

VILNIAUS UNIVERSITETAS
GAMTOS TYRIMŲ CENTRO BOTANIKOS INSTITUTAS

IRMA VITONYTĖ

LIETUVOS UPIŲ FITOBENTOSAS IR JO RODIKLIŲ TAIKYMAS
VERTINANT UPIŲ EKOLOGINĘ BŪKLĘ

Daktaro disertacija
Biomedicinos mokslai, botanika (04 B)

Vilnius, 2014

Disertacija rengta 2008–2012 metais Gamtos tyrimų centro Botanikos institute

Mokslinė vadovė:

dr. Jūratė Kasperovičienė (Gamtos tyrimų centro Botanikos institutas,
biomedicinos mokslai, botanika – 04 B)

Konsultantė:

doc. dr. Jolanta Kostkevičienė (Vilniaus universitetas, biomedicinos mokslai,
botanika – 04 B)

TURINYS

| | |
|---|----|
| SANTRUMPOS | 5 |
| TRUMPAS SAŲOKŲ ŽODYNĖLIS | 7 |
| ĮVADAS | 9 |
| 1. LITERATŪROS APŽVALGA | 14 |
| 1.1. Fitobentoso struktūra, dumblių bendrijų formavimosi ypatumai ... | 14 |
| 1.2. Fitobentoso vystymąsi upėse lemiantys aplinkos veiksniai | 18 |
| 1.3. Bentoso makrodumblių molekuliniai tyrimai | 28 |
| 1.4. Fitobentoso taikymas vertinant upių ekologinę būklę | 31 |
| 1.5. Upių fitobentoso tyrimai Lietuvoje | 34 |
| 2. TIRTŲ UPIŲ HIDROGRAFINĖ, HIDROLOGINĖ IR HIDROFIZIKINIŲ- CHEMINIŲ RODIKLIŲ CHARAKTERISTIKA | 38 |
| 3. TYRIMŲ OBJEKTAS, MEDŽIAGA IR DARBO METODAI | 51 |
| 3.1. Tyrimų objektas | 51 |
| 3.2. Fitobentoso tyrimų medžiaga ir metodai | 51 |
| 3.3. Fitobentoso molekulinį tyrimų medžiaga ir metodai | 58 |
| 4. DARBO REZULTATAI | 63 |
| 4.1. Upių grupių išskyrimas | 63 |
| 4.2. Upių fitobentosas | 66 |
| 4.2.1. Fitobentoso rūšių įvairovės, ekologinių grupių sudėties ir rūšių paplitimo analizė | 66 |
| 4.2.1.1. Rūšių įvairovė ir taksonominė analizė | 66 |
| 4.2.1.2. Ekologinės grupės | 68 |
| 4.2.1.3. Rūšių paplitimas | 70 |
| 4.2.2. Fitobentoso rūšių įvairovės, ekologinių grupių sudėties ir rūšių paplitimo analizė skirtingose upių grupėse | 71 |
| 4.2.2.1. Mažos lėtos tėkmės upės (M_L) | 71 |
| 4.2.2.2. Vidutinės greitos tėkmės upės (V_{GR}) | 75 |

| | |
|---|-----|
| 4.2.2.3. Didelės lėtos–greitos tėkmės upės (D_{L-GR}) | 77 |
| 4.2.2.4. Didelės lėtos tėkmės upės (D_L) | 78 |
| 4.2.3. Naujos Lietuvai fitobentosos rūšys | 80 |
| 4.2.4. Fitobentosos makrodumblių molekuliniai tyrimai | 103 |
| 4.2.4.1. Lietuvos upių makrodumblių rūšių identifikavimas ir genetinė įvairovė | 104 |
| 4.2.4.2. <i>Cladophora glomerata</i> genetinio polimorfizmo tyrimas | 110 |
| 4.2.5. Fitobentosos rūšių įvairovės, gausumo ir paplitimo priklausomybė nuo aplinkos abiotinių veiksnių | 111 |
| 4.3. Fitobentosos vertinant upių vandens būklę | 115 |
| 4.3.1. Indikatorinių makrodumblių rūšių ir dumblių projekcinio padengimo verčių nustatymas skirtingos būklės upėse | 115 |
| 4.3.2. Fitobentosos indekso (BI) taikymas upių būklės įvertinimui . | 119 |
| 5. APIBENDRINIMAS | 128 |
| IŠVADOS | 150 |
| LITERATŪRA | 153 |
| MOKSLINIŲ PUBLIKACIJŲ DISERTACIJOS TEMA SĄRAŠAS | 191 |
| PRIEDAI | 193 |

SANTRUMPOS

AAA – Aplinkos apsaugos agentūra

BDS₇ – biocheminis deguonies suvartojimas per 7 dienas

BI (angl. *Assessment index*) – upių vandens būklės vertinimo indeksas pagal fitobentosos rodiklius: indikacines dumblių rūšis ir rūšių gausumą 5-ių balų skalėje

bp – bazių pora

BVPD (angl. *Water Framework Directive*, WFD) – Bendroji vandens politikos direktyva (2000/60/EC)

DIUF – Danijos upių faunos indeksas

D_L – didelės lėtos tėkmės upės

D_{L-GR} – didelės lėtos-greitos tėkmės upės

DNR – dezoksiribonukleorūgštis

ES – Europos Sąjunga

F – tiesioginis PGR pradmuo

ITS (angl. *Internal Transcribed Spacer*) – vidinis transkribuojamas tarpiklis

LŽI – Lietuvos žuvų indeksas

M_L – mažos lėtos tėkmės upės

N_b – bendrasis azotas

NCBI (angl. *National Center for Biotechnology Information*) – Nacionalinis biologinės informacijos centras

NH₄-N – amonio azotas

N_{min} – mineralinis azotas

NO₂-N – nitritų azotas

NO₃-N – nitratų azotas

O₂ – vandenyje ištirpęs deguonis

P_b – bendrasis fosforas

PCA (angl. *Principal component analysis*) – principinių komponentų analizė

PGR (angl. *Polymerase Chain Reaction*, PCR) – polimerazinė grandininė reakcija

PIT (angl. *Periphyton Index of Trophic status*, PIT) – upių trofinės būklės vertinimo indeksas pagal perifitono rodiklius

PO₄-P – fosfatinis fosforas

R – atvirkštinis PGR pradmuo

rbcL (sin. *RuBisCO*) – genas, kuris koduoja RUBISCO baltymo didžiąją (L) grandinę

RDA (angl. *Redundancy analysis*) – daugiamatė statistika

RI (angl. *Reference Index*) – ekologinės būklės vertinimo indeksas pagal makrofitų etaloninį indeksą

UBR – upių baseinų rajonas

V_{GR} – vidutinės greitos tėkmės upės

18S rRNR – genas, esantis eukariotų ribosomos mažojoje subdalelėje

TRUMPAS SAŲOKŲ ŽODYNĖLIS

Abiotiniai veiksniai – negyvosios gamtos fizikiniai (pvz., šviesa, temperatūra) ir cheminiai (pvz., pH, organiniai ir neorganiniai junginiai) veiksniai.

Antropogeninės kilmės substratas – organinės ar neorganinės kilmės substratas atsiradęs dėl žmogaus veiklos, pvz., stiklas, kaulas.

Antropogeninis poveikis – žmogaus poveikis aplinkai.

Bentosiniai dumbliai – dumblių rūšys prisitvirtinusios ir besivystančios vandens telkinio dugne.

Biotiniai veiksniai – gyvos gamtos veiksniai, pvz., virusų, zooplanktono ir zoobentosos poveikis, augalų išskiriamos alelopatinės medžiagos.

D_L – tyrimo metu išskirtos didelės lėtos tėkmės Lietuvos upės, kurių plotis iki 30(rečiau 50) m, gylis iki 2,5 m. Upės pasižymi labai silpna vandens tėkme.

D_{L-GR} – tyrimo metu išskirtos didelės lėtos–greitos tėkmės Lietuvos upės, kurių plotis iki 30(rečiau 50) m, gylis – 1,5(rečiau 2,0) m. Upės pasižymi įvairios tėkmės srove: nuo lėtos iki labai greitos.

Endofitiniai dumbliai – dumbliai, kurie vystosi kitų makrodumblių gniužuluose, gleivėse ar makrofitų ląstelėse, tarpląstelinėse ertmėse. Tai neparazituojančios augalo šeimnininko autotrofinės dumblių rūšys.

Epidendriniai dumbliai – dumbliai, prisitvirtinę prie medžių šakų, šaknų.

Epifitiniai dumbliai – dumbliai, specialių struktūrų pagalba arba ląstelės dalimi prisitvirtinę prie makrodumblių ir makrofitų, tačiau jų neparazituojantys.

Epilitiniai dumbliai – dumbliai, prisitvirtinę prie stambių kietadispersinių substratų, pvz., uolų, riedulių, akmenų, žvirgždo.

Epipelitiniai dumbliai – dumbliai, kurie vystosi dumblingame smėlyje, detrite ar ant jo paviršiaus.

Epipsamitiniai dumbliai – dumbliai, prisitvirtinę prie smulkiadispersinio substrato (smėlio) paviršiaus arba besivystantys jame.

Epizoitiniai dumbliai – dumbliai, prisitvirtinę prie gyvūnų paviršiaus, pvz., moliuskų geldelių.

Etaloninės būklės sąlygos – žmogaus veiklos nepaveikto vandens telkinio būklė.

Fitobentosas (= bentoso dumbliai *sensu lato*) – tai mikro- ir makrodumblių, augančių dugne ar prisitvirtinusių prie įvairios kilmės po vandeniu esančių substratų, tam tikroje teritorijoje rūšių visuma.

Makrofitai – aukštesnieji vandens augalai.

Meroplanktoniniai dumbliai – dumbliai, kurie dalį gyvenimo ciklo vystosi prisitvirtinę prie įvairių substratų, o kitą dalį – atitrūksta ir laisvai plūduriuoja.

M_L – tyrimo metu išskirtos mažos lėtos tėkmės Lietuvos upės, kurių plotis iki 4(6) m, gylis – iki 0,30(0,45) m. Upės pasižymi vos pastebima ar labai silpna vandens tėkme.

Perifitiniai dumbliai – dumblių rūšys, kurios vystosi ant įvairios kilmės substratų.

Planktoniniai dumbliai – smulkūs dumbliai, augantys vandens storumėje.

Pradmuo – trumpa 18–25 bp ilgio viengrandė dirbtinai susintetinta nukleotidų seka.

Priekrantės vandenys – Lietuvos teritoriniai vandenys, esantys per vieną jūrmylę nuo kranto.

Rizoidas – vienaląstė arba daugialąstė siūlinė išauga, kurios pagalba bentosiniai dumbliai tvirtinasi prie substrato.

Substratas – pagrindas ant kurio tvirtinasi, vystosi įvairūs mikro- ir makroorganizmai.

Tarpiniai vandenys – Lietuvos teritorijai priklausanti Kuršių marių dalis ir Kuršių marių vandenų išplitimo Baltijos jūroje zona.

V_{GR} – tyrimo metu išskirtos vidutinės greitos tėkmės Lietuvos upės, kurių plotis iki 15 m, gylis – iki 0,5 m. Upės pasižymi greita ar labai greita vandens tėkme.

