

Vandens temperatūros įvairovės savitumai Lietuvos upėse

Jonas Jablonskis,

Aldona Jurgelėnaitė

*Hidrologijos laboratorija,
Lietuvos energetikos institutas,
Breslaujos g. 3, LT-44403 Kaunas
El. paštas: alda@mail.lei.lt*

Išanalizuoti Lietuvos upių vandens temperatūros stacionarus stebėjimai ir duomenų apžvalgos darbai. Atliktas šilto metų laikotarpio (V–X mėn.) upių vandens temperatūros nuo stebėjimų pradžios iki 2006 m. bei standartinio (1961–1990 m.) laikotarpio duomenų matematinis statistinis apibendrinimas. Aiškinami veiksniai, turėję didžiausią įtaką upių vandens temperatūrai. Pagal tarptautinės standartinės normos dydį ir jo kitimą teritorijoje išskirtos upių grupės, kurių vandens temperatūra statistiškai reikšmingai skiriasi. Atsižvelgus į upės dydį ir vandens tėkmės absoliutųjį aukštį sudaryti upių vandens temperatūros regioniniai matematiniai statistiniai modeliai, pagal kuriuos patenkinamu tikslumu galima nustatyti netirtų upių ir tvenkinių, įrengtų ant jų, vandens temperatūrą.

Raktažodžiai: upė, vandens temperatūra, vidurkiai, standartinė norma, matematiniai modeliai

1. ĮVADAS

Drėgmės ir šilumos prisotintas oras sudaro tam tikrą energetinį apvalkalą, kuris sąlygoja visus gamtinius-gyvybinius procesus žemės paviršiuje ir vandenyje. Moksliniu ir praktiniu požiūriais svarbu įvertinti visus gamtinius išteklius ir jų savybes. Čia svarbią vietą užima žinios apie vandens išteklius bei jų savybes, kurių dėka galima pagrįstai spręsti apie jų darnųjį panaudojimą. Tokio pobūdžio tyrimai ir jais pagrįsta ūkinė veikla būdinga ne tik fundamentaliems, bet ir taikomojo pobūdžio tyrimams.

Lietuvos upių ir kitų vandens telkinių hidrologinis bei hidrometeorologinis režimas neblogai ištirtas tiek stacionariai, tiek apibendrinimo prasme. Tačiau apžvelgus šalyje atliktus hidrometeorologinius tyrimus ir praktinius siūlymus pasigendama platesnių išvadų apie upių vandens, kuris yra visų vandens išteklių pagrindinis šaltinis, temperatūros režimą.

Straipsnyje įvertinti nuo 1945 iki 2006 m. paskelbti 81 upės vandens temperatūros duomenys, gauti 131 vandens matavimo stotyje (VMS), kurių tinklu rūpinasi Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba, o duomenis skelbia kasmetiniuose hidrologijos metraščiuose. Apie kiekvieną VMS surinkti jos lokalizacijos duomenys: upės ir VMS pavadinimas, jos atstumas nuo upės versmių ir žiočių, baseino plotas, abs. aukštis, stebėjimų laikotarpis; apskaičiuota vandens temperatūros standartinė (1961–1990 m.) norma, vidurkiai per stebėjimo

laikotarpį, standartai, normos ir vidurkių paklaidos, variacijos ir asimetrijos koeficientai, išaiškinta upių vandens aukščiausia stebėta temperatūra ir jos data.

Pagal 41 VMS standartinę normą atliktas upių suskirstymas į panašaus terminio režimo upių grupes ir pateiktos visos tirtos upės, priklausančios konkrečioms grupėms. Išryškintas upių vandens temperatūros kitimo pobūdis, atsižvelgus į fizinius geografinius veiksniai. Sudaryti empirinių ryšių modeliai, kurie patenkinamu tikslumu leidžia nustatyti netirtų upių vandens temperatūrą.

Pradinius duomenis padėjo ruošti jaunesnysis mokslo darbuotojas V. Irbinskas.

2. IŠTIRTUMAS IR PRADINIAI DUOMENYS

Lietuvoje upių vandens temperatūra pradėta matuoti nuo 1945 m. Tačiau Nemuno vandens temperatūra Kaune pradėta matuoti nuo 1928 m., o ledo reiškiniai fiksuojami bei vandens lygis Smalininkuose matuojamas nuo 1811 m. [1].

Vandens temperatūra matuojama upės hidrometriniame profilyje, upės tėkmėje, 0,1–0,5 m gylyje nuo vandens paviršiaus du kartus per parą 8 ir 20 valandomis. Šių dviejų temperatūrų vidurkis laikomas turbulentiškai susimaišiusios tėkmės vidutine paros temperatūra.

Nors iki šiol stacionariai ištirta ir tebetiriama nemažai upių, tačiau jų terminis režimas nėra pakankamai apibendrintas, nepaisant formalių kadastrinio pobūdžio leidinių

[2–4]. Iki šiol daugiausia domėtasi Nemuno vandens temperatūra [5–7] bei ant upių įrengtų tvenkinių žemutinių bjeŕų temperatūros režimu [8].

Tyrimui buvo panaudoti hidrologijos metraščiuose paskelbti duomenys juos kiek pakoregavus, kadangi nuo 1945 iki 1957 m. imtinai buvo skelbiama tik rytinė vandens temperatūra, todėl paros vandens temperatūra buvo patikslinta pagal archyvinius duomenis. Taip buvo pasiektas duomenų tapatumas.

Pradiniai duomenys metraščiuose apima vidutinę dekadų, mėnesio ir aukščiausią išmatuotą per metus vandens temperatūrą, nurodant jos datą. Straipsnyje nagrinėjama šalies teritorija tekančių upių šilto metų laikotarpio (gegužė–spalis), kurio metu aktyviausiai vyksta upių hidrologiniai bei ekologiniai-vegetaciniai procesai, vandens temperatūra. Šiuo šiltu metų laikotarpiu taip pat išsiskiria būdingos vandens temperatūros režimo fazės, tai vandens išilimas V–VII, vėsimas VIII–X ir VI–VIII mėnesių vandens terminė stagnacija, kurios metu upėje dažniausiai stebima aukščiausia vandens temperatūra.

Norint išsiaiškinti, kokia mūsų upių vandens temperatūra, būtina ištirti iki šiol sukauptą informaciją, po to ją apibendrinti įvairiais požiūriais. Kadangi upių temperatūros matavimai buvo atliekami skirtingos trukmės laikotarpiais, todėl kiekvienai VMS buvo nustatyti skirtingo patikimumo statistiniai parametrai. Nepaisant to, statistiniai parametrai (vidurkiai ir jų paklaidos, standartiniai nuokrypiai, variacijos ir asimetrijos koeficientai) buvo nustatyti iš turimos apimties duomenų, o norint išvengti galimų skirtumų buvo nustatytos standartinės (1961–1990 m.) normos ir jų parametrai. Norint įsitikinti, koks šalies upių temperatūros režimas, buvo atliktas upių grupavimas. Ieškant skirtingo terminio režimo priežasčių buvo analizuojamas upių vandens temperatūros priklausomumas nuo upių maitinimo pobūdžio ir vietinių fizinių-geografinių veiksnių.

