

Lietuvos upių vandens temperatūros atitikimo ekologiniams reikalavimams įvertinimas

Jūratė Vanagaitė,

Gintaras Valiuškevičius

Vilniaus universitetas,
M. K. Čiurlionio g. 21, LT-03101 Vilnius
El. paštas: jurate.vanagaite@gf.stud.vu.lt;
gintaras.valiuskevicius@gf.vu.lt

Vanagaitė J., Valiuškevičius G. Lietuvos upių vandens temperatūros atitikimo ekologiniams reikalavimams įvertinimas. *Geografija*. 2011. T. 47(2). ISSN 1392-1096.

Upių vandens temperatūra svarbi nustatant pokyčius natūralioje drėgnoje aplinkoje ir daro didelį poveikį daugeliui ekosistemų. Straipsnyje analizuojamas Lietuvos upių vandens temperatūros atitikimas ekologiniams reikalavimams, remiantis ekologinėje klasifikacijoje minimomis temperatūromis 2003–2007 m. Tyrimo metu nustatytos vidutinės dešimtadienių ir maksimalios vandens temperatūros, atitinkančios ekologinėje klasifikacijoje minimas temperatūras. Sugrupavus upių pjūvius pagal ryšius tarp vidutinių ir maksimalių temperatūrų pobūdį, nustatyta, jog upių grupių koreliacijos koeficientai yra patikimumo ribose, kai numatytas reikšmingumo lygmuo 0,01 (1 %). Taip pat išnagrinėta ekologinių temperatūrų datos įvairių upių pjūvių grupėse ir nustatytos sąlygos, lemiančios ekologinių temperatūrų datas. Tyrimų objektas apima didžiąją dalį Lietuvos teritorijos – temperatūrų variacijos nagrinėtos dvidešimt vienoje Lietuvos upėje.

Raktažodžiai: upė, vandens temperatūra, ekologinė klasifikacija

ĮVADAS

Lietuvos hidrografinį tinklą sudaro upės, ežerai, tvenkiniai ir kiti vandens telkiniai. Vertinant visų Lietuvos paviršinių vandenų užimamą plotą, upės jame sudaro 17,4 % (Gailiūšis ir kt., 2001). Daugelis Lietuvos upių yra prieglobstis faunai ir florai, todėl labai svarbu žinoti, kokios terminės sąlygos yra tinkamiausios ir atitinka nustatytus ekologinius reikalavimus tam tikroms rūšims egzistuoti ir daugintis upėse. Upės vandens temperatūra, ypač jos kaita per sezoną – itin svarbus rodiklis ir todėl, kad upės yra reikšmingas vandens atsargų bei hidroenergijos šaltinis, transporto keliai bei itin aktyvios rekreacijos zona.

Upės klasifikuojamos labai įvairiai: pagal nuotėkio kaitą, pagal drumstumą, pagal santykinę vandens temperatūrą. Šiame straipsnyje tiriama ekologinio upių kokybės klasifikavimo sistemos terminiai rodikliai. Ekologinė klasifikavimo sistema skirsto upes į lašišinius ir karpinius vandenis. Lašišiniai vandenys – tai telkiniai, kurių vandens fizikinės ir cheminės charakteristikos užtikrina sėkmingą jautriausių vandens kokybei lašišinių žuvų (lašišų, šlakų, kiršlių) egzistenciją ir reprodukciją. Karpiniams vandenims priskiriami telkiniai, kurių fizikiniai ir cheminiai parametrai neatitinka lašišinių žuvų poreikių, tačiau užtikrina mažiau jautrių karpinių žuvų (taip pat lydekų, ungurių) sėkmingą egzistenciją ir reprodukciją (Sakalauskienė ir kt., 2002).

Vandens temperatūra svarbi nustatant kitimus natūralioje vandens aplinkoje ir turi didelę įtaką daugeliui ekosistemų (Petts, 2000). Temperatūra paveikia daug cheminių ir biologinių procesų, tokių kaip ištirpusio deguonies koncentracija ir vandens organizmų vystymasis (Bovee, 1982). Vandens temperatūra gali būti vienas veiksnių, ribojančių potencialią žuvies natūralią aplinką, be to, šilumos režimas gali labai paveikti žuvies paplitimą, vystymąsi, mirtingumą, natūralios aplinkos naudojimą ir kartu veikti populiacijos kaitą.

Lietuvoje yra atlikta nemažai tyrimų, skirstant upes pagal ekologinio kokybės klasifikavimo sistemos rodiklius (Ansbæk ir kt., 2001; Sakalauskienė ir kt., 2002; Lielupės..., 2010; Nemuno..., 2010; Ventos..., 2010). Šiuose darbuose upių klasifikavimui naudoti Aplinkos apsaugos agentūros (AAA) monitoringo tinklo sukaupiti duomenys. Šiuo metu šalyje upių vandens terminiai rodikliai nuolat matuojami ne tik AAA, bet ir daugiau kaip 60 Lietuvos hidrometeorologijos tarnybai (LHMT) pavaldžių hidrologijos stočių (HS). Deja, LHMT sukauptus upių terminio režimo stebėjimų duomenis sunku panaudoti vertinant ekologinę upių kokybę, nes kasdinių matavimų rezultatai oficialiose duomenų bazėse neskelbiami. Siekiant neužimti vietos, pastaraisiais dešimtmečiais LHMT Hidrologiniai metraščiai pateikia informaciją tik apie vidutinę konkrečių dešimtadienių bei maksimalią mėnesio vandens temperatūrą.

Šio darbo idėja – surasti metodiką, leidžiančią pakankamai patikimai apskaičiuoti maksimalią vandens temperatūrą pagal vidutinės dešimtadienio temperatūros duomenis. Straipsnio pagrindinis tikslas – įvertinti Lietuvos upių vandens temperatūros atitikimą ekologiniams reikalavimams, remiantis ekologinėje klasifikacijoje minimomis temperatūromis, pagal prie Lietuvos upių veikiančių HS 2003–2007 m. matavimų duomenis. Tyrimo metu siekta surasti parametrus, geriausiai reprezentuojančius upių skirstymą pagal ekologinio kokybės klasifikavimo sistemos rodiklius ir tinkančius naudoti, dirbant su stacionarių HS pateikiamais duomenimis. Taip pat stengiasi atrinkti reprezentatyviausias upių grupes, kurių duomenimis būtų galima remtis, analizuojant menkai ištirto terminio režimo vandentėkmes.