ĮVADAS

Upių fitobentosas – tai mikro- ir makrodumbliai augantys dugne ar prisitvirtinę prie įvairios kilmės po vandeniu esančių substratų. Jie yra svarbūs organinės medžiagos producentai (BIGGS & KILROY, 2000; SCHAUMBURG et al., 2004; 2006; ISTVÁNOVICS & HONTIL, 2011), kurių bendra pirminė produkcija upėse gali siekti 20 g C/m² per parą (WEHR & SHEATH, 2003; ALLAN & CASTILLO, 2007; SEGURA et al., 2010). Įsisavindami iš aplinkos mineralines ir organines medžiagas, dumbliai dalyvauja vandens telkinių savaiminio apsivalymo procesuose, eliminuoja sunkiuosius metalus, radionuklidus ir kitus toksinius junginius (LAI et al., 2003; BARSANTI & GUALTIERI, 2006; AL-HOMAIDAN et al., 2011). Be to, bentoso dumbliai įvairiomis gniužulo tvirtinimosi struktūromis (rizoidais, išplatėjusia pamatine ląstele, išskiriamomis per sienelių poras gleivėmis) suriša smėlio, dumblo daleles, tokiu būdu sumažina substrato, ypač smulkiadispersinio, išplovimą iš upės vagos. Stambių makrodumblių gniužuluose auga ir ant jų antrines apaugimų bendrijas formuoja smulkesni dumbliai. Tokie fitobentoso tankūs sąžalynai sudaro priedangą kitiems organizmams apsaugančią nuo upių srovės ar plėšrūnų poveikio (ALLAN, 1995; BIGGS, 1996; WEHR & SHEATH, 2003).

Lietuvoje apie upių fitobentosą paskelbtų duomenų nėra daug (VAILIONIS, 1930; POCIENĖ & STOČKUS, 1987; BAKŪNAITĖ & KOSTKEVIČIENĖ, 1998; KOSTKEVIČIENĖ & LAUČIŪTĖ, 2005; 2009), kadangi pagrindinis dėmesys buvo skirtas fitoplanktono tyrimams (MARKEVIČIENĖ, 1962; ŪSELYTĖ, 1975; 1978; KOSTKEVIČIENĖ, 1995a,b; 1997; 1998; 2001). Daugiausiai buvo analizuoti taksonominiai ir sisteminiai dumblių tyrimo aspektai, tačiau duomenų apie fitobentoso rūšių įvairovę, skirtumus ir pokyčius, dumblių genetinį polimorfizmą ir aplinkos veiksnių kaitos poveikį bentoso dumblių rūšių paplitimui nepakanka.

Fitobentoso struktūra ir dumblių gausumas glaudžiai siejasi su vandens kokybe ekosistemose. Todėl pastarąjį dešimtmetį Europoje fitobentoso tyrimams

skirtas ypatingas dėmesys, siekiant pritaikyti jo rodiklius vandens būklės vertinimui (BIGGS & KILROY, 2000; GUTOWSKI et al., 2004; FOERSTER et al., 2004; SCHAUMBURG et al., 2004; 2006; GUTOWSKI & FOERSTER, 2006; BALLESTEROS et al., 2007; JELIC MRCELIC et al., 2012). Europos Sąjungos (ES) Bendrosios vandens politikos direktyvoje (BVPD) (EU WFD, 2000/60EC) fitobentosas yra vienas iš rekomenduojamų biologinių vandens kokybės parametru (QUEVAUVILLER et al., 2008; SWD, 2012a–l). Fitobentoso makrodumbliai, jų rodikliai yra taikomi kai kurių ES šalių – Airijos, Jungtinės Karalystės, Olandijos, Švedijos, Vokietijos, taip pat ir Lietuvos, Tarpinių ir priekrantės vandenų būklės vertinimui (OLENIN ir kt., 2012; SWD, 2012c,f,g,i,k,l), o Airijoje, Belgijoje, Jungtinėje Karalystėje upių ir ežerų būklės vertinimui makrodumblių rūšys tiriamos kartu su makrofitais (KELLY et al., 2006b; VAN DE BUND, 2009; SWD, 2012b,f,l). Lietuvos upių monitoringą vykdanči aplinkos apsaugos agentūra (AAA) ekologinės būklės vertinimui adaptavo bentofaunos (Danijos upių faunos indeksas DIUF) ir ichtiofaunos (Lietuvos žuvų indeksas LŽI) rodiklius (LIETUVOS..., 2011; VAITIEKŪNIENĖ ir kt., 2011). Kuriami nacionaliniai upių būklės vertinimo metodai panaudojant ir kitus biologinius floros elementus: makrofitus (makrofitų etaloninis indeksas RI) (SINKEVIČIENĖ, 2010–2011; ZVIEDRE, 2013) ir fitobentoso titnagdumbliaus (GUDAS, 2010). Tačiau Lietuvos upių ekologiškai būklei vertinti bentoso makrodumbliai ir fitobentoso indeksas (BI) nėra taikomi, kadangi iki šiol nebuvo atlikta išsamių Lietuvos upių fitobentoso struktūros tyrimų, kurių apibendrinti duomenys leistų sukurti vandens telkinių ekologinės būklės vertinimo sistemą.

Darbo tikslas: ištirti fitobentoso taksonominę sudėtį ir rūšių ekologiją Lietuvos upėse, nustatyti fitobentoso indikacines galimybes vertinant upių ekologinę būklę.

Darbo uždaviniai:

1. ištirti upių fitobentoso rūšių įvairovę, ekologinių grupių sudėtį ir rūšių paplitimą, sudaryti fitobentoso rūšių sąvadą;

2. identifikuoti vyraujančias ir retas Lietuvos upėse makrodumblių rūšis molekuliniiais metodais, ištirti dominuojančių žaliadumblių *Cladophora glomerata* (L.) Kütz. genetinį polimorfizmą;
3. ištirti aplinkos veiksnius, lemiančius fitobentosos rūšių vystymosi ypatumus upėse;
4. išskirti indikatorines makrodumblių rūšis ir jų projekcinio padengimo vertes preliminariam skirtingo tipo Lietuvos upių būklės nustatymui *in situ* ir įvertinti fitobentosos indekso (BI) taikymo galimybes.

Ginami teiginiai:

- ♦ Fitobentosos rūšių įvairovė, gausumas ir ekologinių grupių pasiskirstymas priklauso nuo upės pločio, gylio, srovės greičio, substrato pobūdžio, vandens savitojo elektrinio laidžio ir bendrojo azoto kiekio.
- ♦ Plačiai paplitusios Lietuvos upėse *Cladophora glomerata* genetinį polimorfizmą galėjo sąlygoti vandens būklė.
- ♦ Makrodumblių projekcinis padengimas gali būti taikomas preliminariam Lietuvos upių būklės nustatymui *in situ*, o fitobentosos indeksas (BI) yra tinkamas rodiklis upių ekologiškai būklei vertinti.

Darbo naujumas. Darbe pirmą kartą išsamiai ištirti 73-jų Lietuvos upių fitobentosos dumbliai, atlikta jų taksonominė ir ekologinių grupių sudėties analizė, nustatyti vystymosi ypatumai. Sudarytas fitobentosos rūšių sąvadas. Identifikuotos 43 naujos Lietuvai bentoso dumblių rūšys. Pirmą kartą atlikti Lietuvos upėse vyraujančių ir retų fitobentosos makrodumblių molekuliniai tyrimai. Preliminariam upių būklės vertinimui *in situ* išskirtos indikatorinės makrodumblių rūšys ir jų projekcinio padengimo (%) vertės įvairios būklės skirtingo tipo upėse. Pirmą kartą pagal fitobentosos indekso (BI) rodiklius atliktas Lietuvos upių ekologinės būklės vertinimas.

Darbo reikšmė. Atlikti upių fitobentosos tyrimai ir sudarytas dumblių rūšių sąrašas yra indėlis pildant gėlujų vandens telkinių dumblių taksonominį sąvadą. Paruošti naujų Lietuvai bentoso dumblių rūšių išsamūs aprašymai su autentiškais nuotraukomis, pateikti morfometriniai duomenys, nurodytas rūšių paplitimas. Gauti pirmi Lietuvos upių makrodumblių genetinės įvairovės duomenys, identifikuotos vyraujančios ir retos Lietuvos upėse makrodumblių rūšys, nustatytas upių bentose dominuojančių žaliadumblių *Cladophora glomerata* genetinis polimorfizmas. Rezultatai svarbūs ir naudingi pasaulio mokslininkams, atliekant palyginamuosius molekulinis tyrimus ar sprendžiant ekologinių pokyčių stebėsenos problemas. Vertinant upių būklę pagal ES BVPD reikalavimus, yra ruošiama indikatorinių bentoso makrodumblių rūšių nustatymo, dumblių padengimo verčių išskyrimo skirtingos būklės upėms ir fitobentosos rodiklio (indekso BI) taikymo metodika. Fitobentosos tyrimų rezultatai svarbūs vertinant ir prognozuojant Lietuvos upių ekologinės būklės pokyčius ir vykdant gamtosaugines programas.

Padėka. Nuoširdžiai dėkoju savo mokslinio darbo vadovei dr. Jūratei Kasperovičienei už vertingas ir dalykines pastabas, patarimus ir nuolatinį visokeriopą palaikymą bei kantrybę. Taip pat už dalykinius patarimus dėkoju savo mokslinio darbo konsultantei doc. dr. Jolantai Kostkevičienei. Dėkoju dr. Juditai Koreivienei, dr. Jūratei Karosienei, Ksenijai Savadovai už jų pastovią pagalbą, paramą ir moralinį palaikymą, taip pat GTC Botanikos instituto Algologijos ir mikroorganizmų ekologijos laboratorijos, Vandens ekotoksikologijos laboratorijos darbuotojams už patarimus rengiant disertaciją.

Dėkoju dr. Zofijai Sinkevičienei už pagalbą renkant fitobentosos mėginius ir kritines pastabas rašant darbą, dr. Ričardui Paškauskui padėjusiam suorganizuoti 2012 m. stažuotę į Rostoko universitetą, Vokietija. Dėkoju dr. Ralf Bastrop ir prof. dr. Henrik Schubert bei jų vadovaujamų laboratorijų darbuotojams: Petra Nowak, dr. Lukas Krebes, Lisza Zeidler, dr. Jens Frankowski, nuoširdžiai priėmusiems mane ir skyrusiems finansinę paramą (2011 m., 2012

m.). Jiems padedant buvo atlikti fitobentoso makrodumblių molekuliniai tyrimai, o suteiktos žinios buvo svarbios ir reikšmingos rengiant disertaciją. Dėkoju Aplinkos apsaugos agentūros darbuotojams suteikusiems naudingos informacijos disertacijos rengimui, Lietuvos mokslo tarybai (sutarties Nr. KEL–279/2011) ir UAB „Labochema LT“ už finansinę paramą stažuotei į Rostoko universitetą.

Išskirtinė padėka skiriama mano tėveliams ir šeimos nariams už supratingumą, kantrybę, paramą ir suteiktas visas galimybes rengti šį darbą.

Darbą rėmė Lietuvos Valstybinis mokslo ir studijų fondas paraiškos registracijos Nr. 390342; Valstybinis studijų fondas – Nr. 400117, Nr. 410044; Lietuvos mokslo taryba – Nr. DOK–12763.

1. LITERATŪROS APŽVALGA

1.1. FITOBENTOSO STRUKTŪRA, DUMBLIŲ BENDRIJŲ FORMAVIMOSI YPATUMAI

Fitobentosui priskiriamos mikro- ir makrodumblių rūšys, kurios vystosi vandens telkinių dugno nuosėdose arba auga prisitvirtinusios prie įvairios kilmės substratų. Pagal GUTOWSKI ir kt. (2004), SCHAUMBURGA ir kt. (2004; 2005; 2006) perifitono, bentoso ir meroplanktono dumbliai apibrėžiami bendru terminu – fitobentosas (= bentoso dumbliai *sensu lato*). Meroplanktoninės dumblių rūšys priskiriamos fitobentosui, nes dalį gyvenimo ciklo jos vystosi prisitvirtinusios prie substratų, o kitą dalį – atitrūksta ir laisvai plūduriuoja vandenyje (PADISÁK & DOKULIL, 1994; ISTVÁNOVICS & HONTIL, 2011).