3. REZULTATŲ APTARIMAS

3.1. Vandens temperatūros statistiniai parametrai

Šilto (V–X mėn.) metų laikotarpio upių vandens temperatūros parametrai pateikti 1 lentelėje. Iš tikrųjų joje pateikti tik pagrindiniai statistiniai parametrai, pagal kuriuos galima apskaičiuoti kitus rodiklius (normos ir vidurkio paklaidas, variacijos ir asimetrijos koeficientus). Apskaičiuotus vandens temperatūros parametrus pateikiame iki šimtosios laipsnio dalies, nors ji matuojama ir skelbiama laipsnio dešimtosios dalies tikslumu. Tai daroma sąmoningai, kad būtų išryškinti temperatūrų skirtumai tarp atskirų upių.

1 lentelėje vandens temperatūros duomenys apibūdina ne tik konkrečią upę, bet ir jų išsidėstymą apie vidutinį teritorinį vidurkį ir jo standartinį nuokrypį. Joje mažėjančia tvarka pateikta upių vandens temperatūra, todėl duomenis galima laikyti variacine eilute. Ją sudaro 131 VMS. Atskirai (1 lent.) pateikta 23 upių 41 VMS su nustatytomis standartinėmis normomis bei visų kitų VMS daugiamečiai vidurkiai, kurie tei-

kia vertingos informacijos, todėl jų neatsisakyta. Kaip matyti 1 lentelėje, šalies upių vandens temperatūros kontrastai pagal standartinės normos siekia $\Delta t = 16,07 - 12,33 = 3,74$ °C (Šešupė–Vilnia), o pagal daugiamečius vidurkius – $\Delta t = 16,60 - 7,61 = 8,99$ °C (Nemunas–Smardonė).

1 lentelėje duomenys pateikti ne šiaip sau mažėjančia tvarka, bet prieš tai atlikus upių grupavimą pagal standartinės normos vandens temperatūros teritorinį vidurkį t ir jo standartinį nuokrypį s_t .

3.2. Upių vandens temperatūros įvairovė ir bendrumas

Konstatuoti faktą kur kas paprasčiau negu išsiaiškinti jo kilimo priežastis. Tai pasakytina apie visus hidrologinius ir klimatinus reiškinius. Nuo ko priklauso šalies upių termika, jos įvairovė tarp upių ir upėje, mažai ištirtas klausimas. Apeliuoti vien į klimatinę vandens temperatūros kilmės įvairovę nebūtų teisinga, kadangi tiek saulės spinduliuotė, tiek oro temperatūra ir kiti klimato rodikliai kinta sklandžiai, todėl klimatiniai upių baseinų kontrastai nėra dideli. Vis dėlto upių vandens temperatūros klimatinės kilmės atmesti negalima. Iš tikrųjų saulės šiluma, kontaktuodama su vandens telkinių ir žemės paviršiais, tarp kurių irgi vyksta šilumos mainai, formuoja vandens telkinių bazinį temperatūros režimą, o režimo įvairovę – kiti veiksniai. Tai galima atsekti iš 1 lentelėje pateiktų upių vandens temperatūros duomenų.

Upių grupavimas atliktas pagal [9, 10] literatūros nuostatas. Tyrimas parodė, kad atskira statistiniu požiūriu reikšminga upių grupė susidaro tada, kai tarp gretimų upių vidurkių vandens temperatūrų skirtumas $\Delta t \geq 0,50$ °C, o grupėje – tarp upių skirtumas $\Delta t < 0,50$ °C. Praktikos sumetimais tos grupės (žr. 1 lent., *a, b, c*) buvo apjungtos į tris stambesnes grupes sąlyginai pavadinus šilto $t_I \geq 14,88$ °C, vėsiaus $14,88 > t_{II} > 13,38$ °C ir šalto $t_{III} < 13,38$ °C vandens upėmis. Tarp tų upių grupių vidurkių $\Delta t = 1,50$ °C, o tarp smulkesnių grupių $\Delta t = 0,50$ °C vandens temperatūrų skirtumas. Grupių pradžios ataskaita buvo priimtas 41 VMS vandens temperatūros standartinį normų teritorinis vidurkis $t = 14,88$ °C.

Prie šilto vandens upių priskirtos upės, turinčios aukštesnę nei teritorijos vidurkis (14,88 °C) vandens temperatūrą. Be Nemuno ir Šešupės, šioje grupėje rasime kitas didesnes upes ir vidutinio dydžio upių žemupius bei upes, ištekancias iš ežerų.

Kontrastingiausiu temperatūros režimu išsiskiria vėsiaus ir šalto vandens upės. Vėsiaus vandens yra 14 upių, kurių standartinės normos vandens temperatūra 14,85–13,69 °C (1 lent.). Čia aptinkame vidutinio dydžio upių (Šešuvis, Jūra, Dubysa, Šušvė, Lėvuo ir kt.) aukštupius. Šioje upių grupėje taip pat 38 VMS, kurių vandens temperatūrų vidurkiai apskaičiuoti iš visų turimų (n) duomenų.

Iš tirtų šalto vandens upių, kurių $t < 13,38$ °C, nedaug – keturios: Merkys iki Puvočių, jo intakas Ūla iki Zervynų, Vilnia iki Santakų ir nedidelė Žemaičių aukštuma tekanti Rešketa iki Gudelių (pagal standartinę normą) ir dar 13 upelių. Upės nedidelės, išskyrus Merkį, tačiau jų baseinuose paplitę

1 lentelė. Šilto metų laikotarpio (V–X mėn.) upių vandens temperatūros statistiniai parametrai