DUOMENYS IR METODIKA

Darbe analizuojama Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos hidrologijos metraščiuose (Lietuvos ..., 2003–2007) pateikta informacija apie upių vandens temperatūros rodiklius. Nagrinėjamos visos Lietuvos upės, kuriose nenutrūkstamai vandens temperatūra matuota 2003–2007 m. Analizuota vandens temperatūros kaita nuo gegužės pradžios iki rugsėjo pabaigos. Toks tyrinėtų mėnesių laikotarpis pasirinktas todėl, kad darbe remiamasi klasifikacija, kurioje vandens telkiniai, skirstant į kokybės klases, kategorizuoti pagal maksimalią vandens temperatūrą. Ankstesnių tyrimų duomenys (Gailiūšis ir kt., 2001) rodo, kad būtent šiais mėnesiais Lietuvos upėse galima tikėtis vandens temperatūros maksimalių reikšmių. 2003–2007 m. pasirinkti dėl didžiausio tuo metu terminius rodiklius upėse matavusių HS skaičiaus pastarąjį dešimtmetį. Po pradinės analizės paaiškėjo, kad 2003–2007 m. gegužė–rugsėį vandens temperatūra buvo matuojama 45 HS. Dalies HS (Smardonė ties Likėnais, Verdenė ties Likėnais) duomenų buvo atsisakyta dėl jų specifikos (šios upės traktuotos kaip nereprezentatyvios), o dalyje pritrūko duomenų apie kai kurių metų maksimalias vandens temperatūras. Todėl po galutinės duomenų peržiūros analizei pasirinktos 33 HS.

Darbe analizuoti šie hidrologinio režimo rodikliai: vidutinės dešimtadienių vandens temperatūros, maksimalios vandens temperatūros reikšmės ir jų pasiekimo datos, koreliacijos koeficientai tarp vidutinės ir maksimalios vandens temperatūrų skirtingose upių pjūvių grupėse. Apskaičiuoti analizuotų rodiklių imčių 95 % lygmens pasikliautiniai intervalai.

Tiriamos HS buvo suskirstytos į tris grupes pagal du kriterijus: 1) ryšio tarp maksimalios dešimtadienio ir vidutinės dešimtadienio vandens temperatūros regresijos koeficientą; 2) vidutinę gegužės–rugsėjo vandens temperatūrą. Upių grupavimo kriterijai pasirinkti kaip geriausiai leidžiantys panaudoti turimus duomenis. Ryšio tarp vidutinės ir maksimalios vandens temperatūros regresijos koeficientas įvertina ekstremalių temperatūrų nuokrypį nuo vidurkio (pagal tai vėliau galima spręsti, ar vidutinė dešimtadienio temperatūra

labai smarkiai skiriasi nuo maksimalios). Vidutinė sezono vandens temperatūra atskleidžia upei būdingą terminį, kartu ir hidrologinį (pirmiausia – vandens maitinimo) režimą. Suderinus šiuos kriterijus tarpusavyje, išsiskiria upių grupės, pasižyminčios reprezentacinėmis savybėmis.

Siekiant atlikti klasifikaciją pagal regresijos koeficientą, kiekvienai HS buvo sudaryti ryšio grafikai tarp maksimalios dešimtadienio ir vidutinės dešimtadienio vandens temperatūros. Šiems ryšio grafikams nustatyti tiesinių trendų parametrai ir išvestos kiekvieną trendą aprašančios lygtys, pagal kurias nustatyti ryšio regresijos koeficientai. Paaiškėjo, kad ryšio tarp maksimalios dešimtadienio ir vidutinės dešimtadienio vandens temperatūros regresijos koeficientų kaitos amplitudė yra nuo $-0,013$ iki $1,347$. Suapvalinus amplitudės ekstremalias reikšmes, pagal regresijos koeficientą upės buvo padalytos į 3 grupes: 1) su koeficientais nuo $-0,02$ iki $0,40$; 2) su koeficientais nuo $0,41$ iki $0,79$; 3) su koeficientais nuo $0,80$ iki $1,40$. Taip pat apskaičiuoti vidutinės ir maksimalios vandens temperatūros koreliacijos koeficientai bei jų patikimumas.

Skirstant upes pagal vidutinę šiltojo sezono vandens temperatūrą, stengiasi parinkti optimalias vidutinės temperatūros ribas, kurios leistų suderinti grupavimą pagal regresijos koeficientą bei temperatūrą. Šiuo atveju laikytasi nuomonės, kad vėsesniu vandeniu pasižyminčiose upėse maksimalios ir vidutinės vandens temperatūros ryšį apibūdinantys regresijos koeficientai turėtų būti mažesni nei upėse, kurių vanduo šiltesnis. Tai paaiškinama bendraisiais upių vandens temperatūros formavimosi šiltuoju sezonu dėsniniais: vėsesniu vandeniu dažniausiai pasižymi upės, kuriose vyrauja požeminis maitinimas, todėl maksimalios vandens temperatūros jose retai kada pasiekia itin ekstremalias reikšmes (o tai lemia ir nedidelius maksimumų ir vidurkių ryšio regresijos koeficientus). Išbandžius keliolika grupavimo pagal vidutinės sezono vandens temperatūros ribas variantų, apsisota ties šiomis ribinėmis reikšmėmis: 1 grupė – vidutinė gegužės–rugsėjo vandens temperatūra nuo $10,0$ iki $15,2$ °C; 2 grupė – nuo $15,3$ iki $17,0$ °C; 3 grupė – nuo $17,1$ iki $20,0$ °C.