Fitobentosas yra dideliu dumblių rūšių skaičiumi išsiskirianti grupė. Ant upės vagoje esančio substrato paviršiaus kelių kvadratinų centimetrų plote aptinkama daugiau nei 100 skirtingų dumblių rūšių (KINGSTON et al., 1983; LOWE & PAN, 1996). Fitobentose vyrauja titnagdumbliai, melsvabakterės ir žaliadumbliai. Makrodumblių populiacijas formuoja melsvabakterių, žaliadumblių ir raudondumblių rūšys (ALLAN & CASTILLO, 2007).

Titnagdumbliai pasaulio upių fitobentose sudaro iki 71 % bentoso rūšių kiekio (ALLAN & CASTILLO, 2007; KOMULAYNEN, 2008). Jie dažniausiai vystosi bentoso mikrobuveinėse, o upėse, esant lėtai vandens tėkmei, siūlinės kolonijos, pvz., *Melosira varians* C. Agardh 1827 gausiai aptinkamos ir meroplanktone. Titnagdumbliai dažniausiai aptinkami ir yra gausūs epipelone (*Caloneis*, *Gyrosigma*, *Navicula*, *Nitzschia* ir kt.), epilitone ir epifitone (*Achnanthes*, *Cymbella*, *Cocconeis*, *Gomphonema* ir kt.) (WEHR & SHEATH, 2003).

Melsvabakterės bentoso bendrijose sudaro apie 30–44 % upėse aptinkamų rūšių kiekio (SHEATH & MÜLLER, 1997; ALLAN & CASTILLO, 2007; KOMULAYNEN, 2008; ir kt.). Jos, lyginant su kitomis dumblių grupėmis yra labiausiai prisitaikiusios vystytis upėse (WHITTON, 2002; KOMÁREK, 2003;

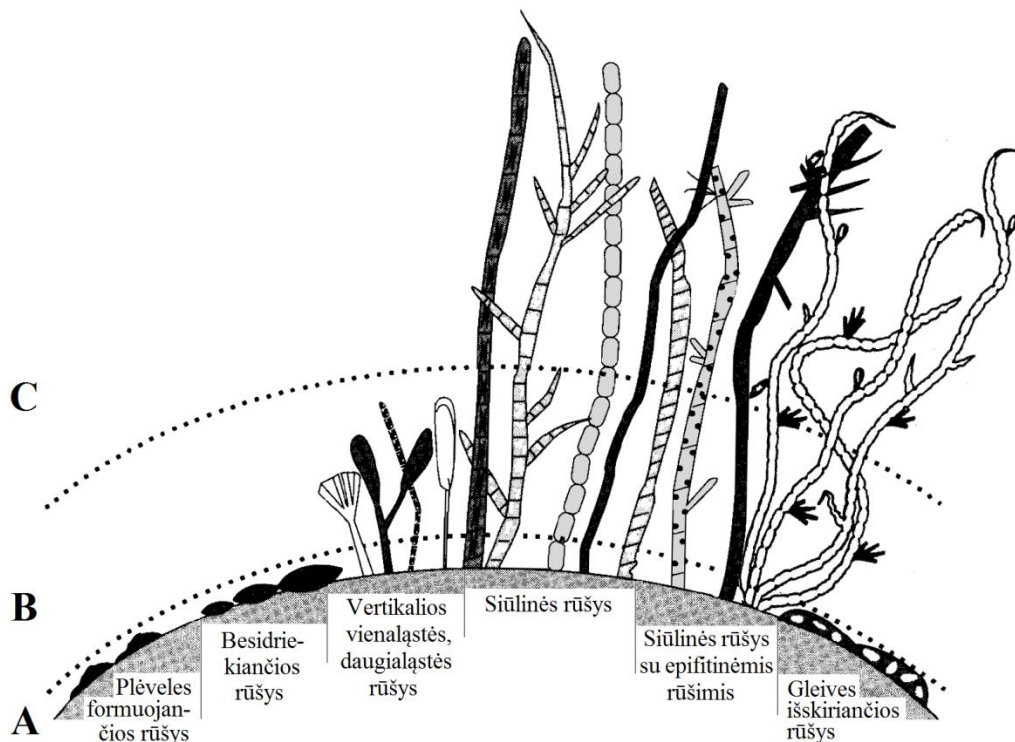
KOMÁREK et al., 2003), nes aptinkamos ant plataus spektro substratų ir sudaro skirtingų ekologinių grupių populiacijas: epilitinės – ant akmenų, žvirgždo, žvyro (*Oscillatoria*, *Phormidium*, *Nostoc*, *Rivularia* ir kt.), epipelitines – ant neorganinės ir organinės kilmės dugno nuosėdų, epipsamitines – ant smėlio ar smėlyje (*Chroococcus*, *Geitlerinema*, *Jaaginema*, *Komvophoron*, *Microcrocis*, ir kt.), epifitines – ant makrofitų, makrodumblių (*Chamaesiphon*, *Heteroleibleinia*, *Cyanobium*, *Hydrococcus* ir kt.). Melsvabakterės aptinkamos ir ant moliuskų geldelių, po vandeniui esančių medžio kamienų bei ant antropogeninės kilmės substratų. *Cyanobium*, *Hydrococcus* ir kai kurios *Chamaesiphon* rūšys yra labiausiai prierašios substratui, vystosi tik epifitone (BARBIERO & WELCH, 1992; ALLAN, 1995; WHITTON, 2002; KOMÁREK, 2003; KOMÁREK et al., 2003; KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS, 1998; 2005).

Žaliadumbliai pasaulio upių fitobentose sudaro 44–54 % dumblių rūšių skaičiaus (SHEATH & MÜLLER, 1997; ALLAN & CASTILLO, 2007; KOMULAYNEN, 2008; ir kt.). Epilitono (*Cladophora*, *Draparnaldia*, *Rhizoclonium*, *Stigeoclonium*, *Ulva* ir kt.), epifitono (*Closterium*, *Coleochaeta*, *Oedogonium*, *Microthamnion* ir kt.) ir meroplanktono (*Mougeotia*, *Spirogyra*, *Zygnema*) bendrijos išsiskiria didžiausia žaliadumblių rūšių įvairove (HYNES, 1972; ALLAN, 1995; BROOK & JOHNSON, 2002; HUXLEY & PENTECOST, 2002; JOHN, 2002a–c; 2003; GERRATH, 2003). Nors žaliadumbliams vystytis reikalinga intensyvi šviesa, tačiau kai kurios, pvz., *Stigeoclonium* rūšys, gausiai vystosi ir stipriai užpavėsintose pakrantės augalija miško upelių bentoso bendrijose (HILL, 1996).

Upių makrodumblių bendrijose raudondumbliai sudaro iki 4–25 % aptinkamų rūšių (SHEATH & MÜLLER, 1997; ALLAN & CASTILLO, 2007; KOMULAYNEN, 2008; ir kt.). *Acrochaetiales* ir *Batrachospermales* eilės dumbliai yra gausiausios ir labiausiai paplitusios raudondumblių rūšys tekančiuose vandens telkiniuose (ALLAN, 1995; ELORANTA et al., 2011). Jos dažniausiai formuoja epilitinės, epifitines, rečiau epidendrinės, epizoitinės populiacijas, vystosi ir ant antropogeninės kilmės substratų. Raudondumblių stambūs gniužulai tvirtai

prisitvirtina prie substrato. *Lemanea* ir *Thorea* genčių rūšys upėse sutinkamos rečiau, tačiau jų biomasė būna ženkliai didesnės, lyginant su plačiai paplitusiomis *Audouinella* ar *Chroodactylon* rūšimis (KUMANO, 2002; SHEATH & SHERWOOD, 2002).

Upių bentoso dumblių bendrijos išsiskiria trimate erdvine struktūra, išskiriami trys sluoksniai: pamatinis, vidurinis ir išorinis (1 pav.) (ALLAN, 1995; STEINMAN, 1996; ALLAN & CASTILLO, 2007). Formuojantis bendrijai, pamatiniame sluoksnyje pagrindą dažniausiai sudaro kompaktiškai prie substrato prisitvirtinę didžiaja ląstelės dalimi (*Achnanthes*, *Cocconeis*, *Epithemia*) titnagdumbliai, gleives išskiriančios ir/ar plėveles formuojančios *Chamaesiphon*, *Chroococcus*, *Merismopedia*, *Microcoleus*, *Oscillatoria*, *Phormidium* melsvabak-



1 pav. Bentoso dumblių bendrijos trimatės erdvinės struktūros schema pagal ALLANĄ ir CASTILLO (2007).

Santrumpos: A – bendrijos pamatinio sluoksnio dumblių rūšys, B – bendrijos vidurinio sluoksnio dumblių rūšys, C – bendrijos išorinio sluoksnio dumblių rūšys.

terės, kompaktiškai prie substrato prisitvirtinę *Aphanochaete*, *Coleochaete* žaliadumbliai ir *Hildenbrandia* raudondumbliai. Vidurinį sluoksnį statmenai substrato paviršiui sudaro gleivinių stiebelių, kotelių pagalba ar pamatine ląstelės dalimi prisitvirtinę *Cymbella*, *Gomphonema*, *Fragilaria*, *Synedra* titnagdumbliai ir *Characium* žaliadumbliai, gleivines apvalios, ovalios ar siūliškos formos kolonijas formuojančios *Calothrix*, *Gloeotrichia*, *Heteroleibleinia*, *Homoeothrix*, *Nostoc*, *Rivularia*, *Tapinothix* melsvabakterės. Išoriniame bendrijos sluoksnyje aptinkami rizoidais ar išplatėjusia pamatine ląstele prisitvirtinusių žaliadumblių *Chaetophora*, *Chara*, *Cladophora*, *Draparnaldia*, *Oedogonium*, *Stigeoclonium*, *Ulva*, raudondumblių *Batrachospermum*, *Lemanea*, *Thorea* ir gelsvadumblių *Vaucheria* stambūs gniužulai.

Antrinius apaugimus ant makrofitų ir makrodumblių formuoja *Cocconeis*, *Diploneis*, *Gomphonema*, *Pinnularia* ir kt. titnagdumbliai, *Aphanocapsa*, *Chamaesiphon*, *Cyanobium*, *Heteroleibleinia*, *Hydrococcus* ir kt. melsvabakterės, *Aphanochaete*, *Chaetosphaeridium*, *Closterium*, *Coleochaete*, *Microthamnion*, *Oedogonium* ir kt. žaliadumbliai, *Audouinella*, *Chroodactylon* raudondumbliai bei *Bulbochaete*, *Characiopsis* gelsvadumbliai. Susiformavusio fitobentosos vidinėse mikrobuveinėse susidaro nepalankios sąlygos (mažesnis šviesos intensyvumas; maistinių medžiagų stygius dėl greito jų įsisavinimo) dumblių vystymuisi ir mirusios rūšys ar pačių bendrijų sluoksniai vandens srovės yra nuplaunami. Išlieka tik tvirtai prie substrato prisitvirtinusios dumblių populiacijos (ALLAN, 1995; HILL, 1996; OKADA & WATANABE, 2002; ALLAN & CASTILLO, 2007).