Eil. Nr.	Upė–vandens matavimo stotis	Standartinė (1961–1990) norma t °C	Standartinis nuokrypis s °C	Eil. Nr.	Upė–vandens matavimo stotis	Vidurkis iš n duomenų t_n °C	Standartinis nuokrypis s_n °C	Duomenų imtis n
I. Šilto vandens upės $t_i > 14,88$ °C								
a) $t_i > 15,88$ °C								
1	Šešupė–Dolgoje	16,07	0,81	1	Nemunas–Panemunė	16,60	0,72	10
2	Nemunas–Druskininkai	16,04	0,79	2	Nemunas–Kaunas	16,45	0,48	13
3	Nemunas–Sovetskaskas	15,96	0,76	3	Nemunas–Lazdėnai	16,44	0,66	11
4	Nemunas–Kaunas	15,95	0,73	4	Nevėžis–Babtai	16,18	0,54	13
5	Nevėžis–Dasiūnai	15,94	0,81	5	Šešupė–K. Naumiestis	16,17	0,71	48
6	Nemunas–Rusnė	15,89	0,79	6	Mūša–Žilpamūšis	16,03	0,52	5
	Vidutiniškai	15,98		7	Nemunas–Jurbarkas	16,00	0,65	28
				8	Nemunas–Šilininkai	15,98	0,80	9
				9	Nemunas–Birštonas	15,95	0,41	13
					Vidutiniškai	16,20		
b) $t_i = 15,88$ – $15,38$ °C								
1	Nemunas–Smalininkai	15,86	0,84	1	Nevėžis–Kėdainiai	15,86	0,47	14
2	Nemunas–Lampėdžiai	15,82	0,80	2	Akmena–Kretinga	15,82	0,71	14
3	Žeimenai–Kaltanėnai	15,75	0,83	3	Šešupė–Marijampolė	15,78	0,72	48
4	Šušvė–Josvainiai	15,70	0,81	4	Nemunas–Uostadvaris	15,77	0,92	27
5	Nemunas–Nemajūnai	15,59	0,73	5	Šventosios kan.–Dauginčiai	15,75		5
6	Nevėžis–Panevėžys	15,47	0,80	6	Srovė–Ginučiai	15,74		4
7	Jūra–Tauragė	15,46	0,86	7	Kretuona–Pakretuonė	15,71	1,38	6
8	Nemunas–Seredžius	15,41	0,84	8	Lakaja–Lakajai	15,70	0,90	12
9	Neris–Jonava	15,41	0,77	9	Dumblys–Salos	15,70		3
	Vidutiniškai	15,61		10	Dringykščiai–Meironys	15,57		3
				11	Strėva–Strėvininkai	15,54	0,65	16
				12	Neris–Buivydžiai	15,45	0,72	40
				13	Šventoji–Baltromiškė	15,38	0,64	18
				14	Strėva–Semeliškės	15,38	0,84	44
					Vidutiniškai	15,67		
c) $t_i = 15,38$ – $14,88$ °C								
1	Mūša–Miciūnai	15,36	0,75	1	Daugyvenė–Meiliūnai	15,36	0,70	13
2	Mūša–Ustukai	15,36	0,70	2	Sanžilės kan.–Bernatoniai	15,36	0,69	39
3	Venta–Papilė	15,36	0,74	3	Lėvuo–Bernatoniai	15,32	0,69	38
4	Venta–Leckava	15,33	0,75	4	Šventoji–Užpaliai	15,31	0,66	20
5	Neris–Vilnius	15,14	0,79	5	Nemunėlis–Tabokinė	15,26	0,84	38
6	Lėvuo–Pasvalys	15,13	0,66	6	Širvinta–Zameliukai	15,26	0,85	19
7	Dubysa–Padubysys	15,01	0,78	7	Nemunėlis–Rimšai	15,20	0,76	32
8	Minija–Kartena	14,90	0,71	8	Apaščiai–Nausėdžiai	15,18		2
	Vidutiniškai	15,20		9	Stirta–Paliepis	15,11		3
				10	Būka–Vaišnoriškė	15,10	0,78	24
				11	Peršėkė–Mackiai	15,10	0,91	5
				12	Minija–Lankupiai	15,05	0,74	22
				13	Virvyčia–Tryškiai	15,04	0,75	11
				14	Kražantė–Prušinskiai	14,98	0,62	20
				15	Mituva–Žindaičiai	14,97	0,75	25
				16	Varėnė–Varėna	14,91	0,59	21
					Vidutiniškai	15,16		
II. Vėsaus vandens upės $t_i = 14,88$ – $13,38$ °C								
a) $t_i = 14,88$ – $14,38$ °C								
1	Šventoji–Anykščiai	14,85	0,90	1	Šyša–Jonaičiai	14,85	0,65	31
2	Šešuvis–Skirgailai	14,70	0,71	2	Tatula–Daudžgiriai	14,81	1,00	5
3	Šventoji–Ukmergė	14,65	0,74	3	Obelis–Taučiūnai	14,77	0,56	27
4	Jūra–Pajūris	14,61	0,86	4	Dotnuvėlė–Dotnuva	14,70	0,66	23
5	Šušvė–Šiaulėnai	14,60	0,77	5	Varduva–Ruzgai	14,70	0,49	25
6	Žeimenai–Pabradė	14,46	0,76	6	Jiesia–Garliava	14,68	0,66	30
7	Lėvuo–Kupiškis	14,39	0,77	7	B. Ančia–Guronys	14,64	1,03	18
	Vidutiniškai	14,61		8	Dabikinė–Akmenė	14,57	0,69	31

1 lentelė (tęsinys)

Eil. Nr.	Upė–vandens matavimo stotis	Standartinė (1961–1990) norma t °C	Standartinis nuokrypis s °C	Eil. Nr.	Upė–vandens matavimo stotis	Vidurkis iš n duomenų t_n °C	Standartinis nuokrypis s_n °C	Duomenų imtis n
				9	Vilnia–Vilnius	14,56	0,70	37
				10	Merkys–Varėna	14,48	0,56	24
				11	Musė–Jauniūnai	14,41	0,64	18
				12	Širvinta–Liukonys	14,40	0,62	35
				13	Šešupė–Liubavas	14,40		1
					Vidutiniškai	14,61		
b) $t_s = 14,38–13,88$ °C								
1	Akmena–Tūbaviai	14,36	0,76	1	Venta–Ramučiai	14,29	0,94	43
2	Šešupė–Kalvarija	14,24	0,71	2	Agluona–Dirvonakiai	14,23	0,68	32
3	Dubysa–Lyduvėnai	14,20	0,68	3	Juosta–Jackagalys	14,22	0,63	23
4	Bartuva–Skuodas	14,13	0,63	4	Šventoji–Antalieptė	14,16	0,66	14
5	Akmena–Paakmenis	13,94	0,69	5	Alsa–Paalsys	14,05	0,76	33
6	Verknė–Verbyliškės	13,90	0,66	6	Milupė–Stoškai	14,04	0,68	16
	Vidutiniškai	14,13		7	Sutrė–Sutrė	14,02		5
				8	Nemunėlis–Panemunėlis	13,98	1,27	6
				9	Ysykis–Kyburiai	13,98	0,68	35
				10	Mituva–Vertimai	13,98	0,77	22
					Vidutiniškai	14,10		
c) $t_s = 13,88–13,38$ °C								
1	Veiviržas–Mikužiai	13,69	0,66	1	Įstras–Talačkoniai	13,84	0,59	23
				2	Minija–Vainaičiai	13,83	0,67	43
				3	Svyła–Guntauninkai	13,83	0,62	39
				4	Babrungas–Užupiai	13,82	1,16	16
				5	Imsrė–Jakaičiai	13,80		4
				6	Šalčia–Valkininkai	13,78	0,54	33
				7	Spernia–Metelytė	13,77		2
				8	Kretuona–Vaiciukiškė	13,72		2
				9	Peršokšna–Januliškis	13,68	0,53	17
				10	Virinta–Vyliaudiškis	13,64	0,71	37
				11	Merkio kan.–Žagarinė	13,51	0,62	33
				12	Smilga–Pasmilgys	13,49	0,64	27
				13	Merkys–Žagarinė	13,46	0,60	33
				14	Merkys–Jašiūnai	13,42		2
				15	Kražantė–Pluskiai	13,42	0,52	35
					Vidutiniškai	13,67		
III. Šalto vandens upės $t_{III} < 13,38$ °C								
a) $t_s = 13,38–12,88$ °C								
1	Merkys–Puvočiai	13,28	0,62	1	Aunuva–Aunuvėnai	13,29	0,64	32
2	Rešketa–Gudeliai	13,17	0,85	2	Tatula–Trečionys	13,29	0,56	40
	Vidutiniškai	13,22		3	Pilvė–Papilvis	13,02	0,51	15
					Vidutiniškai	13,20		
b) $t_s = 12,88–12,38$ °C								
1	Ūla–Zervynos	12,87	0,62	1	Obeltis–Stakliškės	12,79	0,72	12
c) $t_s < 12,38$ °C								
1	Vilnia–Santakai	12,33	0,62	1	Upita–Eidukai	12,29	0,44	25
				2	Pedamė–Antakalniai	12,18		3
				3	Švogina–Vaišniūnai	11,83	0,45	7
				4	Rudamina–Patatorys	11,16		2
				5	Šventoji–Pašventys	11,05		4
				6	Skroblus–Dubininkas	10,76	0,61	30
				7	Cirvija–Inkleriškės	10,11	0,39	10
				8	Verdenė–Likėnai	7,82	0,74	8
				9	Smardonė–Likėnai	7,61	0,09	12
					Vidutiniškai	10,53		