Po HS, atitinkančių grupavimo pagal pirmąjį bei antrąjį kriterijų, atrankos buvo išskirtos reprezentatyviausiomis laikytinos stotys. Paaiškėjo, kad tokių HS tiriamuoju laikotarpiu buvo 24. Šių stočių terminių rodiklių tyrimais pagrįsta ekologinio upių kokybės klasifikavimo sistemos analizė. Šiame straipsnyje daugiausia dėmesio skiriama šiuo metu galiojančioms, paviršinių vandenų klasifikavimą reglamentuojančioms tokioms ES direktyvoms kaip ES Gėlavandenių žuvų direktyva bei jos reikalavimų dėl paviršinių vandenų klasifikavimo įgyvendinimui, taip pat atsižvelgiama į Bendrosios vandens politikos direktyvos reikalavimus. Pagal terminius rodiklius ir kitus fizikinius-cheminius parametrus lašišinių bei karpinių vandenų kokybę Lietuvos upėse skirstoma į penkias klases: 1) labai gera, 2) gera, 3) patenkinama, 4) bloga, 5) labai bloga (Ansbæk ir kt., 2001). Įvairių kokybės klasių maksimalios vandens temperatūros rodikliai pateikiami 1 lentelėje. Kaip rodo 1 lentelės duomenys, klasifikacijos, sudarytos remiantis Gėlavandenių žuvų direktyvos ir Bend-

1 lentelė. Maksimalios vandens temperatūros rodikliai, naudojami ekologinio Lietuvos upių kokybės klasifikavimo sistemoje (Ansbæk ir kt., 2001)

Table 1. Maximum water temperature indicators used in organic Lithuanian river quality classification system (Ansbæk et al., 2001)

Kokybės klasės / Parametrai Class of quality / Parameters	Labai gera Very good	Gera Good	Patenkinama Satisfactory	Bloga Poor	Labai bloga Very bad
Lašišiniai vandenys / Maksimali temperatūra (°C) Salmonid waters / Maximum temperature (°C)	≤18,0	≤21,5	≤24,0	≤27,0	≤30,0
Karpiniai vandenys / Maksimali temperatūra (°C) Cyprinid waters / Maximum temperature (°C)	≤28,0	≤28,0	≤28,0	≤30,0	≤32,0

rosios vandens politikos direktyvos nuostatomis, terminiai rodikliai Lietuvos upėse aktualūs tik analizuojant lašišinius vandenys. Maksimali vandens temperatūra, aukštesnė nei 28 °C (pagal kurios reikšmes siūloma kategorizuoti karpinių vandenų kokybę), Lietuvos sąlygomis upėse pasitaiko itin retai. Todėl visas dėmesys tyrimo metu buvo sutelktas lašišiniams vandenims būdingų charakteristikų išskirimui, tokio tipo upių atrankai bei grupavimui. Straipsnyje vartojamas terminas „ekologinė temperatūra“ apibūdina ekologinėje upių kokybės klasifikacijoje nustatytas temperatūros vertes.

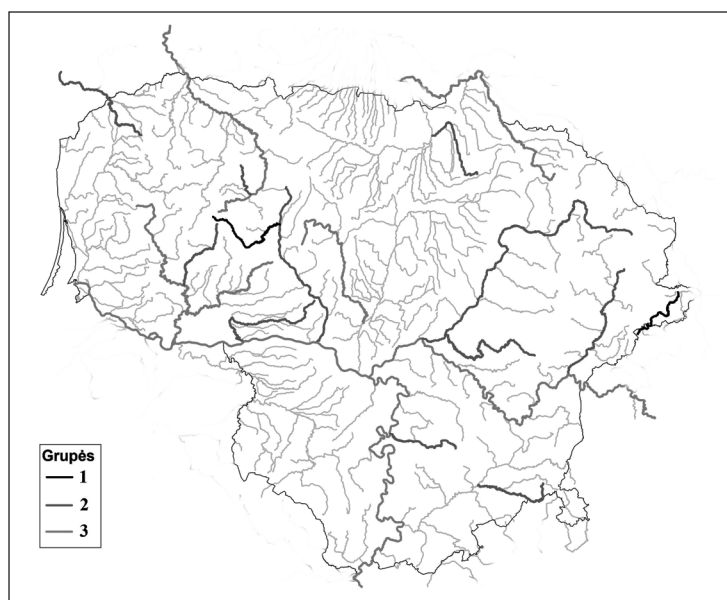
Remiantis šia klasifikacija nustatytos konkrečios temperatūros pasiekimo įvairiose HS datos. Perėjimo per slenksines vandens temperatūros reikšmes datos nustatytos tiek vandens įšilimo (vasaros pradžios), tiek atvėsimo (vasaros pabaigos) laikotarpiu. Slenksinėmis vandens temperatūros reikšmėmis laikytos: 18,0 °C; 21,5 °C ir 24,0 °C.

Žinant vidutines konkrečių dešimtadienių temperatūros reikšmes ir maksimalios vandens temperatūros pasiekimo datas, sudaryti maksimalios ir vidutinės dešimtadienio vandens temperatūros ryšio grafikai kiekvienai išskirtai upių grupei. Siekiant iliustratyvumo, tirtos upės pavaizduotos geografinės informacinės sistemos pagrindu sudarytame žemėlapyje (1 pav.).

ANALIZUOTŲ HS GRUPAVIMAS

Kaip minėta metodikos skyriuje, analizuotų HS terminiai rodikliai suskirstyti pagal: 1) maksimalios dešimtadienio ir vidutinės dešimtadienio vandens temperatūros ryšio regresijos koeficientą; 2) vidutinę 2003–2007 m. gegužės–rugsėjo vandens temperatūrą. Parenkant konkrečioms HS grupėms būdingus regresijos koeficiento bei vidutinės vandens temperatūros kaitos intervalus, stengtasi nustatyti optimaliausių intervalų plotį, t. y. grupės buvo sudarytos taip, kad atkristų kuo mažiau šiame darbe nagrinėtų HS (nepatenkančių į pasirinktus regresijos koeficiento ir vidutinės temperatūros intervalus). Išnagrinėjus įvairius intervalo pločio variantus, paaiškėjo, jog upių optimaliausių susiskirstymą apibūdina trys HS grupės, kurioms priklauso skirtingos upės (2 lentelė).

Atlikus grupavimą, paaiškėjo, kad daugiausiai (11) HS pateko į vidutiniais regresijos koeficientais ir vidutinėmis sezono vandens temperatūromis pasižymintį antrąją grupę. Dauguma šios grupės HS atstovauja skirtingoms upėms: du kartus į antrąją grupę pateko tik Šventoji (ties Anykščiais ir ties Ukmergė). Tad, antrąją upių grupę neabejotinai galima laikyti reprezentatyviausia pagal terminius rodiklius.