Bentosos dumblių bendrijose apšviestumo ir maistinių medžiagų prieinamumo sąlygos skiriasi. Išoriniame bentosos bendrijos sluoksnyje, lyginant su pamatinio sluoksnio rūšimis, dumblius pasiekia didžiausias šviesos intensyvumas (fotonų srauto tankis $\sim 40\text{--}100 \mu\text{mol fotonų/m}^2/\text{s}$), reikalingas fotosintezei (DENICOLA, 1996; HILL, 1996; ALLAN & CASTILLO, 2007). Išorinio sluoksnio dumblių rūšys maistines medžiagas įsisavina iš vandens, pamatinės rūšys – iš substrato, o bendrijos viduriniame sluoksnyje – susidaro maistinių

medžiagų nepriteklius (BORCHARDT, 1996). Dumbliai pradeda konkuruoti tarpusavyje dėl optimalių vystymuisi sąlygų, vyksta fitobentosos struktūros pokyčiai. Net menkiausias vienos rūšies gausumo padidėjimas gali iššaukti vienos ar kelių dumblių populiacijų žūtį (ALLAN, 1995).

1.2. FITOBENTOSO VYSTYMAŠI UPĖSE LEMIAMANTYS APLINKOS VEIKSNIAI

Hidrologiniai, hidrofizikiniai-cheminiai ir biologiniai veiksniai įtakoja fitobentosos formavimąsi upėse ir ežeruose (WEHR & SHEATH, 2003). Upės, lyginant su ežerais, skiriasi keliais svarbiausiais aspektais: (i) pastovi turbulencija upėse, sąlygoja vandens masių maišymą bei vandens prisotinimą ištirpusiu deguonimi, (ii) upėse nėra terminės stratifikacijos, išskyrus trumpus periodus lėtai tekančiose ar slėnių upėse, (iii) metiniai vandens temperatūros svyravimai ne tokie ryškūs kaip ežeruose. Upių būklė priklauso nuo jų surenkamuosiuose baseinuose esančios vandens lygio kaitos, cheminių medžiagų balanso ir kt. upių baseine veikiančių veiksnių (ALLAN, 1995; ALLAN & CASTILLO, 2007), ypač žmogaus ūkinės veiklos, kuri paspartina dažniausiai neigiamai hidroekosistemų pokyčius, biotos rūšių sudėties ir produktyvumo pakitimus (BUBINAS & BUKELSKIS, 1998).

Upių fitobentosos rūšių įvairovę, gausumą, rūšių paplitimą tiesiogiai ar netiesiogiai sąlygoja įvairūs abiotiniai ir biotiniai aplinkos veiksniai. Svarbiausi iš jų – vandens srovė, upių vagose esantis substratas, šviesa, vandens temperatūra, pagrindinės maistinės medžiagos, išėdimas, antropogeninė veikla (ALLAN & CASTILLO, 2007).

ABIOTINIAI VEIKSNIAI

Vandens srovė. Vandens srovės greitis kinta dėl upės reljefo nuolydžio nuo ištakų iki žiočių. Srovė tiesiogiai sąlygoja upėse esančių substratų įvairovę pagal tiesinę regresiją – didėjanti srovė išjudina didesnio skersmens (\emptyset) substratus: 0,1 m/s greičio tėkmė išjudina 0,2 cm \emptyset substratą, 0,5 m/s – 5,0 cm \emptyset ,

1,0 m/s – 20 cm Ø ir t.t. (HYNES, 1972; ALLAN & CASTILLO, 2007). Taip pat vandens srovė lemia fitobentos rūšių sudėtį, bendrijų formavimąsi bei rūšių paplitimą (KOMULAYNEN, 1999). Stipriós srovės upėse vystosi glaudžiai prie substratų išsidėsčiusios ar visu gniužulo paviršiumi prisitvirtinusios dumblių rūšys. Jos yra atsparios nuplovimui, vandens lygio pokyčiams. Fitobentos išsilaikymas intensyvios tėkmės sąlygomis priklauso nuo dumblių bendrijos kompaktiškumo. Šiam veiksniai atspariausia žema, tanki, mažos biomasės ir tvirtai prisitvirtinusi prie substrato bendrija (HORNER et al., 1990; ALLAN, 1995; BORCHARDT, 1996; STEVENSON, 1996; OKADA & WATANABE, 2002). Lėtos srovės upėse bentoso bendrijose dominuoja statmenai substrato paviršiui prisitvirtinusios siūlinės, šakotasiūlinės dumblių rūšys (*Audouinella*, *Batrachospermum*, *Cladophora*, *Stigeoclonium* ir kt.). Šiose upėse bentoso bendrijų biomasė yra didelė, nors bendrijos būna netankios, o daugelis dumblių rūšių (*Lyngbya*, *Mougeotia*, *Oedogonium*, *Phormidium*, *Spirogyra* ir kt.) jose būna neprisitvirtinusios prie substrato. Tokios bendrijos yra jautrios bet kokiems vandens lygio potvynių ir poplūdžių metu svyravimams. Jos upėse greičiau sensta (ALLAN, 1995; ALLAN & CASTILLO, 2007).

Pradinėse fitobentos formavimosi stadijose palankesnė lėta vandens tėkmė (ALLAN, 1995; OKADA & WATANABE, 2002). Tačiau susiformavusios bentoso bendrijos vystymąsi lėta vandens tėkmė riboja, nes, nesant vertikaliam vandens masių maišymuisi, dumbliai sunkiai įsisavina maistines medžiagas iš aplinkos. Dėl laminarinio vandens tekėjimo virš substratų ir ant jų augančių dumblių, susiformuoja vandens sluoksnis, vadinamas „negyvoji“ vandens zona, kurioje yra nedidelis dumblių vystymuisi būtinų maistinių medžiagų kiekis, jis būna sunaudotas dumblių augimo metu. „Negyvosios“ vandens zonos sluoksnio storis priklauso nuo srovės greičio: lėtos tėkmės upėse jis būna 1–3 mm storio, o greitėjant tėkmei – sluoksnis storėja (HYNES, 1972; ALLAN, 1995; BORCHARDT, 1996; ALLAN & CASTILLO, 2007).

Vandens srovės poveikis į fitobentosą sudėtį priklauso ir nuo upės vingiuotumo. Upių sietuose pastoviai vyksta krantų erozija, smulkios žvirgždo dalelės greitai išplaunamos ir nunešamos stiprios vandens srovės, dėl to lieka stambus žvirgždas ir akmenys (ALLAN, 1995). Šiose zonose aptinkamos stambių gniužulų ir stipriai prisitvirtinusios prie substrato *Batrachospermum*, *Cladophora*, *Draparnaldia*, *Hildenbrandia*, *Lemanea*, *Stigeoclonium* ir kt. dumblių rūšys (OKADA & WATANABE, 2002). Upių sėkliuose srovė stipriai susilpnėja, smulkiadispersinės dalelės pastoviai sunešamos, nusodinamos (ALLAN & CASTILLO, 2007). Šiose zonose dažniausiai randamos meroplanktoninės *Mougeotia*, *Spirogyra*, *Zygnema* žaliadumblių, bei epipelitinės *Aphanothece*, *Komvophoron*, *Merismopedia*, *Microcrocis* ir judriosios *Oscillatoria* ir *Phormidium* melsvabakterių rūšys (BROOK & JOHNSON, 2002; GERRATH, 2003; KOMÁREK, 2003).

Srovės poveikis bentosai bendrijoms yra teigiamas: (i) dėl nuolatinės turbulencijos yra užtikrinamas beveik tolygus maistinių medžiagų pasiskirstymas vandens stulpe; (ii) vandens srovė greitina maistinių medžiagų prietaką; (iii) nuplauna iš bendrijos senstančias ir negyvas fitobentosą rūšis; (iiii) įtakoja dumblių paplitimą; ir neigiamas (i) dėl turbulencijos didėja vandens drumstumas, kuris mažina šviesos kiekį tenkantį dumbliams; (ii) per pažeistas ląstelių sienelės išplaunamos sukauptos maistinės medžiagos (STEVENSON, 1996; KOMULAYNEN, 1999; WEHR & SHEATH, 2003; ALLAN & CASTILLO, 2007).

Substratas. Substratų įvairovė upėse, jo kiekis priklauso nuo srovės greičio. Srauniose upėse ar jų atkarpose, priklausomai nuo upės vingiuotumo ir vagos nuolydžio, vyrauja stambiadispersinis substratas: rieduliai, akmenys, o lėtai tekančiose upėse – smulkiadispersinis: žvirgždas, smėlis, dumblas. Fitobentosą rūšių įvairovė išauga, didėjant substratų įvairovei upėse (HYNES, 1972; ALLAN, 1995). Akmenuotoms upių sraunims, kur smulkusis substratas yra išplaunamas vandens srovės, yra būdinga mažesnė substratų įvairovė (WEHR & SHEATH, 2003). Upelių ir upių vagų išlinkimuose (sėkliuose), ant smulkiadispersinių dalelių,

dažniausiai įsikuria *epipsamitinės*, *epipelitinės* bentoso dumblių rūšys, o sraunumose – *epilitinės* ir *epifitinės* rūšys (ALLAN, 1995; BURKHOLDER, 1996; ALLAN & CASTILLO, 2007).

Epipelitinių dumblių rūšys vystosi dumblingose nuosėdose ir/arba formuoja gleivingą apvaskalą padengiantį nuosėdų daleles plėvele, kuriose susidaro anaerobinės sąlygos. Ant biraus substrato – smėlio, *epipsamitiniai* makrodumbliai išskiriamomis gleivėmis ar siūlų formuojamomis makštimis suriša smėlio daleles, arba tiesiog jame tvirtinasi išsišakojusiais rizoidais (ALLAN, 1995; BURKHOLDER, 1996; OTT & OLDHAM-OTT, 2003). Epipsamitinės rūšys, pvz., *Phormidium*, *Vaucheria*, dažniausiai yra užklojamos srovės atnešamomis nuosėdomis, per kurias dumbliai geba „iškilti“ į paviršių (JOHNSON, 2002; WHITTON, 2002).

Ant akmenų, riedulių vystosi *epilitinių* dumblių (*Audouinella*, *Batrachospermum*, *Cladophora*, *Draparnaldia*, *Hildenbrandia*, *Ulva* ir kt.) populiacijos. Makrodumbliai prie substratų tvirtinasi rizoidais, išplatėjusia pamatine ląstele ar daugialąstėmis siūlinėmis plokštelėmis, sudarytomis iš horizontaliai susipynusių siūlų. Vandens makrofitai (pvz., *Fontinalis*, *Potamogeton*) ir stambios makrodumblių (*Audouinella*, *Cladophora*, *Lemanea*, *Vaucheria*) rūšys yra substratas vystytis daugeliui smulkių *epifitinių* dumblių *Aphanochaete*, *Calothrix*, *Chamaesiphon*, *Cocconeis*, *Coleochaete*, *Gomphonema*, *Heteroleibleinia*, *Leibleinia* ir kt. rūšių. Nuo makrofitų lapo ar stiebo paviršiaus tekstūros ir amžiaus priklauso bentoso dumblių rūšių sudėtis ir gausumas. „Šiurkštūs“ paviršiai sumažina dumblių nuplovimo galimybę, o ant senstančių augalo šeimininko lapų epifitinių dumblių rūšių aptinkama daugiau, nei ant jaunų lapų (BURKHOLDER & WETZEL, 1989; SHAMSUDIN & SLEIGH, 1995; ALLAN & CASTILLO, 2007).