vandenį pralaidūs smėlio gruntai, upės palyginti gausiai maitinamos požeminio ir šaltinių vandenimis. Pagal [11] 75 % Merkio, 89 % – Ūlos, 92 % – Vilnios ir 59 % – Rešketos baseinų dengia smėlio gruntai. Paprastai smėlingi upių baseinai apaugę miškais. Tačiau vėsiausios yra karstinio rajono šaltinių maitinamos Verdenė ir Smardonė, kurių V–X mėn. vidutinė vandens temperatūra žemesnė nei 8 °C.

Konstatavę upių vandens temperatūros įvairovę, pažiūrėkime, kas jas skiria vieną nuo kitos ir kas vienija. Reiškinių priežasčių atskleidimas yra vienas bet kurio tyrimo uždavinių, kurio galutinis tikslas ne tik konstatuoti faktus, bet ir pateikti nors ir apytikrą idealizuotą modelį, nusakantį priežastinį ryšį su tiriamu reiškiniu, šiuo atveju su upės vandens temperatūra.

Iš 1 lentelės duomenų matyti, kad didesnės upės ir vidutinio dydžio upių žemupiai turi aukštesnę vandens temperatūrą. Mažesnių upių termika gana įvairi, tačiau jų vanduo vėsnesnis dėl gausnesnio maitinimo požeminiu vandeniu, kuris dažniausiai išfiltruoja į smėlio gruntus tirpstant sniegui, kuomet vandens temperatūra yra žema. Šiuo požiūriu išsiskiria didžiausia šalies pietrytinės dalies upė Merkys su savo intakais, Vilnia, Žeimena ir kitos smėlėtų baseinų upės (Švogina, Peršokšna, Pilvė, Babrungas, Įstras, Rešketa ir kt.). Prie vėsiausios vandens priskiriamos dauguma tirtų Žemaičių ir Aukštaičių aukštumų pašlaičių šaltiniuotų pakrančių upių: Upita, Akmena, Veiviržas, Bartuva, Kražantė, Aunuva, Virinta, Verknė, Obeltis ir kt. bei karstinio rajono upės Agluona ir Tatula, taip pat didesnių upių (Minijos, Jūros, Dubysos, Šušvės ir kt.) aukštupiai. Tačiau ryškaus upių vandens temperatūros teritorinio pasiskirstymo, be minėto, nematome, išskyrus vėsnesnio vandens pietrytinės dalies upes.

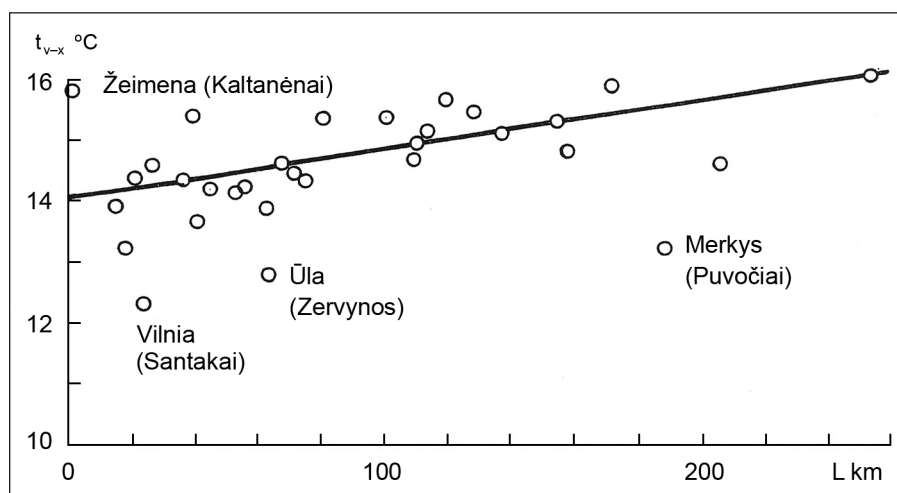
Labai svarbią informaciją apie vandens temperatūros kitimą pagal upės tėkmę teikia upėje esančios kelios VMS. Tokių VMS palyginimas rodo, kad daugeliu atvejų vandens temperatūra pagal upės tėkmę kyla. Tai būdinga visoms detaliam tirtoms upėms: Ventai (14,29–15,55 °C), Šešupei (14,48–16,07 °C), Nevėžiui (15,62–16,18 °C), Dubysai (14,37–15,17 °C), jos intakui Kražantei (13,42–14,98 °C), Jūrai (14,75–15,74 °C), Minijai (13,83–15,00 °C), Mūšai

(15,30–16,03 °C), jos intakui Lėveniui (14,47–15,30 °C), Akmenai-Danei (14,44–15,82 °C), Vilniai (12,44–14,56 °C), o Žeimenai – priešingai (15,90–14,60 °C), todėl, kad ši upė išteka iš ežeryno. Išvardyti pavyzdžiai rodo, kad tai ne atsitiktinis reiškinys, bet būdinga išilgai upės vandens temperatūros kitimo savybė, ties kuria apsisostime detaliam. Statistiškai palyginus tų upių vandens temperatūrų skirtumus nustatyta, kad pastarieji būna esminiai, kai $\Delta t \geq 0,50$ °C.

