lentelė. Kauno marių krantų atsitraukimas 1960–1977 m. (Jucevičiūtė, Vainauskas, Kudaba, 1988)
Table 2. Coastal retreat of the Kauno marios water basin

Pakrantės pavadinimas	Profilio Nr.	Atodangos viršutinės briaunos atsitraukimas m		Faktinis kranto atsitraukimo greitis m/m	Abraduojamo kranto (atodangos) aukštis m
		Prognozuotas	Faktinis		
Zukinės	–	29	24	1,6	3
Zuikinės	3–3	19	20	1,3	11
Zuikinės	5–5	19	19	1,3	5
Zuikinės	7–7	19	9	0,6	2
Zuikinės	9–9	25	13	0,9	2
Pažaislio	2–2	20	15	1,0	2
Pažaislio	4–4	18	16	1,0	5
Pažaislio	6–6	21	50	3,3	17
Pažaislio	8–8	22	12	0,8	2
Vieškūnų	10–10	25	8	0,5	6
Vieškūnų	12–12	30	20	1,3	5
Vieškūnų	14–14	30	17	1,1	10
Vieškūnų	16–16	24	13	1,3	10
Neveronių	18–18	22	11	0,7	5
Neveronių	20–20	30	20	2,7	6
Neveronių	22–22	53	37	2,5	5
Rumšiškių	26–26	–	55	3,7	16
Rumšiškių	28–28	22	20	1,3	8
Rumšiškių	30–30	22	9	0,6	10
Dovainonių	32–32	45	50	3,3	44
Lašinių	34–34	31	60	4,0	36
Medeikonių	36–36	nesikeitė			
Gastilionių	24–24	42	18	1,2	8
Laumėnų	11–11	24	35	2,3	22
Dvareliškių	13–13	39	21	1,4	6
Kampiškių	15–15	–	15	1,0	6
Guogų	17–17	–	14	1,0	10
Vangų	19–19	nesikeitė			
Posiūnų	21–21	nesikeitė			
Smitiškių	23–23	nesikeitė			



3 pav. Krantų persiformavimo intensyvumas Zuikinėje per 17 metų
Fig. 3. The intensity of coast formation in Zuikine during the last 17 years

mus bei įvertinti krantų persiformavimo intensyvumą 1960–2002 metais.

Dar po 10 metų vėl nuodugniai ištiriami Kauno marių persiformavimo procesai. Panaudojamos fotogrametrijos ir geodezijos sričių naujovės, patikimesni prietaisai. Prabėgus 25 metams nuo tvenkinio įkūrimo, aiškiai matyti faktiniai litodinaminiai pokyčiai. Abrazijos ir akumuliacijos procesai iš esmės pertvarkė kranto liniją: ji formavosi tiesi, patvenktos mažos įlankėlės, nuardyti didesni kranto įsiterpimai. Palyginus prognozinis ir tikslių matavimų duomenis paaiškėja, kad jie beveik sutampa.

Prognozuota galutinė krantų stadija apima 100–115 m, vietomis – 150–180 m pločio juostą. Krantų litodinaminiai procesai vyks dar daugelį metų, kadangi Kauno marių krantai dar „jauni“ ir aktyviai irsta.

Atodangų litodinaminiais procesams yra svarbios morfologinės storumės savybės – medžiaginė sudėtis, sluoksnuotumas. Jei storumėje yra deformuotų sluoksnių ir jie išsidėstę netolygiai, susiformuoja eroziniai dariniai.

Litodinamiškai aktyvių krantų kaita priklauso nuo daugelio aplinkybių: yrančios storumės hidrogeologinių savybių, priekrantės zonos paviršiaus reljefo ir drenažo sąlygų, storumės struktūros, atsparumo išplovimui, vandens lygio kitimo, bangavimo ir kt. Šios aplinkybės veikia viena kita.

Tyrimų pradžioje buvo nustatytas greitas litodinaminis vyksmas, kurio metu iro šlaitai, papėdėje kaupėsi irmenys, išilginė pernaša, susidarė skardžiai, tiesinosi kranto linija.