Šviesa. Šviesos intensyvumas reikalingas bentoso dumbliams vystytis priklauso nuo upės gylio, pločio, vandenyje skendinčių medžiagų kiekio ir užpavėsinimo augalija. Nuo upės ištakų iki žiočių upės gyliui didėjant, bentoso

dumblių gausumas mažėja dėl nepakankamo apšviestumo priedugniniame sluoksnyje (VANNOTE et al., 1980; HILL, 1996). Esant tokioms sąlygoms, upėse vyrauja planktono dumbliai (SKABICHEVSKIJ, 1974; cit. pagal KOSTKEVIČIENĖ, 2001). Vandens lygio staigūs svyravimai upėse nulemia skandinčių medžiagų koncentracijos padidėjimą vandenyje, sumažina vandens skaidrumą. Dalį alochtoninių nešmenų nusodina upių atkarpose esančios patvankos (ŠALAR, 1984; cit. pagal KOSTKEVIČIENĖ, 2001). Užpavėsinimas, lemiantis fitobentos vystymąsi, susidaro dėl kelių priežasčių: (i) dėl dumblių vienas kito užpavėsinimo, nes fitobentos rūšys auga kompaktiškai „susispaudusios“ bendrijose; (ii) dėl vandens makrofitų sąžalynų; (iii) bei pakrantės užpavėsinimo augalija (HILL, 1996; ALLAN & CASTILLO, 2007).

Apšviestumo kiekis priklauso nuo pakrantės augalijos tipo, formuojamos lapijos ir užpavėsinimo, kuris gali siekti iki 95 % (HILL et al., 1995). Užpavėsinantose vietose dalis šviesos yra sulaikoma ir sukuriama heterogeninė (tiesioginė ir išsklaidyta šviesa) šviesos atžvilgiu aplinka. Tokia aplinka susidaro miškingų regionų mažose upėse, kur šviesos intensyvumas būna didžiausias tik pavasarį ir rudenį (ALLAN & CASTILLO, 2007). Mažose upėse ir upeliuose, kur yra stiprus pakrantės užpavėsinimas augalija, bentoso dumbliai gali formuoti dideles biomases, nes mažesnio šviesos intensyvumo (fotonų srauto tankis $< 40 \mu\text{mol fotonų/m}^2/\text{s}$ (HILL et al., 1995; HILL, 1996)), sąlygomis, skirtingai nei atviroje vietoje augančių, dumblių vykdoma fotosintezė būna intensyviausia dėl didesnio absorbuojančių pigmentų kiekio. Melsvabakterių ir raudondumblių rūšys yra prisitaikiusios augti esant mažesniai šviesos intensyvumui. Šių dumblių fotosintezės optimumas nustatytas, esant fotonų srauto tankiui $< 100 \mu\text{mol fotonų/m}^2/\text{s}$ (ALLAN, 1995; DENICOLA, 1996). Šios adaptacinės savybės leidžia pavėsyje augantiems dumbliams efektyviai naudoti saulės energiją, o šviesoje augantiems – minimalizuoti fotoinhibicinius procesus (HILL, 1996). Žaliadumblių vystymuisi būtinos geros apšviestumo sąlygos. Šių dumblių fotosintezės optimumas yra prie 440–700 nm bangos ilgio (ALLAN & CASTILLO, 2007) ir

bendrijoje dominuoja kai fotonų srauto tankis viršija 100 $\mu\text{mol fotonų/m}^2/\text{s}$ (DENICOLA, 1996; HILL, 1996). Upių medialės (centrinės dalies) užpavėsinimas pakrantės augalija mažėja (net ir vasaros laikotarpiu) vagoms plėtėjant išilginiuose jų pjūviuose (VANNOTE et al., 1980; HILL, 1996).

Vandens temperatūra. Upėse vandens temperatūrų pokyčiai vyksta daug greičiau negu ežeruose ir pasireiškia ryškesni paros bei sezoniniai temperatūrų svyravimai (ALLAN, 1995; ALLAN & CASTILLO, 2007). Ryškiausi pokyčiai stebimi mažose, sekliose, atviromis vietomis tekančiose nei didesnėse upėse ar jų žemupiuose. BROWNAS (1969) nustatė, kad mažų upių vandens temperatūrą dienos metu daugiau nei 90 % įtakoja saulės radiacija (cit. pagal DENICOLA, 1996). Upėse terminė stratifikacija nesusidaro dėl nuolatinio vandens masių maišymosi, tačiau upės gyliui esant > 15 m, gali susidaryti nedidelis temperatūrų skirtumas tarp paviršinio bei giluminio vandens sluoksnių. Skersiniame upės pjūvyje, ripalėje (priekrantė) ir medialėje (centrinėje upės vagos dalyje), taip pat gali susidaryti nedidelis temperatūrų skirtumas, kurį sąlygoja: (i) šaltinių įtekėjimas ir/ar gruntinių vandenų maitinimas, (ii) pakrantės augalijos rūšių sudėtis (spygliuočiai, lapuočiai) bei procentinis upės vagos užpavėsinimas augalais. Upės vagoje esantys rieduliai, akmenys sugeria apie 25 % šilumos, kurią tamsiu paros metu atiduoda vandens telkiniui (HYNES, 1972; DENICOLA, 1996).

Vandens temperatūra lemia fitobentosos struktūrą (ALLAN, 1995; ALLAN & CASTILLO, 2007). Skirtingoms klasėms priklausančios dumblių rūšys yra prisitaikiusios vystytis, esant skirtingai temperatūrai: *Bacillariophyceae* dumbliai dominuoja bentoso bendrijose kai vandens temperatūra yra 5–20 °C ribose, *Chlorophyceae* ir *Xantophyceae* dumbliai, esant 15–30 °C, o *Cyanophyceae* – > 30 °C (LAMBERTI & RESH, 1985; ALLAN, 1995). SQUIRESAS ir kt. (1979) nustatė, kad epilitinėse bendrijose *Cladophora* ir *Vaucheria* dumblių gausumas išauga, lyginant su titnagdumbliais, kai vidutinė vandens temperatūra siekia 24 °C. Tačiau esant tokiai temperatūrai auksadumbliai *Hydrurus* apskritai išnyksta. Bentoso dumblių rūšių įvairovė ir paplitimas mažėja kai vandens temperatūra

viršija 30 °C, titnagdumblis pakeičia kelios žaliadumblų ar melsvabakterių rūšys (VINSON & RUSHFORTH, 1989; DENICOLA, 1996; ALLAN & CASTILLO, 2007).

Sezoniniai temperatūros pokyčiai lemia ne tik fitobentosos rūšių sudėtį, bet ir dumblų produktyvumą. Vasaros laikotarpiu bentosos biomasė gali būti penkis kartus didesnė nei žiemą (COX, 1990; ALLAN, 1995). Nustatyta, kad epilitono dumblų augimo greitis tiesiogiai koreliuoja su vandens temperatūra, o ne su šviesos intensyvumu, ypač regionuose pasižyminčiuose karštomis versmėmis (DENICOLA, 1996). Vidutinio klimato juostoje, kur žema (< 14 °C) vidutinė metinė vandens temperatūra, padidėjus temperatūrai, atitinkamai padidėja fitobentosos formuojama biomasė. Eksperimentais įrodyta, kad padidėjus vandens temperatūrai iki 32 °C bentosos rūšių toleruojamos temperatūros, dumblų biomasė mažėja (ALLAN & CASTILLO, 2007).

Temperatūra lemia dumblų maistinių medžiagų pasisavinimo greitį ir įtakoja fotosintezės procesų intensyvumą (ALLAN, 1995; ALLAN & CASTILLO, 2007). Taip pat temperatūra skatina dumblų dauginimąsi, nors, pvz., žaliadumblų (*Cladophora*, *Coleochaete*, *Oedogonium*, *Ulothrix*) ir gelsvadumblų (*Bumilleria*, *Vaucheria*) zoosporų formavimuisi ji yra kaip barjeras (HOFFMANN & GRAHAM, 1984; GRAHAM et al., 1985; 1986).

Maistinės medžiagos. Pagrindinės maistinės medžiagos limituojančios dumblų augimą yra azoto (N), fosforo (P) ir silicio (Si) junginiai. Pastarasis elementas gėlavandenėse ekosistemose ypač reikšmingas *Bacillariophyceae* dumblų vystymuisi. Silicis būtinas šių dumblų ląstelių skeleto formavimuisi. Azoto ir fosforo santykis (N:P) optimaliam dumblų vystymuisi yra 16:1, jeigu santykis yra > 16:1 – maistinių medžiagų pasisavinimą limituojantis veiksnys yra P, jeigu < 16:1 – limituojantis veiksnys – N (REDFIELD, 1958; ALLAN, 1995; BORCHARDT, 1996; ALLAN & CASTILLO, 2007; ir kt.). Upėse, skirtingai nei ežeruose, dumbliai ir/ar makrofitai pilnai šių medžiagų neįsisavina (ALLAN, 1995; WEHR & SHEATH, 2003), nes upėse yra jų nuolatinė prietaka (didžiausia prietaka upių žemupiuose) (GRIMM & FISHER, 1986; BORCHARDT, 1996). ALLANAS ir

CASTILLO (2007) nurodė, kad dumblių augimą maistinės medžiagos limituoja tada, kai aplinkoje yra jų stygius, o augančių dumblių ląstelių maistinių medžiagų įsisavinimo greitis yra labai didelis. Fitobentoso dumblių N ir P įsisavinimas priklauso nuo ląstelių metabolizmo procesų, kuriuos spartina šviesos intensyvumas bei vandens temperatūra (WINTERBOURN, 1990; BORCHARDT, 1996; ALLAN & CASTILLO, 2007). Taip pat nustatyta, kad bentoso biomasės didėjimą netiesiogiai lemia ir vandens srovė, kuri pagreitina daugelio dumblių maistinių medžiagų įsisavinimą, nebent srovė visiškai nuplautų bendriją nuo substrato (ALLAN, 1995; BIGGS & SMITH, 2002).

Maistinių medžiagų įsisavinimo iš vandens didesnę galimybę turi fitobentoso išorinės, nei pamatinės dumblių rūšys (BURKHOLDER et al., 1990). „Negyvojoje“ vandens zonoje, kur aplink bentoso bendrijas dėl laminarinio vandens tekėjimo susidaro maistinių medžiagų stygius, nesant vertikalaus vandens masių maišymosi, dumbliai būtinas medžiagas iš vandens pasisavina molekulinės difuzijos būdu, tai ypač reikšminga epilitinėms rūšims, nes jų pagrindinis maistinių medžiagų šaltinis – vanduo (HYNES, 1972; ALLAN, 1995; BORCHARDT, 1996; ALLAN & CASTILLO, 2007).

Padidėjus maistinių medžiagų kiekiu vandenyje bentoso dumbliai dėl jų augimo būdo privalo adaptuotis prie pasikeitusios abiotinės aplinkos arba žūti (LOWE & PAN, 1996). Maistinių medžiagų padidėjimas lemia fitobentoso struktūrą ir biomasę. Padidėjus N, P kiekiui vandenyje arčiau upių ištakų įsivysto titnaginių (*Cymbella*, *Fragilaria* ir kt.), melsvabakterių (*Shizothrix*, *Phormidium* ir kt.) ir kelios mažas biomasės formuojančių, pvz., *Stigeoclonium* sp., žaliadumblių rūšys (BIGGS, 1996; ALLAN & CASTILLO, 2007). Kai kurios raudondumblių rūšys, pvz., *Audouinella hermannii* (Roth) Duby 1830, *A. glomerata* C.-C. Jao 1941, *Batrachospermum gelatinosum* (Linnaeus) De Candolle 1801, *Hildenbrandia rivularis* (Liebmann) J. Agardh 1851, taip pat toleruoja nedidelį maistinių medžiagų kiekį vandenyje (VIS et al., 1996; KUMANO, 2002; SHEATH & SHERWOOD, 2002; SHEATH, 2003; ELORANTA & KWADRANS, 2007). Upių

atkarpose, kur intensyviai vykdomas žemės ūkis, ir arčiau upių žiočių esančiose atkarpose stipriai padidėjus medžiagų kiekiui upių vandenyje vyrauja gelsvadumbliai *Vaucheria* sp. bei žaliadumbliai *Cladophora glomerata* (Linnaeus) Kützing 1843 (HOLMES & WHITTON, 1981; ENTWISTLE, 1989). Taip pat padidėjusį maistinių medžiagų kiekį dažnai indikuoja ir siūliniai žaliadumbliai *Rhizoclonium*, šaltuose vandenyse *Ulothrix* (BIGGS, 1985; 1996; WELCH et al., 1989). Žaliadumbliai lėtos tėkmės ir maistinėmis medžiagomis praturtintose upėse gali užaugti iki kelių metrų ilgio bei atitrūkę upės vagoje sudaryti didžiules metafitone plūduriuojančias santalkas (POWER, 1990a).