3.3. Upių vandens temperatūros kitimas pagal tėkmę

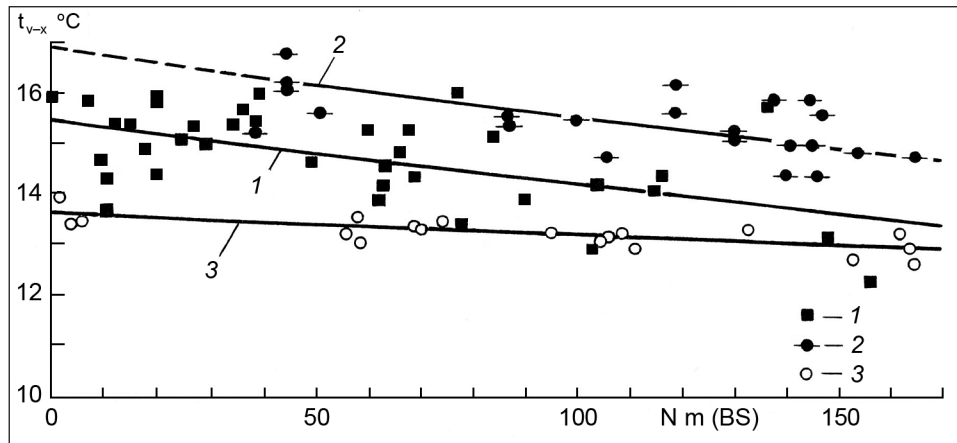
Upės vandens temperatūros augimas gali būti susietas su upės dydžiu ir vietovės aukščio žemėjimu pasroviui. Šiuo atveju fizinę reikšmę turi aktyvinė upės dalis nuo versmių iki VMS. Buvo sudarytas grafinis upės VMS vandens temperatūros standartinės normos ir upės ilgio nuo versmių iki VMS ryšys. Pagal 1 lentelėje pateiktas vandens temperatūros standartinės normas sudarytas visų upių koreliacinis ryšys, išskyrus Nemuną ir Nerį, kadangi jų ilgiai iki VMS labai ryškiai skiriasi nuo kitų tirtų upių. Šio ryšio grafikas (1 pav.) patvirtina teiginį, kad hidrauliniu požiūriu upės vandens temperatūros kitimas (augimas) pasroviui gali būti siejamas su hidrauliniomis nuostoliais, kurie proporcingi nueitam keliui ir dėl kurių dalis tėkmės mechaninės energijos virsta šiluma. Šią hidraulinę nuostatą gali iškreipti tik ryškūs azonaliniai veiksniai. Jie 1 paveiksle kaip tik išryškėja. Tai upių baseinų (Vilnia, Ūla, Merkys) smėlingumas ir jo sąlygojami dideli (4–5 l/s · km²) požeminio nuotėkio moduliai [11]. Kitas priešingą poveikį vandens temperatūrai darantis veiksnys – tai ežerai ir tvenkiniai, kurių vanduo, kaip matysime, ryškiai šiltesnis už upės vandenį. Tai rodo Žeimenos, ištekančios iš Žeimenų ežero, pavyzdys (1 pav.).

Ar upės vandens temperatūros ir jos ilgio ryšys turi fizinę prasmę? Logiškai galvojant taip, nes su upės ilgiu didėja jos vandeningumas, daugiau akumuluojama Saulės radiacinės šilumos, dalis akumuluotos šilumos pernešama žemyn upe. Be to, tekantis upės vanduo šilumą gauna ne tik iš Saulės ir atmosferos, bet ir iš vidinių energijos šaltinių: hidraulinės energijos, cheminių ir biologinių procesų, žemės gelmių šilumos, galbūt ir dėl adiabatinių procesų ir kt.



1 pav. Upių vandens temperatūros t_{v-x} °C ir atstumo L (km) nuo jų versmių ryšys

2 pav. Upių (1), ežerų-tvenkinių (2) vandens ir oro (3) temperatūrų °C priklausomumas nuo vandens telkinių ir žemės paviršių absoliučiojo aukščio N m (BS)



3.4. Vietovės absoliutusis aukštis ir upės vandens temperatūra

Jei upės vandens temperatūra kyla pagal jos ilgį, ji turėtų kilti ir dėl upės vandens absoliučiojo aukščio mažėjimo, arba atmosferos slėgio didėjimo pasroviui. Toks adiabatiškas išilimo arba vėsimo procesas būdingas oro temperatūrai, tačiau galimas ir mažiau spūdžiam vandeniui dėl atmosferos slėgio prieaugio pasroviui. Todėl kilo mintis empiriškai palyginti vandens temperatūros kitimą, atsižvelgus į upės vagos orografinę padėtį. Buvo sudarytas upių $V-X$ mėn. vidutinės vandens temperatūros t_{v-x} ir VMS matuoklės „O“ absoliučiojo aukščio N m (BS) ryšys. Be to, pagal turimus duomenis buvo nagrinėti ežerų – tvenkinių $V-X$ mėn. absoliučiojo vandens lygio ir temperatūros bei meteorologijos stočių oro temperatūros ir jų absoliučiojo aukščio ryšiai. Toks kompleksinis trijų elementų: upių vandens (1), ežerų vandens (2) ir oro (3) temperatūrų ryšys, atsižvelgus į vietovės aukštį, pateiktas 2 paveiksle. Duomenys (2) ir (3) ryšiams sudaryti paimti iš [12–14] literatūros šaltinių.

Kaip paprastai, empiriniai hidrologinių charakteristikų ir jas sąlygojančių veiksnių ryšiai nėra glaudūs, nes jų įtaka įvairialypė. Tai matyti 1 ir 2 paveiksluose. Ryšio taškų išsidėstymas koreliaciniame lauke rodo reiškinio eigos bendrą pobūdį – tendenciją, kurią galima matematiškai išreikšti ir įvertinti.

3.5. Upių vandens temperatūros empiriniai matematiniai modeliai

Mes laikomės nuomonės, kad bet koki reiškinį, šiuo atveju vandens temperatūrą, reikia tirti ir aiškinti įvairiais požūriais. Kyla klausimas, ar upės vandens temperatūra iš tikrų-

jų susijusi su upės dydžiu ir jos geografine padėtimi, ar šie veiksniai turi įtakos ir kitų vandens telkinių temperatūrai bei oro temperatūrai? Empiriniams matematiniais modeliams sudaryti buvo apskaičiuotos tiriamų reiškinų statistinės charakteristikos. Modeliai su jų patikimumo parametrais pateikti 2 lentelėje. Pateiktas (2 lent.) lygtis statistinio patikimumo požiūriu reikia vertinti palankiai, kadangi koreliacija r_{xy} tarp kintamųjų 0,6–0,8, o lygčių efektyvumas $S_t / s_y = 0,6–0,8$ yra patenkinamas.

Remiantis (1 ir 2 pav.) ryšių laukais ir atitinkamomis regresijos lygtimis, galima suabejoti upės ilgio ir absoliučiojo aukščio įtaka vandens temperatūrai. Tačiau šiuos ryšius ir jų susidarymo priežastis galima visiškai pagrįsti. Žinoma, kad vanduo išyla veikiamas saulės šilumos bei dėl kokių priežasčių ir kiek šilumos netenka vandens telkiniai dėl garavimo, taip pat žinomi vandens ištekuliai, tačiau vandens telkinio dydžio (upės ilgio) ir jo geografinių koordinatų (vietovės aukščio) įtaka vandens temperatūrai šalyje nepakankamai ištyrinėta. Tiesa, [12] nustatė, kad šalies ežerų vandens paviršiaus temperatūra priklauso nuo pačių ežerų morfometrijos, hidrologinių rodiklių ir ežerų geografinės padėties. Remiantis šiais rodikliais buvo pateikti atitinkami matematiniai modeliai.