1 pav. Skirtingų upių grupių pasiskirstymas Lietuvos upių žemėlapyje (upių grupėms būdingi kriterijai nurodyti 2 lentelėje)

Fig. 1. Distribution of different river groups on the Lithuanian river map (for criteria of river groups see Table 2)

2 lentelė. Upių terminio grupavimo kriterijai ir gautos analizuotų HS grupės

Kriterijai: vidutinė vandens temperatūra – vidutinė 2003–2007 m. gegužės–rugsėjo vandens temperatūra; regresijos koeficientas – maksimalios dešimtadienio ir vidutinės dešimtadienio vandens temperatūros ryšio regresijos koeficientas

Table 2. Thermal criteria for river grouping and the obtained HS groups

Criteria: mean water temperature – the mean of May–September 2003–2007 water temperature; regression coefficient – relation between the decade maximum and the decade mean temperature coefficient of regression

Grupės / Groups	1 grupė / Group 1	2 grupė / Group 2	3 grupė / Group 3
Vidutinė vandens temperatūra °C Mean water temperature, °C	10,0–15,2	15,3–17,0	17,1–20,0
Regresijos koeficientas Coefficient of regression	–0,02–0,4	0,41–0,79	0,80–1,40
Upės / Rivers	Upita (Eidukai) Kražantė (Pluskiai) Svyła (Guntauninkai)	Tatula (Trečionys) Aunuva (Aunuvėnai) Bartuva (Skuodas) Šalčia (Valkininkai) Verknė (Verbyliškės) Žeimena (Pabradė) Šventoji (Anykščiai) Šventoji (Ukmergė) Širvinta (Liukonys) Dubysa (Lyduvėnai) Mituva (Žindaičiai) Akmėna (Paakmenys)	Nemunas (Druskininkai) Nemunas (Kaunas) Nemunas (Panemunė) Neris (Vilnius) Šešuvis (Skirgailiai) Šušvė (Josvainiai) Nemunėlis (Tabokinė) Venta (Papilė) Jūra (Tauragė)

Mažiausiai HS pateko į pirmąją grupę, kuriai būdingi itin maži, maksimalios ir vidutinės dešimtadienio vandens temperatūros ryšį apibūdinantys regresijos koeficientai bei santykinai žemos vidutinės šiltojo sezono vandens temperatūros reikšmės. Stočių, patenkančių į pirmosios grupės kriterijus atitinkančius analizuojamų rodiklių kaitos intervalus, pavyko aptikti vos 3. Pirmiausia tai nulėmė požeminiu maitinimu pasižyminčių upių (Skroblus ties Dubininku, Ūla ties Zervynomis) nepatekimas į šią kategoriją dėl pernelyg didelio maksimalios ir vidutinės temperatūros ryšį apibūdinančio regresijos koeficiento jose. Kai kurie panašiomis savybėmis pasižyminčių upių duomenys leidžia spėti apie galimus temperatūros matavimų metodikos pažeidimus (daugelyje vėsiu vandeniui išsiskiriančių upių 2003–2007 m. šiltųjų sezonų laikotarpiu išmatuotos itin aukštos vandens temperatūros).

Į trečiąją grupę, kuriai būdingi didžiausi regresijos koeficientai bei aukščiausia vidutinė šiltojo sezono temperatūra, pateko 9 HS. Net 3 stotys šioje grupėje atstovauja Nemunui. Tad realiai šios grupės rodikliai apibūdina 7 Lietuvos upes.

2 lentelės duomenys rodo, kad pasirinkti upių grupavimo pagal terminius rodiklius kriterijai gana sėkmingai atskleidžia ir bendrąsias upių hidrologinio režimo savybes. Į pirmąją grupę pateko mažais (iki 220 km²) baseinais pasižyminčios upės, išsidėsčiusios didesnių upynų takoskyrinėse dalyse. Tokioms vandentėkmėms dažnai būdingas gruntinis maitinimas (Gailiūšis ir kt., 2001). Paprastai tokios upės pasižymi ir gerokai didesniais nuolydžiais bei srovės greičiais, neleidžiančiais vandeniui greitai įšilti dėl oro temperatūros ir Saulės poveikio. Daugumos antrajai

grupei atstovaujančių upių baseinų plotai kinta nuo kelių šimtų iki kelių tūkstančių kvadratinų kilometrų (išimtį sudaro Aunuva ties Aunuvėnais, kurios baseino plotas nesiekia net 100 km²). Lietuvos mastu tai – vidutinio dydžio kategorijos upės, kurioms būdingas mišrus maitinimas. Visos trečiosios grupės HS atstovauja didesnius nei 1 000 km² ploto baseinus turinčioms upėms. Tiek antrosios, tiek trečiosios grupės upės – kur kas lėtesnės ir platesnės, todėl jų vandens temperatūra labiau reaguoja į išorinių šilumos balanso elementų pokyčius.