BIOTINIAI VEIKSNIAI

Išėdimas. Fitobentoso rūšių įvairovės ir biomasės rodikliai upėse priklauso nuo gyvūnų, zoobentoso (sraigų (STEINMAN, 1992; ROSEMOND et al., 1993), apsiuvų (HILL & KNIGHT, 1988), chironomidų (POWER, 1990b) ir vienadienių lervų (SCRIMGEOUR et al., 1991; KAROUNA & FULLER, 1992), krevečių (PRINGLE et al., 1993), buožgalvių (LAMBERTI et al., 1992) ir kt.) ir ichtiofaunos (GELWICK & MATTHEWS, 1992; WOOTTON & OEMKE, 1992) įvairovės, gausos ir maitinimosi. Dumblių bendrijos patiria stiprų poveikį gyvūnams išėdus fitobentoso stambias ir lėtai augančias dumblių rūšis (MUNDIE et al., 1991; HILL et al., 1992; BORCHARDT, 1996), tačiau išėdus smulkias ir greitai augančias rūšis – fitobentoso biomasė lieka nepakitusi (STEINMAN, 1996).

Fitobentoso išėdimo laipsnis kinta priklausomai nuo dumblių rūšių, jų padėties bentoso bendrijoje ir gyvūnų rūšių įvairovės (LAMBERTI et al., 1987; STEINMAN et al., 1987; ALLAN & CASTILLO, 2007). Skirtingi gyvūnai priklausomai nuo burnos aparato maitinasi skirtingose bentoso bendrijos sluoksniuose. Pavyzdžiui, sraigės ir apsiuvų lervos minta apatiniame bendrijos sluoksnyje pamatinėmis dumblių rūšimis, kurios būna tvirtai prisitvirtinusios prie substrato, o vienadienių lervos (daugumos rūšių siurbiamasis burnos aparatas (MERRITT & CUMMINS, 1984)) minta išoriniame fitobentoso sluoksnyje

esančiomis dumblių rūšimis ir/arba tomis rūšimis, kurios silpnai prisitvirtinusios prie substrato. Stiprūs išėdimai gali keisti dominuojančių dumblių rūšių sudėtį (ALLAN, 1995), nors kiti tyrimų rezultatai parodė, kad gyvūnai mintantys bentoso dumbliais nėra reikšmingas veiksnys fitobentoso formavimuisi (FEMINELLA & RESH, 1991; ALLAN, 1995; ALLAN & CASTILLO, 2007). Bentoso dumbliai turi įvairių prisitaikymo būdų, sumažinančių išėdimo gyvūnais įtaką. Vienos dumblių rūšys išskiria fenolinius junginius (WOLFE et al., 1997), kitos turi tam tikrus morfologinių struktūrų darinius, pvz., melsvabakterės *Phormidium autumnale* Gomont 1892 ir *Lyngbya* spp. formuoja ilgas gleivines makštis, žaliadumbliai – pasižymi tvirta ir stora ląstelės sienele, kiti dumbliai – kaupia polinesočiasias riebalų rūgštis ir sterolinius junginius, kurie gyvūnų yra sunkiai virškinami, dar kitos dumblių rūšys – kaupia mažą baltimų kiekį, pvz., *Spirogyra* žaliadumbliai (LUERLING & VAN DONK, 1997; PAJDAK-STÓS et al., 2001; FIAŁKOWSKA & PAJDAK-STÓS, 2002; ALLAN & CASTILLO, 2007).

Nors zoobentosas mintantis dumbliais gali ženkliai sumažinti fitobentoso biomasę, tačiau tuo pačiu gali pagerinti šviesos ir maistinių medžiagų patekimą į gilesnius bentoso bendrijų sluoksnius. Fitobentoso biomasės padidėjimas ir/ar sumažėjimas priklauso ne tik nuo gyvūnų išėdimo, bet ir nuo upės hidrologinių pokyčių, substrato sudėties, patogenų, virusų ir kt. veiksnių, kurie sąlygoja pačių gyvūnų rūšių sudėtį, gausumą bei paplitimą (HILL et al., 1992; HILL, 1996; ALLAN, 1995; GILLER & MALMQVIST, 1997). Zoobentoso bei ichtiofaunos makrofitų populiacijų išėdimas netiesiogiai teigiamai įtakoja bentoso bendrijas, sumažindamas konkuruojančių makrofitų populiacijas dėl substrato, maistinių medžiagų ir apšviestumo sąlygų (STEINMAN, 1996).

Antropogeninis poveikis. Fitobentoso struktūra ir jo rodikliai priklauso nuo žmogaus veiklos upių baseinuose. Didėjančios ir spartėjančios žmogaus ūkinės veiklos, žemės ūkio į gėlavandenės ekosistemas patenka didžiausi maistinių medžiagų kiekiai, netirpūs pesticidai. Sparčiai plėtojamas žemės ūkis, intensyvina dirvožemio erozijos procesus, ypač praėjus stiprioms liūtims. Dėl to,

upėse padidėja skendinčių, organinių ir neorganinių medžiagų kiekis, padidėja vandens drumstumas (VANNOTE et al., 1980; HILL, 1996; ALLAN & CASTILLO, 2007). Upių žemupiuose esančios elektrinės iš sistemos išleisdamos šiltas nuotėkas nulemia upių vandens temperatūrą, jos kilimą, o įrengtos užtvankos, miškų kirtimas ir vykdomos melioracijos – telkinių hidromorfologinio režimo pakitimus (DENICOLA, 1996). Miestų tarša ir plėtojama pramonė įtakoja vandens kokybę/būklę, nes su nuotekomis į vandens telkinius patenka fenoliniai, organiniai alavo junginiai, ftalatai ir kt. (PAUL & BJÖRN, 1997; VAITIEKŪNIENĖ ir kt., 2011).

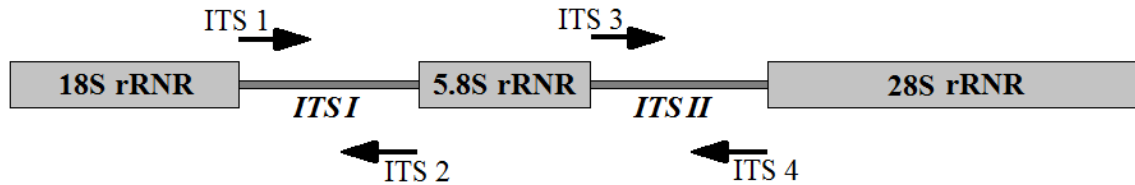
1.3. BENTOSO MAKRODUMBLIŲ MOLEKULINIAI TYRIMAI

Dumblių rūšių identifikavimas ir klasifikavimas remiasi jų morfologiniais požymiais bei molekuliniais tyrimų metodais (NECCHI JÚNIOR & ENTWISLE, 1990; MÜLLER et al., 1997; KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS, 1998; 2005; VIS & SHEATH, 1999; REHNSTAM-HOLM & GODHE, 2003; ELORANTA et al., 2011; ir kt.). Makrodumblių rūšių apibūdinimą dažniausiai komplikuoja tam tikrų morfologinių struktūrų, pvz., oogonių, anteridžių, sporų, stoka arba didelė morfologinių požymių įvairovė rūšies viduje. Pavyzdžiui, *Batrachospermum*, *Thorea* ir *Vaucheria* dumblių rūšys neformuoja arba nespėja suformuoti generatyvinių struktūrų priklausomai nuo vystymosi ciklo laikotarpio ir kintančių aplinkos sąlygų (JOHNSON, 2002; KUMANO, 2002; ELORANTA et al., 2011). Be to, kai kurių dumblių, pvz., *Cladophora*, gniužulo morfologija kinta priklausomai nuo rūšies vystymosi stadijos (VAN DEN HOEK, 1963; ROSS, 2006). *Lemanea* raudondumblių apibūdinimui yra svarbus siūlų šakojimosi dažnumas, siūlo skersmens dydis ir gniužulo pamatinės dalies morfologija, tačiau šie požymiai kinta priklausomai nuo ekologinių sąlygų (VIS & SHEATH, 1992; KUČERA & MARVAN, 2004; KUČERA et al., 2008). Tokių komplikuočių makrodumblių rūšių identifikavimui taikomi molekuliniai tyrimai.

RbcL geno, kuris koduoja RUBISCO baltymo didžiąją (L) grandinę, 18S rRNR geno ir mitochondrijos DNR (mtDNR) sekų tyrimai leidžia identifikuoti dumblių rūšis ir yra tinkami rūšių filogenetiniams tyrimams (HALL et al., 2010). Tyrimų rezultatai parodė, jog net ir trumpi šių genų fragmentai gali būti pakankamai informatyvūs nustatant dumblių filogenezę. Dažniausiai gėlavandenių raudondumblių (*Batrachospermum*, *Hildenbrandia*, *Lemanea*, *Nemalionopsis*, *Nothocladus*, *Paralemanea*, *Psilosiphon*, *Sirodotia*, *Thorea*, *Toumeyia*) filogenijai taikomi *rbcL* ir 18S rRNR genų tyrimai (VIS et al., 1998; SHERWOOD & SHEATH, 1999; KUČERA et al., 2006; NECCHI JÚNIOR et al., 2010). ITS srities DNR sekvenavimas yra naudojamas kaip DNR markeris, tiriant grybų genetinius skirtumus rūšių lygyje ir atliekant filogeografinius tyrimus (GARDES & BRUNS, 1993). ITS srities DNR tyrimai atliekami tiriant aukštesnius augalus (MONIZ & KACZMARSKA, 2010) ir dumblius, ypač žaliadumblius (VERBRUGGEN et al., 2006; COLEMAN, 2007; SLUIMAN et al., 2008).

Pagal HAYAKAWA ir kt. (2012) dumblių rūšys genetiškai adaptuojasi ir prisitaiko prie kintančių fizikinių-cheminių aplinkos sąlygų. Dumblių genetinio polimorfizmo tyrimams dažnai pasirenkami nekoduojantys vidiniai transkribuojami tarpikliai (ITSI, ITSII) (BAKKER et al., 1995; GRAHAM & WILCOX, 2000; ROSS, 2006), nes juose genomai kinta žymiai greičiau, lyginant su koduojančiomis sritimis (VAN OPPEN et al., 1995; LARSEN & MEDLIN, 1997). ITS srityse stebima DNR sekų kaita rūšių tarppopuliaciniuose lygmenyse (WHITE et al., 1990), o *rbcL* ir mtDNR genai dėl lėto vystymosi tinkami tik aukštesnių taksonų (klasių, eilių, genčių) filogenetiniams tyrimams (CLEGG & ZURAWSKI, 1992; PALMER, 1992; BAKKER et al., 1994). Vidiniai transkribuojami tarpikliai yra tarp 18S rRNR ir 5.8S RNR genų (ITSI) bei tarp 5.8S RNR ir 28S rRNR genų (ITSII) (2 pav.) (WHITE et al., 1990; LELIAERT, 2004; HALL et al., 2010). Dumblių ITS sritys būna 182–535 bp ilgio (BAKKER et al., 1995). Vidiniai transkribuojami tarpikliai (ITSI ir/ar ITSII) yra labai variabilūs ir jų variabilumas priklauso nuo

dumblių rūšies. Pavyzdžiui, *Bracteacoccus* dumblių rūšių didesnis genetinis variabilumas nustatytas ITS1 srityje, *Scenedesmus* rūšių – ITSII srityje.