Pateiktos (2 lent.) vandens temperatūros empirinės tiesinės lygtys iš tiesų idealizuotai atspindi vandens temperatūros ir upės dydžio bei jos orografinės padėties ryšį. Norint parodyti, kad tai neatsitiktiniai ryšiai, jie buvo pailiustruoti upių, kurių vandens temperatūra matuota keliuose VMS, duomenimis (3 lent.). Išskyrus Žeimeną, kurios aukštupio

2 lentelė. Vidutinės $V-X$ mėn. upių (t_1), ežerų-tvenkinių (t_2) vandens paviršiaus bei oro (t_3) temperatūrų (°C) modeliai ir jų patikimumas

Nr.	Modelis	Regresijos lygtis	Lygties standartinis nuokrypis $S_t = s_y \sqrt{1 - r_{xy}^2}$ °C	Vidurkio standartinis nuokrypis s_y °C	Santykis S_t / s_y	Koreliacijos koeficientas r_{xy}	Duomenų imtis n
1	$t_1 = f(L)$	$t_1 = 14,0 + 0,0083 L^*$	0,57	0,72	0,78	0,68	27
2	$t_1 = f_1(N)$	$t_1 = 15,5 - 0,0125 N^{**}$	0,76	0,92	0,83	-0,57	41
3	$t_2 = f_2(N)$	$t_2 = 16,9 - 0,0128 N$	0,39	0,62	0,63	-0,78	21
4	$t_3 = f_3(N)$	$t_3 = 13,6 - 0,0038 N$	0,18	0,28	0,64	-0,77	19

* Upės ilgis L km nuo versmių iki norimos vietos.

** Upės, ežero-tvenkinio ir žemės paviršių absoliutusis aukštis N m (BS).

3 lentelė. Upių V–X mėn. vandens temperatūros gradientai

Eil. Nr.	Upė	Vandens matavimo stotis	Upės atkarpa ΔL km	Absoliučiujių aukščių skirtumas ΔN m	Vandens temperatūros skirtumas Δt °C	Gradientai		
						$\frac{\Delta t}{\Delta L}$ °C/km	$\frac{\Delta t}{\Delta N}$ °C/km	nuolydis S
1	Nemunas	Druskininkai–Panemunė	388,4	75,44	0,44	0,0011	0,0058	0,00019
2	Merkys	Žagarinė–Puvočiai	104,2	52,69	0,08	0,0008	0,0015	0,00051
3	Strėva	Semeliškės–Strėvininkai	32,9	32,50	0,16	0,0049	0,0050	0,00099
4	Neris	Buivydžiai–Jonava	186,8	76,06	0,02	0,0001	0,0003	0,00041
5	Vilnia	Santakai–Vilnius	53,4	61,80	2,12	0,0397	0,0343	0,00116
6	Šventoji	Antalieptė–Baltromiškė	200,2	69,18	1,22	0,0061	0,0176	0,00035
7	Nevėžis	Panevėžys–Babtai	106,2	19,54	0,56	0,0053	0,0287	0,00018
8	Šušvė	Šiaulėnai–Josvainiai	94,4	78,95	1,16	0,0123	0,0147	0,00084
9	Dubysa	Lyduvėnai–Padubysys	57,6	34,44	0,80	0,0139	0,0232	0,00060
10	Kražantė	Pluskiai–Prušinskiai	40,7	39,84	1,56	0,0383	0,0392	0,00098
11	Šešupė	Kalvarija–Dolgoje	209,7	95,89	1,59	0,0076	0,0166	0,00046
12	Jūra	Pajūris–Tauragė	61,1	49,90	0,99	0,0162	0,0198	0,00082
13	Minija	Vainaičiai–Lankupiai	136,9	79,05	1,22	0,0089	0,0154	0,00058
14	Akmena	Tūbausiai–Kretinga	12,2	14,00	1,38	0,1131	0,0986	0,00115
15	Nemunėlis	Panemunėlis–Tabokinė	115,2	82,00	1,28	0,0111	0,0156	0,00071
16	Mūša	Miciūnai–Žilpamūšis	76,0	40,21	0,73	0,0096	0,0182	0,00053
17	Lėvuos	Kupiškis–Pasvalys	105,1	44,01	0,83	0,0079	0,0189	0,00042
18	Venta	Ramučiai–Leckava	119,4	59,37	1,26	0,0106	0,00212	0,00050
		Vidutiniškai	116,7	55,83	0,968	0,0083	0,0173	0,00048

vandens temperatūra veikiama šiltesnio ežerų vandens, rasta 18 tokių upių. 3 lentelėje kiekvienai upei pateikti dviejų kraštinių VMS vandens temperatūrų pokyčiai Δt , absoliučiujių aukščių skirtumai ΔN bei upės ruožo ilgis ΔL tarp VMS. Nors vandens temperatūros skirtumas Δt tarp VMS tirtose upėse gana įvairus (0,02–2,12 °C), tačiau nėra proporcingas ruožų ilgiams ΔL . Visų tirtų upių vidutinis kraštinių VMS temperatūrų skirtumas $\Delta t = 0,97$ °C. Daug tai ar mažai, galima spręsti pagal Stjudento kriterijų t . Nustatyta, kad jeigu upėje pagal tėkmę vandens temperatūra pakinta $\Delta t \geq 0,50$ °C, tai tas skirtumas su paklaida $\alpha = 0,05$ yra statistiškai reikšmingas.

Kaip matyti 3 lentelėje, iš 18 tirtų upių, išskyrus Nemuną, Nerį, Merkį ir Stėvą, vandens temperatūrų skirtumas pagal upių tėkmę yra esminis, nes $\Delta t > 0,50$ °C. Esant tokiam vandens temperatūros skirtumui pagal (1) ir (2) lygtis galime spręsti, kad šiuo atveju upės ruožas turi būti ne trumpesnis kaip 60 km, o ruožo tėkmės perkritis ne mažesnis kaip 40 m, tad ir upės nuolydis $S \geq 0,00067$.

3 lentelėje pateikti vandens temperatūros gradientai $\Delta t / \Delta L$, $\Delta t / \Delta N$ rodo gana nemažą vandens temperatūros įvairovę tarp tirtų upių ir tam tikrą jos kilmę. Išvardytų upių gradientų (3 lent.) vidurkiai yra 0,0083 °C/km, 0,0173 °C/m. Pagal šių gradientų vidurkius taip pat galima spręsti, kad upėje vandens temperatūra pakyla vidutiniškai 1 °C tėkmei įveikus 120 km upės ruožą arba tėkmei perkritis 58 metrus prie upės vagos nuolydžio $S \geq 0,00048$ (48 cm/km). Upių ruožų nuolydis (3 lent.) ganėtinai įvairus: nuo $S > 1,00$ m/km (Vilnia, Akmena), susietas su aukštais vandens temperatūrų gradientais, iki $S = 0,18$ – $0,42$ m/km (Nevėžis, Šventoji, Lėvuos), susietas su žemais vandens temperatūrų gradientais.

Nuolydžiai sąlygoja vandens tėkmės greičius, o pastarieji – hidraulinius nuostolius, kurių dalis virsta šiluma.