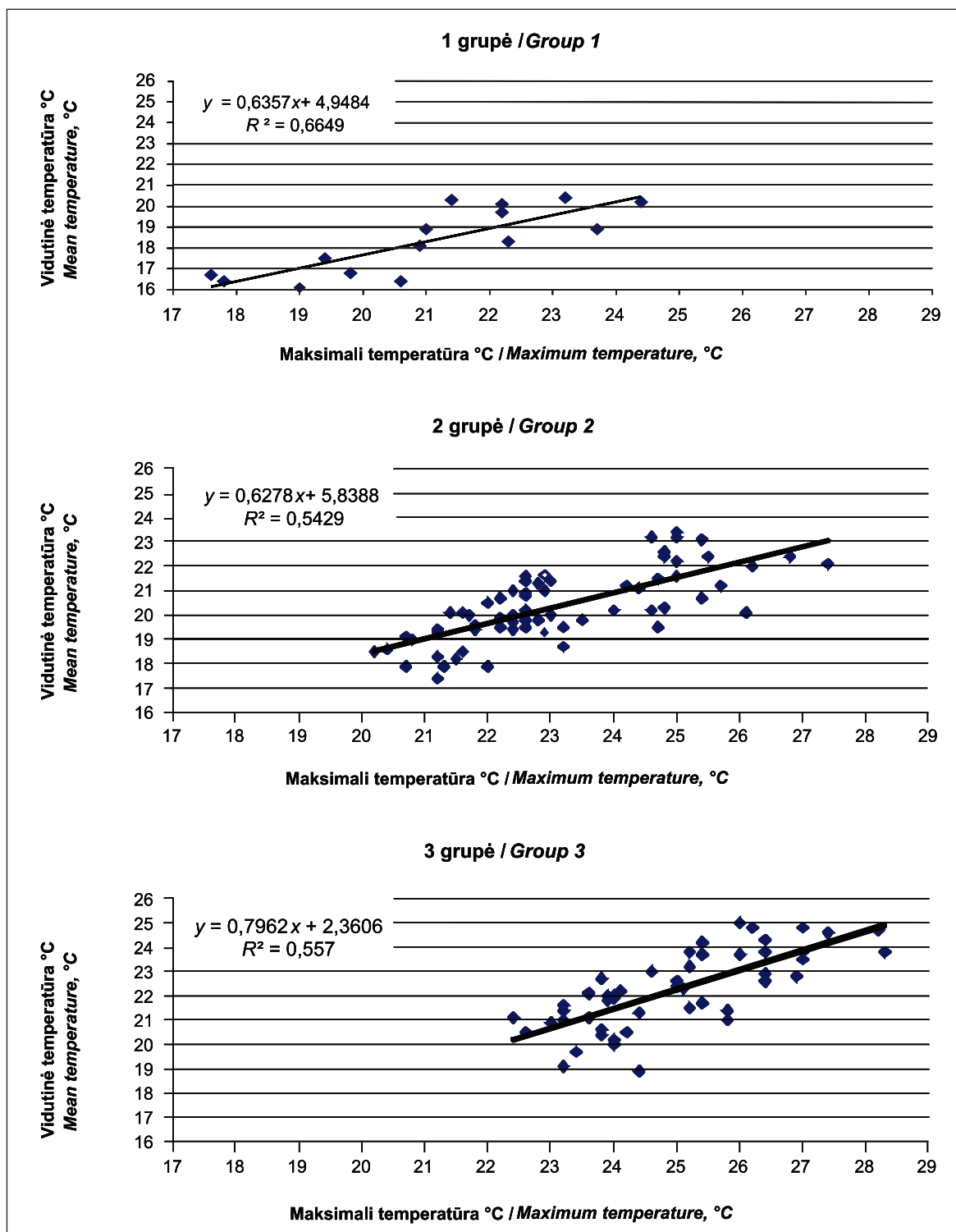
Siekiant patikrinti išskirtų HS grupių duomenų statistinį patikimumą bei išryškinti analizei pasirinktų terminų rodiklių ryšių specifinius skirtumus, pagal kiekvienos grupės duomenis buvo sudarytos maksimalios dešimtadienio ir vidutinės dešimtadienio vandens temperatūros sklaidos diagramos (2 pav.). Taip pat apskaičiuoti jas apibūdinantys parametrai: tiesialinijinio ryšio regresijos koeficientas, determinacijos koeficientas, koreliacijos koeficientas.

Atlikti skaičiavimai parodė, kad didžiausia maksimalios ir vidutinės dešimtadienio temperatūros ryšio koreliacijos koeficiento reikšmė (0,80) būdinga 1 grupei priskirtoms HS. Kiek mažesniu (0,75) koreliacijos koeficientu tarp šių rodiklių pasižymėjo 3 grupės HS, o mažiausias koreliacijos koeficientas (0,74) nustatytas analizuojant 2 grupės HS duomenis. Patikrinus koreliacijos koeficientų patikimumą pagal Stjudento skirstinį, paaiškėjo, kad visų išskirtų stočių grupių koreliacijos koeficientai tarp maksimalios ir vidutinės dešimtadienio temperatūros laikytini statistiškai patikimais, esant 0,01 (1 %) statistinio reikšmingumo lygmeniui. Pažymėtinos ir kitos tendencijos – kuo daugiau duomenų naudota pradiniam skaičiavimams, tuo mažesnės maksimalios

ir vidutinės vandens temperatūros koreliacijos koeficiento reikšmės. Taigi, koeficiento patikimumui didėjant, jo reikšmė (nors ir nežymiai) mažėja.

Įdomiai atrodo ir maksimalios bei vidutinės vandens temperatūros ryšio grafikų pasiskirstymo erdvinis pobūdis (2 pav.). Siekiant parodyti, kaip keičiasi vidutinės vandens

temperatūros priklausomumas nuo maksimalios temperatūros įvairiose HS grupėse, sklaidos diagramos pateiktos analogiškose skalėse. Labiausiai išryškėja maksimalios vandens temperatūros ribos, nulemtos pasirinktų vidutinės sezono vandens temperatūros intervalų (2 lentelė). Pažymėtina ir tai, kad 3 grupės regresijos koeficientas kur kas didesnis nei



2 pav. Maksimalios dešimtadienio ir vidutinės dešimtadienio vandens temperatūrų sklaida ir jas apibūdinantys parametrai skirtingose analizuotų HS grupėse
Fig. 2. Maximum decade and mean decade temperature distribution graphs and their characterizing parameters in different HS groups

kitų dviejų HS grupių. Spėtina, kad 1 grupės regresijos koeficiento reikšmė turėtų būti mažiausia, tačiau tiksliai jos apskaičiavimui šįsiek pristigo duomenų.

Analizei atrinktos HS daugmaž tolygiai pasiskirsčiusios šalies teritorijoje (tai būdinga ir skirtingoms HS grupėms). Tai liudija, kad pasirinkti HS grupavimo kriterijai buvo teisingi ir juos galima naudoti siekiant išryškinti bendrą Lietuvos upių vandens temperatūros atitikimo ekologiniams reikalavimams įvertinimą.

Ekologinės temperatūros slenkstinių verčių pasiekimo datos skirtingose HS grupėse

Nustačius ryšio pobūdį bei jį apibūdinančios lygties parametrus, atsirado galimybė apskaičiuoti vidutinės dešimtadienio temperatūros, atitinkančios maksimalios ekologinės temperatūros slenkstinę vertę, reikšmes. Po skaičiavimų gautos reikšmės pateiktos 3 lentelėje.