Dirbtinių tvenkinių tūriui ir greičiui prognozuoti Lietuvoje galima taikyti apibendrintas formules (modelius). Kai vyrauja priemolis ir molis:

$$Q = 0,3 + 3,1 t - 0,05 t^2,$$

$$V = 0,4 + 10,3 t^{-1} - 7,4 t^{-2}.$$

Kai vyrauja smėlis:

$$Q = 0,6 + 13,3 t - 0,3 t^2,$$

$$V = 0,4 + 32,7 t^{-1} - 25,8 t^{-2};$$

čia Q – abraduojamo grunto tūris profilyje m^3 , V – kranto linijos atsitraukimo greitis m/m , t – laikas metais (Jucevičiūtė, Vainauskas, Kudaba ir kt., 1988; Vainauskas, Jucevičiūtė, 1991; Vainauskas, 1996).

IŠVADOS

Kauno marių akvatorijai būdingas aktyvus ilgalaikis (iki šiol besitęsiantis) krantų persiformavimas. Vyrauja erozinio tipo krantai, ypač dešiniajame marių krante. Atodangų aukštis siekia 15–20 metrų. Aktyvūs akumuliacijos procesai. Stabilių kranto ruožų labai nedaug, ir jie sutampa su užuovėjine kranto padėtimi vyraujančių vėjų atžvilgiu.

Remiantis prognozėmis, šiuo metu Kauno marių krantai turėtų būti vidutiniškai nutolę 30–37 m (nuo kranto linijos, kuri buvo suformuota 1960 m., bei NPVH – 44 m). Kai kuriose vietose (Lašinių kalnas, Mergakalnis) atstumas sudaro apie 50 metrų. Intensyviausiai dabar ardomi statūs senslėnio krantai. Vidutinis abraduojamų ir irstančių krantų aukštis siekia 7–10 m, o vidutinis metinis kranto atsitraukimas abraduojamuose šlaituose yra apie 1–2 metrus.

Abrazijos procesas nenusistovėjęs, kadangi krantų persiformavimas gali sustoti tik tada, kai stačiuose krantuose bus išplautas pakakamai platus mažo nuolydžio atabradas (3^0 – smėlio, 6^0 – molio). Yra šlaitų (~20%), kur krantai liko stabilūs, kadangi jų krantų nuolydis 3^0 – 6^0 .

Krantų persiformavimo intensyvumui didelės reikšmės turi šlaitų geologinė sandara, hidrogeologinės sąlygos, vykstantys fiziniai procesai.

Išanalizavus turimą Kauno marių krantų persiformavimo medžiagą, kyla poreikis toliau tyrinėti marias. Ištyrus povandeninę dalį, bus galima įvertinti esamą krantų padėtį, abrazijos procesą, šalia esančių objektų pastovumą.

Literatūra

Česnulevičius A., Baubiniene A., Paukštė M., Veteikis D., Volungevičius J. 1999. Rytų Lietuvos upių krantų būklė. *Geografijos metraštis*. 32. 178–193.
Gailiūšis B., Jablonskis J., Kovalenkoviene M. 2001. Lietuvos upės. *Hydrografija ir nuotėkis*. Kaunas: LEI. 64–69, 340–343.
Jankauskas M. 1981. *Klimatas. Kauno marios* (straipsnių rinkinys). Vilnius: Mokslas. 95–96.