Taigi upių vandens temperatūra, kaip vandens šilumos išraiška, nėra paprastas hidrofizinis reiškinys, bet formuojamas ir veikiamas daugelio veiksnių, dar nevisiškai suprastas ir išaiškintas, todėl kai kurie straipsnio teiginiai gali būti diskusiniai.

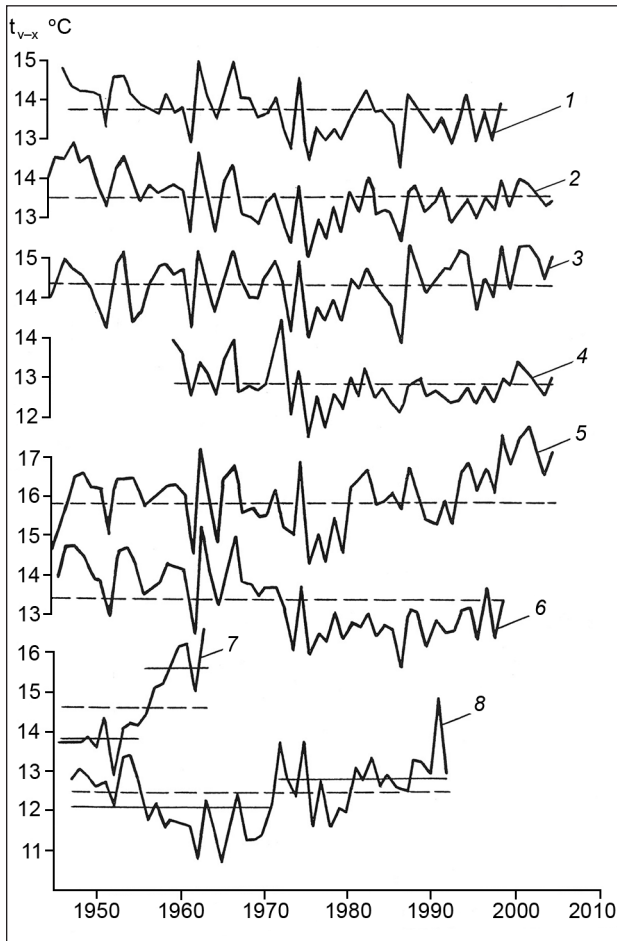
3.6. Tyrimo rezultatų interpretacija

Konkrečių siūlymų, kaip nustatyti neištirtos upės vandens temperatūrą, nėra. Žinoma, ją galima apskaičiuoti žinant pradinę ir kraštines sąlygas bei kitus vandens tėkmės duomenis [15].

Kadangi vandens temperatūra susieta su upės dydžiu, tai intakai daugeliu atvejų trumpesni ir mažiau vandeningi, jų vanduo vėsesnis už pagrindinės upės, kuri transportuoja intakų surinktą vandenį, vėsesni upių aukštupiai; vėsesnės šaltiniuotos upės, šiltesnis iš ežerų ištekančių upių vanduo. Tai tokios bendros nuostatos.

Vandens temperatūros daugiametė kaita tarp upių gana sinchroniška ir statistiškai reikšminga. Upių vandens temperatūrų koreliacijos koeficientai nuo 0,75 iki 0,92.

Kai kurių būdingesnių upių vandens temperatūros daugiametė kaita parodyta 3 paveiksle. Iš termogramų matyti, kad upių temperatūros daugiametė kaita panaši, nepaisant upės terminės grupės. Tai rodo, kad šią kaitą nulemia klimato sąlygos, o daugiamečių vidurkių dydį – fizinės-geografinės. Pavyzdžiui, palyginus Nemuno ir Rešketos termogramas matyti, kad vandens temperatūrų kaita daugmaž panaši ($r = 0,77$), tačiau daugiamečiai vidurkiai žymiai (apie 3 °C) skiriasi.



3 pav. Upių vandens termogramos (t_{v-x} , °C): 1 – Veiviržas–Mikužiai, 2 – Merkys–Puvočiai, 3 – Dubysa–Lyduvėnai, 4 – Ūla–Zervynos, 5 – Nemunas–Nemajūnai, 6 – Rešketa–Gudeliai, 7 – Baltoji Ančia–Guronys, 8 – Vilnia–Santakai

Vandens temperatūra jautri antropogeniniams upės vandens režimo pokyčiams. Tai aiškiai matyti iš 3 paveiksle pateiktų Baltosios Ančios (7) ir Vilnios aukštupio (8) termogramų. 1955 m. pastaćius Baltosios Ančios HE ir įrengus 250 ha tvenkinį, žemiau jo upės vandens temperatūra žymiai ($\sim 1,7$ °C) pakilo. Vandens temperatūra žymiai ($\sim 0,7$ °C) pakilo Vilnioje žemiau 1972 m. pastatyto Margių tvenkinio.

Ar 2 lentelėje pateikti vandens temperatūros modeliai gali būti pritaikyti praktiniams tikslams? Manome, kad taip, nes jie įvertina principines nuostatas, kurios turi įtakos upių vandens temperatūrai. Matematiniai modeliai tam tikru laipsniu idealizuoja reiškinių, bet jie turi būti paprasti, suprantami, tačiau pakankamai tikslūs, kad atitiktų realybę. Mūsų manymu, šiuos reikalavimus pateiktos lygtys atitinka, ypač savo paprastumu.

Nustatykime virtualios upės, kurios vandens paviršius būtų ties $N = 100$ m (BS) absoliučiojo aukščiu, vandens temperatūrą. Šis aukštis artimas Lietuvos teritorijos vidutiniam aukščiu (98 m) virš jūros lygio. Pagal (2) lygtį randame, kad tokios upės vandens temperatūra būtų apie 14,2 °C, ją būtų galima priskirti IIb vėsiaus vandens upių grupei. Jei toje upės vietoje įrengtume tvenkinį, kurio NPL būtų tokia pat ly-

gyje, vandens paviršiaus temperatūra (pagal (3) lygtį) būtų 15,6 °C, tai 1,4 °C aukštesnė nei upės vandens temperatūra, o jų aplinkos oro temperatūra pagal (4) lygtį siektų $\sim 13,2$ °C. Iš šių modeliųjų rezultatų galima spręsti apie tam tikroje vietoje tekančios upės ir ežero-tvenkinio vandens bei oro temperatūrų santykį, o iš jo – apie vandens telkinių darnųjį panaudojimą.

Pagal (1) lygtį galima spręsti apie įvairaus dydžio (ilgio L nuo versmių) upės vandens temperatūrą. Sakysim, ichtiologiškai apie ichtiocenozijų vertę sprendžia iš upės dydžio (upės ilgio matuojamo nuo versmių): upokšnių iki 10 km ilgio, iki 50 km ilgio upelių, iki 200 km ir per 200 km ilgio upių. Prie šių išvardytų upių priskiriamos ir tokio pat ilgio aukštutinės dalies upių atkarpos [16, 17]. Išvardytų upių žemutinės dalies vandens temperatūros pagal (1) lygtį atitinkamai būtų 14,1, 14,5, 15,6 ir per 15,6 °C.