Kaip rodo lentelėje pateikti duomenys, vidutinės dešimtadienio vandens temperatūros reikšmės gerokai mažesnės už slenkstinę maksimalios vandens temperatūros vertę. Tai būdinga visoms HS grupėms ir priklauso nuo konkrečiose grupėse nustatytų maksimalios bei vidutinės dešimtadienio vandens temperatūros ryšių pobūdžio. Žinant, kokios vidutinės dešimtadienio temperatūros atitinka maksimalios ekologinės vandens temperatūros vertės pasiekimo ribą, buvo nustatytos maksimalių vandens temperatūrų pasiekimo datos įvairiose HS grupėse (3 pav.). Taip siekta gauti informaciją, kuri leistų panaudoti menkai ištirtų upių duomenis, skirstant jas pagal ekologinę vandens kokybės klasifikavimo sistemą. Dirbant su mažai tyrinėtai objektai patogiausia operuoti daugiametiais duomenimis. Todėl vidutinės konkrečių dešimtadienių temperatūros tiriamuoju laikotarpiu buvo suvidurkintos. Grafikai (3 pav.) leidžia apytiksliai nuspėti daugiametės maksimalios vandens temperatūros pasiekimo datas tokiose upėse, kurių terminis režimas tyrinėtai vos kelerius metus. Svarbiausia teisingai priskirti nagrinėjamą pjūvį konkrečiai HS grupei. Tačiau pabrėžtina, kad tai tik apytikris menkai tirtų arba netirtų upių kategorizavimo metodas.

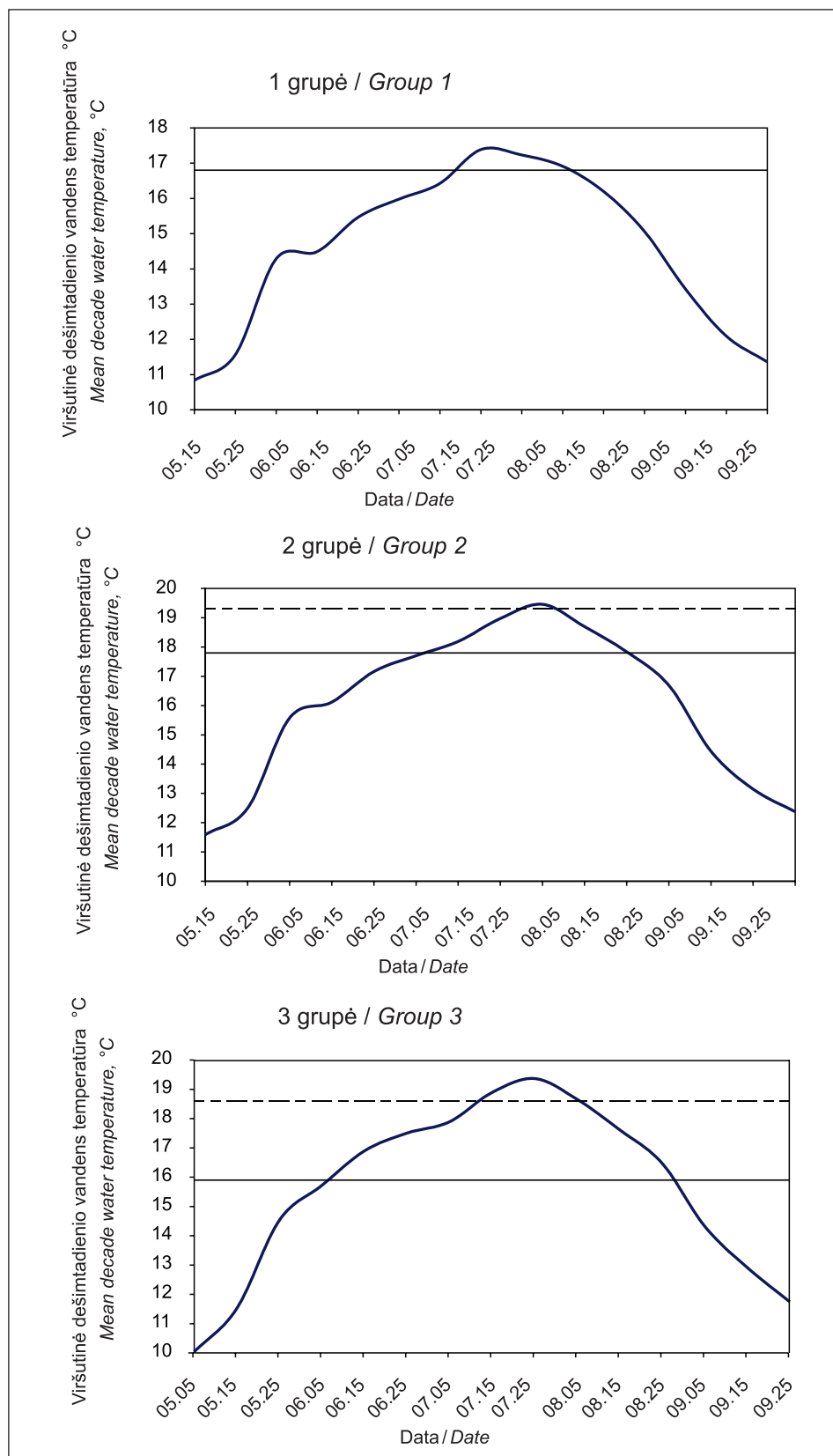
Analizės rezultatai rodo, kad nagrinėjant apibendrintus duomenis (tais atvejais, kai analizuojami HS grupių, o ne konkrečių HS rodikliai) dauguma tirtų upių pagal ekologinę vandens kokybės klasifikaciją vertintinos kaip geros arba patenkinamos būklės. Tuo nesunku įsitikinti pažvelgus į 3 pav., kuriame matoma, kad vidutinės dešimtadienio vandens temperatūros reikšmės, atitinkančios maksimalios vandens temperatūros perėjimo per 24 °C ir didesnes slenkstines vertes nebuvo pasiektos nei vienoje HS grupėje. Geriausia kokybe pasižymi 1 grupės HS, kuriose tiriamuoju laikotarpiu tik sąlyginai trumpą laiką buvo viršyta labai gerą vandens kokybę liudijanti 18 °C maksimalios vandens temperatūros slenkstinė vertė (16,4 °C vidutinė dešimtadienio vandens temperatūra). Tokios temperatūros šioje upių grupėje vyrauja maždaug nuo liepos 5 iki rugpjūčio 12 dienos. 2 grupei ir 3 grupei priskirtų HS terminų rodiklių analizė parodė, kad jose buvo viršytos ir gerą kokybę apibūdinančios vandens temperatūros slenkstinės vertės. Todėl šių HS grupių vandens kokybę vertintina kaip patenkinama. Būtina pripažinti, kad 2 HS grupėje patenkinamos kokybės slenkstinės vertės pagal vandens temperatūros rodiklius tiriamuoju laikotarpiu buvo viršijamos labai trumpą sezono dalį: nuo liepos 19 iki liepos 28 dienos. Gerokai ilgiau (nuo birželio 14 d. iki rugpjūčio 22 d.) šios grupės HS vandens kokybę pagal terminius parametrus laikytina gera. Ilgiausiai (nuo birželio 23 d. iki rugpjūčio 17 d.) patenkinamą kokybę atitinkančiomis savybėmis pasižymėjo 3 HS grupės vandens temperatūra. Šioje grupėje ilgiausiai (nuo gegužės 25 d. iki rugsėjo 3 d.) išsilaikė ir gerai vandens kokybei būdingi vandens terminiai rodikliai (maksimali temperatūra >21,5 °C, o tai 3 HS grupėje atitinka 19,5 °C vidutinę dešimtadienio vandens temperatūrą).