2 pav. Vidinių transkribuojamų tarpiklių (ITSI, ITSII) ir jų pradmenų padėtis ribosominėje DNR pagal WHITE'Ą ir kt. (1990).

Santrumpos: ITS1 – ITS1 srities tiesioginis (F) pradmuo, ITS2 – ITS1 srities atvirkštinis (R) pradmuo, ITS3 – ITSII srities tiesioginis pradmuo, ITS4 – ITSII srities atvirkštinis pradmuo.

ITS pradmenys gali būti taikomi ne visoms rūšims. HALLAS ir kt. (2010) sukūrė specifinius pradmenis, kurie leido lengvai pagausinti *Charophyceae* ITSII srities nukleotidų sekas, tačiau kokybiško DNR sekvenavimo rezultatų gauti nepavyko, manoma dėl keleto priežasčių: (i) atliekant DNR sekoskaitą neišvengta sekvenavimo klaidų, (ii) ITSII srities molekulės gali turėti antrinę struktūrą, (iii) tiriami pavyzdžiai buvo negryni. Pastarosios prielaidos eliminuoti negalima, nes neišgrynintos DNR pagausinimui buvo naudoti universalūs ITS pradmenys. Atliekant makrodumblių molekulinis tyrimus, šis aspektas yra ypač svarbus, nes makrodumbliai visuomet būna apaugę epifitiniiais dumbliais ar kitais mikroorganizmais (HYNES, 1972; STEVENSON, 1996; BIGGS, 1996; HALL et al., 2010; ELORANTA et al., 2011).

Plataus paplitimo žaliadumblių *Cladophora glomerata* genetinės įvairovės tyrimai nėra nuoseklūs (HUSTEDT, 1937-38; WHITTON, 1975; BAKKER et al., 1995; OKADA & WATANABE, 2002; LELIAERT, 2004; ROSS, 2006). Nėra tiksliai žinoma kaip kinta šių reofilinių rūšių DNR, dumbliams adaptuojantis prie kintančių hidroekologinių sąlygų (HIGGINS et al., 2008). Nustačius *C. glomerata* ir įvertinus jos populiacijų genetinę įvairovę būtų galima iširti šios rūšies genetinį adaptyvumą.

1.4. FITOBENTOSO TAIKYMAS VERTINANT UPIŲ EKOLOGINĘ BŪKLĘ

Lietuva, kaip ir kitos Europos Sąjungos šalys, įgyvendindama Bendrosios Vandens Politikos Direktyvą (BVPD) (EU WFD, 2000/60EC) iki 2015 m. įsipareigojo parengti vandens telkinių apsaugos planus ir priemones „gerai“ požeminių, paviršinių vandens telkinių ekologiniai ir cheminei būklei pasiekti bei užtikrinti šių priemonių įgyvendinimą ir telkinių apsaugą (APLINKOS..., 2010; LIETUVOS..., 2011; VAITIEKŪNIENĖ ir kt., 2011; SWD, 2012g). Pagal Lietuvos respublikos vandens įstatymo (LIETUVOS..., 1997) ir ES BVPD „Dėl bendrijos veiksmų vandens politikos srityje“ reikalavimus, fitobentosas, greta kitų biologinių kokybės elementų, yra rekomenduojamas naudoti paviršinių vandens telkinių ekologiškai būklei vertinti.

Skirtingų Europos regionų upių ekologiškai būklei vertinti yra sukurtos klasifikacinės sistemos, atsižvelgiant į įvairius vandens floros elementus (EU WFD, 2000/60EC; QUEVAUVILLER et al., 2008). ES šalyse yra kuriami metodai ir derinamos tokių kokybės elementų kaip vandens makrofitų ir fitobentos rodiklių vertės (VAN DE BUND, 2009), nes visos ES mastu upių būklės vertinimas pagal šiuos abu kriterijus vis dar yra neapibrėžtas. Ekologinės būklės vertinimui kai kuriose valstybėse (Airijoje, Belgijoje, Jungtinėje Karalystėje (KELLY et al., 2006b; VAN DE BUND, 2009; SWD, 2012b,f,l)) atliekami makrofitų, įtraukiant siūlines makrodumblių rūšis, tyrimai, o kitose valstybėse (Austrijoje, Estijoje, Latvijoje, Lietuvoje, Lenkijoje, Olandijoje, Prancūzijoje (LEYSSEN et al., 2005; MEILINGER et al., 2005; BMLFUW, 2006; PALL & MOSER, 2006; SZOSZKIEWICZ et al., 2006; WILLBY et al., 2006; GALOUX, 2007; MOLEN & POT, 2007; VAN DE BUND, 2009; SWD, 2012a,b,d,e,g,h,i,j,l)) makrofitus naudoja kaip atskirą vandens būklės vertinimo rodiklį, į kurių tyrimus makrodumblių rūšys nėra įtrauktos. Į Belgijos, Estijos, Jungtinės Karalystės, Latvijos, Lietuvos, Prancūzijos, Švedijos (HENDRICKX & DENYS, 2005; KELLY et al., 2006a; KELLY et al., 2008; 2009; VAN

DE BUND, 2009; SWD, 2012b,d,e,g,h,k,l) vandens ekosistemų vertinimą fitobentosas yra įtrauktas kaip biologinis kokybės elementas, tačiau naudojami tik bentoso titnagdumbliai (ROTT et al., 1997; 1999; VAN DE BUND, 2009; SWD, 2012b,d,e,g,h,k,l). Vokietijoje buvo sukurtos ir iki šiol sėkmingai taikomos upių būklės vertinimo metodikos pagal makrofitus, fitobentosą be titnagdumblių ir titnagdumblius (SCHAUMBURG et al., 2004; 2006; FEDERAL..., 2009; THEESFELD & SCHLEYER, 2011; SWD, 2012c).

Upių monitoringo vykdymui fitobentoso indeksas (BI) buvo sukurtas ir aprobuotas Vokietijoje kaip dar vienas biologinis kokybės elementas, skirtas vertinti ekologinę būklę pagal fitobentoso rodiklius, tačiau eliminuojant titnagdumblius (GUTOWSKI et al., 2004; FOERSTER et al., 2004; SCHAUMBURG et al., 2004; 2006). Indeksas BI paremtas indikacinių dumblių grupių (A, B, C, D) rūšių skaičiumi ir rūšių gausumu, įvertintu 5-ių balų skalėje. Kitose ES šalyse indekso BI taikymas yra ribotas. Pavyzdžiui, vertinant Norvegijos upių būklę, fitobentoso indeksas nėra taikomas, kadangi šiaurės Europos upės skiriasi hidrofizikinėmis-cheminėmis savybėmis, kurios riboja indikaciniams grupėms priklausančių bentoso dumblių paplitimą. Dėl to Norvegijoje buvo sukurtas naujas upių trofinės būklės vertinimo indeksas – perifitono indeksas (PIT) (SCHNEIDER & LINDSTRØM, 2011). Jis apskaičiuojamas pagal bentoso dumblių (išskyrus titnagdumblius) gausumą, įvertintą 5-ių balų skalėje, ir indikacines dumblių vertes, nusakančias rūšies adaptaciją vystytis, esant skirtingam P_b kiekiui vandenyje.

Lietuvos upių ekologinės būklės monitoringą atlieka Lietuvos Aplinkos apsaugos agentūra (AAA). Vandens būklė vertinama pagal adaptuotus bentofaunos (Danijos indeksas upių faunai DIUF) ir ichtiofaunos (Lietuvos žuvų indeksas LŽU) rodiklius (ARBAČIAUSKAS, 2006; KONTAUTAS, 2008–2010; VIRBICKAS, 2008; 2009a,b; 2010; APLINKOS..., 2010; LIETUVOS..., 2011), tačiau floros kokybės elementai kol kas nėra adaptuoti. Šiuo metu kuriami nacionaliniai upių būklės vertinimo metodai pagal makrofitus (makrofitų etaloninis indeksas

RI) (SINKEVIČIENĖ, 2010–2011; ZVIEDRE, 2013) ir fitobentosos titnagdumbliaus (GUDAS, 2010). Kadangi vykdant upių monitoringą ES šalyse fitobentosos titnagdumbliai naudojami kaip vienas iš pagrindinių biologinių kokybės elementų (KELLY et al., 2006b; QUEVAUVILLER et al., 2008; VAITIEKŪNIENĖ ir kt., 2011; SWD, 2012a–l), šis rodiklis prieš penkerius metus buvo pradėtas taikyti ir Lietuvos upėms (GUDAS, 2010). Taip pat yra sukurta metodika Tarpinių ir priekrantės vandenų ekologinei būklei vertinti pagal makrodumblio *Furcellaria lumbricalis* (Hudson) J. V. Lamouroux 1813 projekcinio padengimo vertes skirtingame rūšies paplitimo gylyje (OLENIN ir kt., 2012).

Įgyvendinant ES BVPD reikalavimus, paviršiniai vandens telkiniai turi būti (i) suklasifikuoti, atsižvelgiant į abiotinius veiksnius, (ii) nustatytos biologinių kokybės elementų rodiklių etaloninės (referentinės) būklės sąlygos ir (iii) įvertinta telkinių būklė, kuri lyginama su etaloninėmis sąlygomis ir išreiškiama 5 įverčių skalėje – nuo labai geros (1) iki labai blogos būklės (5).

Pagal patvirtintą Lietuvos upių klasifikaciją, upės yra suskirstytos į 5 tipus, atsižvelgiant į baseinų plotus ir vagas nuolydžius (1 lentelė) (LIETUVOS..., 2011; VAITIEKŪNIENĖ ir kt., 2011). Lietuvos upių absoliutaus aukščio ir geologinės sandaros skirtumai nebuvo reikšmingi, todėl klasifikacija šiais rodikliais nėra paremta. Trečio tipo upės nuo 2-o tipo, išsiskiria stipresnėmis upių srovėmis, kurios atitinkamai sąlygoja stambesnes dugno nuosėdas.

1 lentelė. Lietuvos upių tipologija.

| Veiksny | Upės tipas | | | | |
|---------------------------------|------------|----------|-------|--------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Absoliutus aukštis, m | < 200 | | | | |
| Geologinė sandara | kalkinės | | | | |
| Baseino plotas, km ² | < 100 | 100–1000 | | > 1000 | |
| Vagos nuolydis, m/km | – | < 0,7 | > 0,7 | < 0,3 | > 0,3 |

Pagal ES BVPD vandensaugos tikslus (EU WFD, 2000/60EC) visi vandens telkiniai suskirstyti į 5 ekologinės būklės klases (labai geros, geros, vidutinės, blogos ir labai blogos), vertinant vidutinių hidrofizikinių-cheminių,

hidromorfologinių ir biologinių kokybės elementų metinių verčių svyravimus. Upių ekologinės būklės įvertinimui ir geros būklės užtikrinimui, privalu tinkamai parinkti vandens kokybės elementų rodiklių vertes, kurios atspindėtų natūralias, t.y. etalonines sąlygas (APLINKOS..., 2010; VAITIEKŪNIENĖ ir kt., 2011). Pagal BVPD reglamentą buvo nustatytos etaloninės būklės sąlygos visų tipų upėms, deja, upių atkarpu, atitinkančių šias sąlygas pagal AAA, yra išlikę nedaug, ypač 4-o ir 5-o tipo upėse. Hidrofizikinių-cheminių kokybės elementų rodiklių vertės yra svarbiausios, norint apibrėžti fitobentosos rūšių ir jų populiacijų paplitimą upių ekosistemose (GUTOWSKI et al., 2004; SCHAUMBURG et al., 2005; 2006; GUTOWSKI & FOERSTER 2006; APLINKOS..., 2010). Šių elementų kriterijų vertės, užtikrinančios etalonines sąlygas visiems biologiniams kokybės elementams Lietuvos upėse, pateiktos 2 lentelėje (VAITIEKŪNIENĖ ir kt., 2011).