- Jucevičiūtė V., Vainauskas V., Kudaba Č. Ir kt. 1988. Kauno marių krantų litodinaminiai procesai. *Geografijos metraštis*. 24. 120–130.
- Kavaliauskas P., Daniulaitis G., Stauskas V. 1981. Marių kraštovaizdis. *Kauno marios* (straipsnių rinkinys). Vilnius: Mokslas. 182–207.
- Masiulis P., Norkus F., Pranaitis V. 1969. Šiuolaikiniai geologiniai procesai Lietuvos TSR teritorijoje. *Lietuvos geologija ir profesorius Mykolas Kaveckis*. Vilnius–Kaunas. 132–143.
- Norkus F. 1960. Kompleksiniai Kauno HES pakrantės zonos tyrinėjimai. T. 1. Kaunas: KPI. 158 p.
- Norkus F. 1983. Kai kurie Kauno HES tvenkinio krantų persiformavimo klausimai. Kaunas: KPI. 13 p.
- Norkus F. 1963. Kauno HES tvenkinio krantų formavimas per pirmuosius du eksploatacijos metus. *Lietuvos TSR aukštųjų mokyklų mokslo darbai. Statyba ir architektūra*. 3. 5–22.
- Norkus A., Račinskas A. 1981. Marių krantai. *Kauno marios* (straipsnių rinkinys). Vilnius: Mokslas. 97–101.
- Poška A., Punys P. 1996. Inžinerinė hidrologija. Kaunas.
- Vaičys M. 1981. Geologinė sandara, reljefas ir dirvožemiai. *Kauno marios* (straipsnių rinkinys). Vilnius: Mokslas. 86–95.
- Vainauskas V., Jucevičiūtė V. 1991. Kauno marių krantai HAE paleidimo išvakarėse. *Kauno marių kompleksiniai tyrimai iki HAE poveikio. Acta hydrobiologica Lituanica*. 9. 4–18.
- Vainauskas V. 1996. Kauno marių krantai ir jų kitimas. *Žemėtvarka ir melioracija*. 3. 26–32.
- Žaromskis R. 1996. Kauno marios – natūralių ir antropogeninių procesų sąveikos arena. *Geografijos metraštis*. 29. 111–125.
- [http:// www.kaunas.lt](http://www.kaunas.lt)
- Финаров Д. П. 1974. Динамика берегов и котловин водохранилищ гидроэлектростанций СССР. Ленинградское отделение: Энергия. 235 с.
- Мардосене Д. 1991. Исследование морфодинамики ложа Каунасского водохранилища. *Научные труды высших учебных заведений Литвы. География*. 27. 58–65.

Vilma Kriaučiūnaitė

CHANGES OF KAUNAS RESERVOIR BANKS IN 1959–2002

S u m m a r y

The processes in Kaunas Reservoir banks and bottom are interesting and important from the scientific and practical

points of view. The Kaunas hydropower plant reservoir is a unique object for long-lasting observations and investigations of bank change process. The length of the reservoir is 80 km, the average depth at the power plant reaches 16–18 m, width 2.0–2.5 km. A broad variety of topographic and geologic conditions, also dimensions and shapes of the reservoir allow to perform observations and to investigate different problems of bank changes, to verify the reliability and suitability of geodetic methods of survey.

Bank observations were started in 1960, immediately after erection of the hydropower plant; they last until now. Under the action of different factors some sections of reservoir banks have changed significantly.

Results of observations and measurements performed by many scientists and the authors of the paper are analyzed in the paper. A comparison of the results with the prognosis of designers of the Kaunas hydropower plant is shown. The possibility and necessity to continue investigations of the reservoir banks by different geodetic methods are explained and substantiated.

Вильма Кряучюнайте

ИЗМЕНЕНИЯ БЕРЕГОВ КАУНАССКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В 1959–2002 ГГ.

Р е з ю м е

Процессы изменения берегов и дна водохранилищ являются интересными с научной и важными с практической точек зрения. Водоохранилище Каунасской ГЭС – это уникальный объект, на котором можно наблюдать и исследовать эти долговременные процессы. Разные типы его рельефа, грунта, особая форма и размеры позволяют исследовать широкий спектр характеристик, проверить прогнозы переформирования берегов и уточнить методы их расчета.

Длина водохранилища – 80 км, средняя глубина нижней части – 16–18 м, средняя ширина – 2,0–2,5 км. Всесторонние исследования данного водохранилища были начаты в 1960 г. В нижней (озерной) части водохранилища очевидны изменения берегов, на которые воздействуют многие факторы, формируя новый профиль берегов.

В статье анализируются результаты исследований, проведенных ещё до перекрытия реки Нямунас. Рассматриваются возможность и целесообразность дальнейших наблюдений и исследований Каунасского водохранилища с применением различных геодезических методов и приборов.