Būtina nepamiršti, kad apibendrintų duomenų analizė nėra tiksli ir 3 pav. diagramos atspindi tik bendras terminų rodiklių kaitos tendencijas. Upių vandens kokybės įvertinimas remiantis šiomis diagramomis labiau taikytinas tais atvejais, kai stanga duomenų ir siekiama apytiksliai nustatyti galimą maksimalią vandens temperatūrą bei jos pasiekimo datas menkai ištirtoje vandentėkmėje. Realios vandens temperatūros konkrečiose upėse gali gerokai skirtis nuo apytikslų rezultatų, gautų atlikus vertinimą pagal bendrą ryšio, nustatyto visai HS grupei, pobūdį.

3 lentelė. Vidutinės dešimtadienio vandens temperatūros reikšmės, atitinkančios maksimalios vandens temperatūros slenkstines vertes pagal ekologinę vandens kokybės klasifikavimo sistemą. HS grupavimas – pagal 2 lentelę

Table 3. Mean decade water temperature values corresponding to the maximum temperature threshold values in accordance with the ecological water quality classification system. HS classification – according to Table 2

Vandens kokybės klasė Water quality class	Maksimali temperatūra °C Maximum temperature, °C	Vidutinė dešimtadienio temperatūra °C / Mean decade temperature, °C		
		1 grupė / Group 1	2 grupė / Group 2	3 grupė / Group 3
Labai gera / Very good	≤18,0	16,4	17,1	16,7
Gera / Good	≤21,5	18,6	19,3	19,5
Patenkinama / Satisfactory	≤24,0	20,2	20,9	21,5
Bloga / Poor	≤27,0	22,1	22,8	23,9
Labai bloga / Very bad	≤30,0	24,0	24,7	26,2



3 pav. Vidutinės dešimtadienio temperatūros reikšmių, atitinkančių maksimalios vandens temperatūros slenkstines vertes, pasiekimo datos skirtingose HS grupėse: — temperatūra, atitinkanti 18 °C maksimalios vandens temperatūros slenkstinę vertę; - - - temperatūra, atitinkanti 21,5 °C maksimalios vandens temperatūros slenkstinę vertę

Fig. 3. Mean decade temperature values corresponding to the maximum temperature threshold values reaching dates in different HS groups: — temperature corresponding to 18 °C maximum temperature threshold value, - - - temperature corresponding to 21.5 °C maximum temperature threshold value

Todėl turint pakankamai duomenų apie upės terminius rodiklius, visuomet būtina nustatyti maksimalios ir vidutinės dešimtadienio vandens temperatūrų ryšio pobūdį kiekviename konkrečiame pjūvyje. Be to, šiuo atveju nustatant ryšio pobūdį, naudotinos ne suvidurkintos kelerių metų laikotarpio įvairių dešimtadienių temperatūrų reikšmės, o konkrečių dešimtadienių vidutinės vandens temperatūros. Taip galima sužinoti pakankamai tiksliai maksimalios vandens temperatūros slenksinių verčių pasiekimo datas konkrečiu sezonu. Atlikus šiuo principu pagrįstą analizę nustatyta, kad 2003–2007 m. tarp 47 tirtų HS vandens būklė pagal ekologinius kokybės reikalavimus pasiskirstė taip: 14 HS vandens kokybė buvo gera, 28 HS – patenkinama, 5 – bloga. Labai blogos vandens kokybės klasei priskirtinų HS tiriamuoju laikotarpiu analizuotose upėse nepasitaikė.

Atskirų HS maksimalios ir vidutinės dešimtadienio vandens temperatūrų ryšiais pagrįsta analizė išryškino beveik analogiškas HS pasiskirstymo pagal vandens kokybę tendencijas: geriausia vandens kokybe pasižymėjo 1 grupei priskirtos HS, o prasčiausia vandens kokybe – 3 grupės HS. Bendra vandens kokybė, vertinant pagal ekologinių reikalavimų terminius kriterijus, visose HS grupėse, klasifikuojant upes pagal individualias terminių parametų ryšio charakteristikas, kiek suprastėjo. Antai, net tarp 1 grupei priskirtų HS išryškėjo atvejų, kai vandens kokybė vertintina kaip patenkinama (pavyzdžiui, Svyloje ties Guntauninkais), o 2 ir 3 grupėse atsirado upių, pasižyminčių bloga vandens kokybe (Tatula ties Trečionimis, Bartuva ties Skuodu, Nemunas ties Druskininkais, Nemunėlis ties Tabokine). Tai, kad atskirais atvejais maksimali temperatūra gerokai aukštesnė nei ekologinės vandens kokybės klasifikacijos reikalavimuose nurodomos slenksinės vertės, liudija ir metų maksimalios vandens temperatūros reikšmės (nurodomos Hidrologijos metraščiuose).

Analizės rezultatai rodo, kad pasirinkti upių grupavimo kriterijai teisingi ir ateityje juos kiek patobulinus būtų galima sėkmingai skirstyti pagal vandens kokybę net ir labai menkai tyrinėtose upėse. Tai leistų išryškinti mažai tirtų vandentėkmių vandens kokybės atitikimo ekologiniams reikalavimams apytikslę trukmę. Norint patobulinti upių grupavimo metodiką reikia sulaukti naujai įdiegtų automatinų HS duomenų, patikrinti jų homogeniškumą (palyginus su ankstesne duomenų seka) ir apdoroti pastarųjų 10 metų laikotarpio duomenis. Labiau ištirtų HS vandens kokybės atitikimą ekologiniams reikalavimams derėtų tirti naudojant konkrečiose HS sukauptus terminių rodiklių matavimų duomenis.