Kadangi dar neapibendrinta kitų terminų fazijų medžiaga, jas siūlome apytikriai nustatyti tokiu santykiu: $t_{v-VII} = 1,12 \cdot t_{v-X}$, $t_{v-VIII-X} = 0,87 \cdot t_{v-X}$, $t_{v-VI-VIII} = 1,22 \cdot t_{v-X}$, $t_{v-VI} = 1,26 \cdot t_{v-X}$ ir aukščiausios išmatuotos $-t_a = 1,77 \cdot t_{v-X}$.

Aukščiausia (30,5 °C) vandens temperatūra išmatuota Dusios ežero intake Sutrėje 1971 08 03, antra pagal dydį – Nemune (Smalininkų VMS) 30,0 °C 1947 06 30.

4. IŠVADOS

1. Manome, kad vandens temperatūros įvairovė tarp tirtų upių ir pačioje upėje susidarė dėl upių dydžio, požeminio nuotėkio įsiliejimo į upių vagas, lengvų gruntų (smėlio) paplitimo upės baseine, ežerų gausumo, upės absoliučiojo aukščio, tėkmės krypties ir kitų vietinių priežasčių, kurios tam tikru laipsniu veikia klimatinio fono suformuotą vandens temperatūrą.

2. Pagal vandens temperatūros standartines 30 metų normas išskirtos sąlyginai šilto, vėsiaus ir šalto vandens upių grupės.

3. Didesnių upių ir upių žemupių vanduo esti šiltesnis nei aukštupių ir mažesnių upių, pastarųjų temperatūros režimas įvairesnis; Pietryčių smėlėtosios lygumos, Žemaičių ir Aukštaičių aukštumų pašlaičių bei karstinio rajono daugiausia yra vėsiaus arba šalto vandens upės; iš ežerų ir tvenkinių ištekančių upių vanduo esti šiltesnis.

4. Vandens temperatūra upėje ir tarp upių statistiškai reikšmingai skiriasi, kai $\Delta t \geq 0,5$ °C.

5. Atsižvelgus į upių dydį (ilgį) ir vietovės aukštį sudaryti vandens temperatūros regioniniai statistiniai matematiniai modeliai, kuriais patenkinamu tikslumu siūloma nustatyti neištirtų upių bei įrengtų prie jų tvenkinių vandens temperatūrą.

Literatūra

1. Kolupaila S. Nemuno užšalimai per 120 metų (1811–1930). *Kosmos*. 1930. 10–12. P. 299–305.
2. *Resursy poverkhnostnykh vod SSSR*. Leningrad, 1966. Vol. 5. Issue 1. 720 p.
3. *Resursy poverkhnostnykh vod SSSR*. Leningrad, 1969. Vol. 4. N 3. 307 p.
4. *Osnovnyye gidrologicheskiye kharakteristiki*. Leningrad, 1978. Vol. 4. N 3. 216 p.
5. Rainys A., Lisauskienė B. Nemuno deltos terminio ir upės šiluminio nuotėkio pagrindiniai bruožai. *Hidrometeorologiniai straipsniai*. 1977. T. 8. P. 56–68.
6. Grizhene G. Yu., Chelkis R. I., Jablonskis I. S. Charakteristiki temperatury vody reki Nyamunas po dannym nablyudeniuy 1945–1980 gg. *Lietuvos TSR Mokslų Akademijos darbai. B serija*. 1983. T. 6(139). P. 43–52.
7. Meilutytė-Barauskienė D., Kovalenkoviėnė M., Šarauskiėnė D. The impact of runoff regulation on the thermal regime of the Nemunas. *Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba*. 2005. Nr. 4. P. 43–50.
8. Rimavičiūtė E. Tvenkinių poveikis Lietuvos upių žemutinio bjefo terminiam režimui. *Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba*. 2000. Nr. 2(12). P. 3–12.
9. Shtorm R. *Teoriya veroyatnostey. Matematicheskaya statistika. Statisticheskyy kontrol kachestva*. Moskva, 1970. 368 p.
10. Čekanavičius V., Murauskas G. *Statistika ir jos taikymai*. Vilnius, 2000. 239 p.
11. Gailiušis B., Jablonskis J., Kovalenkoviėnė M. *Lietuvos upės. Hidrografija ir nuotėkis*. Kaunas, 2001. 792 p.
12. Jablonskis I. S. Regressionnyye modeli poverkhnostnoy temperatury vody ozer Litvy. *Lietuvos TSR Mokslų Akademijos darbai. B serija*. 1986. T. 4(155). P. 69–79.
13. Galvonaitė A., Valiukas D. *Lietuvos klimato kaita (1991–2003)*. Vilnius, 2005. 80 p.
14. *Lietuvos klimato žinybas. Oro temperatūra*. Vilnius, 1992. 140 p.
15. Vinnikov S. D., Proskuryakov B. V. *Gidrofizika*. Leningrad, 1988. 248 p.
16. Bubinas A., Bukelskis E. *Gėlavandenių hidrocentozijų struktūra ir jų tyrimo metodai*. Vilnius, 1998. 120 p.
17. Gailiušis B., Baršienė J. ir kt. Vandens ekosistemų būklė ir tvarios raidos prielaidos. *Lietuvos ekologinis tvarumas istoriniame kontekste*. Vilnius, 1999. P. 247–286.

Jonas Jablonskis, Aldona Jurgelėnaitė

WATER TEMPERATURE PECULIARITIES OF LITHUANIAN RIVERS

Summary

Data on water temperature from 131 water gauging stations by 81 rivers from 1945 since 2006 are evaluated, measured and published. The statistical parameters of water temperature for multi-year and standard periods (from 1961 to 1990) are evaluated. The factors that mostly influence the water temperature of rivers (river size, geographical coordinates, groundwater supply, proportion of river basin covered by lakes and sand) are described. Depending on the average value of the rivers in the territory and its standard deviation, groups of warm, cool and cold-water rivers are distinguished. In accordance with the size of river (length L) and the absolute height of the water level of the river flow (N), the mathematical models of river water temperature have been compiled. These models allow estimating the water temperature of unexplored rivers and their reservoirs. It is necessary to investigate the thermal flush of river flow and extend the exploration of other water thermal phases.

Key words: river, water temperature, average, standard normal, mathematical models

Йонас Яблонскис, Алдона Юргяленайте

ОСОБЕННОСТИ РЕЖИМА ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ РЕК ЛИТВЫ

Резюме

В статье анализируются данные температуры воды 81 реки 131 водомерной станции в 1945–2006 гг. Определены статистические параметры по опубликованным данным за весь период наблюдений и по стандартной норме 1961–1990 гг. Обсуждаются условия формирования температуры воды рек. Установлено, что на температуру воды в основном влияют величина самой реки, степень ее питания грунтовыми и озерными водами, абсолютная высота местности, по которой течет река, гидротехнические сооружения на реке и др. Установлено, что по длине реки и между смежными реками температура воды статистически отличается, если ее различие $\Delta t \geq 0,5$ °C. По температуре воды выделены три группы (теплой, прохладной и холодной воды) рек. Построены статистические математические модели температуры воды рек.

Ключевые слова: река, температура воды, стандартная норма, математические модели