IŠVADOS

1. Sugrupavus upių pjūvius pagal ryšių tarp vidutinių ir maksimalių temperatūrų pobūdį, išryškėjo, kad upių temperatūros duomenų tarpusavio koreliacija yra aukšta. Upių grupių koreliacijos koeficientai yra patikimumo ribose, kai

numatytas reikšmingumo lygmuo 0,01 (1 %). Analizės rezultatai atskleidžia, jog pasirinkti upių grupavimo kriterijai teisingi ir juos galima sėkmingai skirstyti pagal vandens kokybę net ir labai menkai tyrinėtose upėse.

2. Visos trys nagrinėtos upių grupės panašios tuo, kad šių grupių upės priklauso skirtingiems upių baseinų rajonams. Aukštesnės temperatūros reikšmės ilgiausiai išlieka trečiojoje upių grupėje, o trumpiausiai – pirmojoje.

3. Atrinktos HS daugmaž tolygiai pasiskirsčiusios šalies teritorijoje (tai būdinga ir skirtingoms HS grupėms). Tai liudija, kad pasirinkti HS grupavimo kriterijai buvo teisingi ir juos galima naudoti siekiant išryškinti bendrą Lietuvos upių vandens temperatūros atitikimo ekologiniams reikalavimams įvertinimą.

4. Penkerių metų laikotarpio (2003–2007) upių vandens vidutinės ir maksimalios temperatūros duomenų analizė parodė, kad iš 47 upėse esančių hidrologijos stočių 14 – vandens kokybė yra labai gera / gera, 28 – patenkinama ir 5 – bloga. Labai blogos kokybės vandens nagrinėtose upėse nepasitaikė.

5. Kadangi upės buvo grupuojamos pagal atitinkamas krypties koeficiento reikšmes ir temperatūros vertes, tai kiekvienoje iš upių grupių išryškėjo, kad perėjimo datos pasiekiamos skirtingu laiku.

6. Palankiausios sąlygos gyventi lašišinėms žuvims yra pirmojoje upių grupėje, nepalankiausios – trečiojoje. To priežastis yra tai, jog pirmojoje upių grupėje daugiau dienų vandens paviršiaus temperatūra yra žemesnė (18–21,5 °C), nei likusiose grupėse.

Gauta 2011 09 28

Priimta 2011 10 18

Literatūra

1. Ansbæk J., Valatka S. 2001. *Siūloma paviršinių vandenų klasifikavimo sistema bei metodiniai nurodymai įvertinimui*. Danijos aplinkos apsaugos agentūra ir Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija.
2. Basalykas A. 1956. *Lietuvos upės*. Vilnius: Valstybinė politinės ir mokslinės literatūros leidykla.
3. *Bendrieji Lietuvos upių bruožai*. 2010. <http://mkp.emokykla.lt/enciklopedija/lt>
4. Bovee K. D. 1982. *A Guide to Stream Habitat Analysis Using the Instream Flow Incremental Methodology*. National Biological Service, Fort Collins, CO.
5. Breine J., Simoens I., Haidvogel G., Melcher A., Pont D., Schmutz S. 2005. *Manual for Application of the European Fish Index (EFI)*.
6. *Dauguvos upės baseino rajono valdymo plano projektas*. 2010. Vilnius.
7. Gailiūšis B., Jablonskis J., Kovalenkovičė M. 2001. *Lietuvos upės. Hidrografija ir nuotėkis*. Kaunas: Lietuvos Respublikos švietimo ir mokslo ministerija.
8. Kesminas V., Virbickas T., Balkuvienė G., Stakėnas S., Kontautas A., Pliūraitė V., Matiukas K. 2005. *Lietuvos*

- ichtiologiniai draustiniai*. Vilnius: Vilniaus universiteto Ekologijos instituto leidykla.
9. Kilkus K. 1998. *Lietuvos vandenu geografija*. Vilnius: Apyaušris.
 10. *Lielupės upių baseinų rajono valdymo planas*. 2010. Vilnius.
 11. Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba prie Aplinkos ministerijos. *Hidrologijos metraščiai*. 2003–2007. Vilnius.
 12. *Nemuno upių baseinų rajono valdymo planas*. 2010. Vilnius.
 13. Petts G. E. 2000. A perspective on the abiotic processes sustaining the ecological integrity of running waters. *Hydrobiologia*. 422: 15–27.
 14. Sakalauskienė G., Valatka S., Virbickas T. 2002. Nuotekų įtaka paviršinių vandenu kokybei bei upių klasifikacija į „lašišinius“ ir „karpinius“ vandenius. *Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba* 2002. Nr. 2(20). P. 3–10.
 15. Lietuvos hidrobiologų draugija. 2008. *Žuvų ir vėžių veisimo biotechnika ir išteklių atkūrimas*. Vilnius.
 16. *Ventos upių baseinų rajono valdymo planas*. 2010. Vilnius.

Jūratė Vanagaitė, Gintaras Valiuškevičius

ASSESSMENT OF RIVER WATER TEMPERATURE COMPLIANCE WITH ECOLOGICAL REQUIREMENTS IN LITHUANIA

Summary

The paper is based on the classification of river waters into salmonid and cyprinid. The main objective is to assess the compliance of Lithuanian river water temperature with the ecological requirements, referring to the temperatures mentioned in the organic classification. Data of river hydrological stations for the period 2003–2007 were used to evaluate water temperature.

We measured what average decimal pointed and maximum water temperatures correspond to the temperatures mentioned in organic classification; river sections were grouped according to relationship between the average and maximum temperatures nature; organic temperature date of different river section groups.

After various calculations, the rivers were divided into three groups according to the slope and the average temperature, and it was shown that correlation coefficients of the river groups are in the range of reliability when set significance level is 0.01 (1%).

According to the provisions of the Freshwater Fish Directive, the water surface quality was divided into five classes: 1) very good, 2) good, 3) satisfactory, 4) poor, and 5) very bad. The data analysis of river waters and the average and maximum temperatures of a five-year period (2003–2007) showed that from the hydrological stations of 47 rivers in 14 water quality was very good / good, in 28 satisfactory and in 5 poor. Very poor water condition was not found in the analyzed rivers.

The examination of the river groups crossing over 18 °C, 21.5 °C and 24 °C temperatures revealed that each of the river groups showed that the crossing dates are available at different times as the rivers have been classified in accordance with the slope values and temperature values.

Key words: temperature, river, ecological requirements