2 lentelė. Lietuvos upių ekologinės būklės klasės pagal hidrofizikinių-cheminių kokybės elementų rodiklius.

| Kokybės elementas | Rodiklis, mg/l | Upės tipas | Etaloni- nių sąlygų rodiklių vertė | Upių ekologinės būklės klasių kriterijai pagal fizikinių-cheminių kokybės elementų rodiklių vertes | | | | |
|------------------------|-------------------------|------------|------------------------------------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | | | Labai gera | Gera | Vidutinė | Bloga | Labai bloga |
| Chemija | NO₃-N | 1-5 | ≤ 0,90 | < 1,30 | 1,30-2,30 | 2,31-4,50 | 4,51-10,00 | > 10,00 |
| | NH₄-N | 1-5 | ≤ 0,06 | < 0,10 | 0,10-0,20 | 0,21-0,60 | 0,61-1,50 | > 1,50 |
| | N_b | 1-5 | ≤ 1,40 | < 2,00 | 2,00-3,00 | 3,01-6,00 | 6,01-12,00 | > 12,00 |
| | PO₄-P | 1-5 | ≤ 0,03 | < 0,050 | 0,05-0,090 | 0,091-0,180 | 0,181-0,400 | > 0,400 |
| | P_b | 1-5 | ≤ 0,06 | < 0,100 | 0,100-0,140 | 0,141-0,230 | 0,231-0,470 | > 0,470 |
| Organinės medžiagos | BDS₇ | 1-5 | ≤ 1,80 | < 2,30 | 2,30-3,30 | 3,31-5,00 | 5,01-7,00 | > 7,00 |
| Prisotinimas deguonimi | O₂ | 1,3-5 | ≥ 9,50 | > 8,50 | 8,50-7,50 | 7,49-6,00 | 5,99-3,00 | < 3,00 |
| | | 2 | > 8,50 | > 7,50 | 7,50-6,50 | 6,49-5,00 | 4,99-2,00 | < 2,00 |

1.5. UPIŲ FITOBENTOSO TYRIMAI LIETUVOJE

Pirmieji duomenys apie Lietuvos vandens telkinių dumblius aptinkami dar XVIII a. pabaigoje (JUNDZIŁŁ, 1791). KAVALIAUSKIENĖ (1993; 1996) savo darbuose apibendrina algologinius tyrimus nuo pirmųjų iki XXI a. Upių fitoplanktonas ištirtas gana išsamiai (MARKEVIČIENĖ, 1962; ŪSELYTĖ, 1975; 1978; KOSTKEVIČIENĖ, 1995a,b; 1997; 1998; 2001), o fitobentosos rūšių įvairovės,

gausumo ir paplitimo duomenų – nėra daug, atlikti tyrimai yra tik fragmentiniai. Duomenų apie atskirų fitobentos rūšių paplitimą Lietuvos gėluosiuose ir druskėtuose vandens telkiniuose galima rasti VAILIONIO (1930), REGELIO (1931), MARDOSAITĖS ir MINKEVIČIAUS (1958), JANKEVIČIAUS ir kt. (1987), LABANAUSKO (1998; 2000), VITĖNAITĖS (2001), KOREIVIENĖS ir KASPEROVIČIENĖS (2003; 2005), KOREIVIENĖS (2005), KAROSIENĖS (2008), KOSTKEVIČIENĖS ir SINKEVIČIENĖS (2008), KOSTKEVIČIENĖS ir ŠPAKAITĖS (2009), KAROSIENĖS ir KASPEROVIČIENĖS (2012) publikacijose, sudarytuose rūšių sąvaduose (KAROSIENĖ, 2003; KOSTKEVIČIENĖ & LAUČIŪTĖ, 2005; KAROSIENĖ & KASPEROVIČIENĖ, 2008; 2009) ar išleistuose mokomoosiuose leidiniuose (JANKAVIČIŪTĖ, 1996; KOSTKEVIČIENĖ, 2009).

VAILIONIS (1930) savo darbuose pirmasis aprašė fitoplanktono ir bentoso dumblių rūšis, nurodė rūšių ekologines sąlygas Bilsinų, Druskininkų upelio, Gostos, Nemuno, Stangio, Verknės upėse ir Nemunaičio, Alytaus, Staklišio mineraliniuose šaltiniuose, atliko gėlo ir mineralinio vandens algofloros palyginamąją analizę. Iš viso identifikavo 72 dumblių rūšis ir jų naujus varietetus, aprašė jų radavietes.

POCIENĖ ir STOČKUS (1987) išsamiai aprašė Skroblaus upelio bentoso dumblių ekologines grupes, rūšių sudėtį ir paplitimą. Priklausomai nuo substrato tipo, išskyrė epifitono, bentoso ir perifitono dumblių grupes. Bentosinės rūšys vystėsi ant smulkiadispersinio substrato ir žvirgždo, perifitono rūšys – ant antropogeninės kilmės substratų (po vandeniui esančių medinių stulpų, lieptų ir geležinių daiktų). Iš viso identifikavo 96 dumblių rūšis. Upelyje vyravo titnagdumbliai (63 rūšys) ir žaliadumbliai (24), o melsvabakterių (6), raudondumblių (2) ir euglendumblių (1) rūšių įvairovė buvo nedidelė. Iš vyraujančių rūšių nurodė: *Chamaesiphon* sp., *Cymbella ventricosa* (C. Agardh) C. Agardh 1830, *Cladophora glomerata*, *Diatoma vulgare* Bory de Saint-Vincent 1824, *Fragilaria virescens* Ralfs 1843, *Melosira varians* C. Agardh 1827, *Oscillatoria irrigua* Kützing ex Gomont 1892, *O. tenuis* C. Agardh 1813,

Phormidium sp., *Stigeoclonium tenue* (C. Agardh) Kützing 1843, *Ulothrix zonata* (Weber & Mohr) Kützing 1843, *Vaucheria sessilis* (Vaucher) De Candolle 1805. Bentose aptiko rečiau upėse paplitusias *Batrachospermum moniliforme* Sirodot 1884, *Chantransia pygmaea* Kützing 1843 ir *Draparnaldia plumosa* (Vaucher) C. Agardh 1812 rūšis. Nustatė upelio maitinamųjų šaltinių ir aplinkinių pievų įtaka bentoso struktūrai. Praėjus dešimtmečiui BAKŪNAITĖ ir KOSTKEVIČIENĖ (1998) atliko ne tik Skroblaus upelio, jo intakų, bet ir Skroblaus baseino trijų tvenkinių dumblių įvairovės ir kiekybinės analizės tyrimus. Iš viso aptiktos 138 dumblių rūšys, dominavo titnagdumbliai (52 % visų rūšių skaičiaus) ir žaliadumbliai (25 %). Upių fitoplanktone dominavo bentosinės rūšys sudarydamos iki 50–70 % visų aptiktų rūšių skaičiaus. Didžiausias fitoplanktono rūšių kiekis (apie 98 % dumblių) buvo Skroblaus versmėse, kur dominavo *Gloeocapsa vacuolata* (Skuja) Hollerbach, Kosinskaja & Poljanskij 1953.

Raudondumbliai upėse pradėti tirti išsamiau nuo 1991 m. POCIENĖ ir KALINAUSKAITĖ (1991) aprašė 7 raudodumblių rūšis (*Compsopogon chalybeus* Kützing 1849, *Chantransia pygmaea*, *C. chalybea* (Roth) Fries 1825, *Batrachospermum moniliforme*, *B. vagum* (Roth) C. Agardh 1812, *Lemanea fluviatilis* (Linnaeus) C. Agardh 1811, *Hildenbrandia rivularis*, rūšių morfologines charakteristikas, išanalizavo jų paplitimą Lietuvos ir pasaulio vandenyse. Autorės publikacijoje pažymėjo, jog šios rūšys yra prisitaikiusios vystytis švariose vandens telkiniuose, todėl jos turi būti saugomos, o mažųjų upelių melioracija sustabdyta. KOSTKEVIČIENĖ ir LAUČIŪTĖ (2009) apibendrina upėse ir upeliuose paplitusių *Audouinella chalybea* (Roth) Bory de Saint-Vincent 1823, *A. pygmaea* (Kützing) Weber-van Bosse 1921, *Batrachospermum anatinum* Sirodot 1884, *B. boryanum* Sirodot 1884, *B. gelatinosum*, *B. turfosum* Bory de Saint-Vincent 1808, *Hildenbrandia rivularis* duomenis, pateikė naujas radavietes. Aprašė naują Lietuvai gėlavandenę *Batrachospermum keratophytum* Bory de Saint-Vincent 1808 rūšį. Tolesnius išsamesnius upių bentoso dumblių tyrimus

vykdo doc. dr. Jolanta Kostkevičienė ir VU Gamtos mokslų fakulteto studentai (BERNACKAITĖ, 1999; DZIKAVIČIŪTĖ, 1999; 2000; RADŽIŪNAITĖ, 2000; ir kt.).

Taigi, nenuoseklūs, pavieniai upių bentoso tyrimai neleido statistiškai įvertinti abiotinių aplinkos veiksnių poveikio fitobentoso vystymuisi, atskleisti Lietuvos upėms būdingas bentoso makrodumблиų rūšis ir jų formuojamas bendrijas.

LABANAUSKAS (2000) pirmasis išskyrė ir aprašė bentoso makrodumблиų bendrijas susiformavusias Baltijos jūros akmenuotoje pakrantėje. Aprašytos 5 bendrijos, kurios skyrėsi dominuojančiomis ir vyraujančiomis dumблиų rūšimis, ant kokio substrato ir kokiame gylyje jos paplitusios: (i) vienamečių siūlinių dumблиų bendrijos su dominuojančia *Cladophora glomerata*, (ii) giliavandenių žaliadumблиų bendrijos su dominuojančia *Cladophora rupestris* (Linnaeus) Kützing 1843, (iii) rudadumблиų *Sphacelaria arctica* Harvey 1858 bendrijos, (iiii) bendrijos su dominuojančia *Fucus vesiculosus* Linnaeus 1753, (iiiiii) daugiametės bendrijos su *Furcellaria lumbricalis* (Hudson) J. V. Lamouroux 1813 ir *Coccotylus truncatus* (Pallas) M. J. Wynne & J. N. Heine 1992. Tačiau LABANAUSKAS (2000) netyrė dumблиų bendrijų struktūros ir makrodumблиų rūšių projekcinio padengimo (%) pokyčių, kuriuos sąlygotų kintančios aplinkos sąlygos. Lietuvoje OLENINAS ir kt. (2012) pirmasis atliko Tarpinių ir priekrantės vandenų būklės vertinimą remiantis *Furcellaria lumbricalis* makrodumблиų rodikliais. Metodikas upių būklės įvertinimui pagal fitobentoso titnagdumблиus pirmasis sukūrė ir pradėjo taikyti GUDAS (2010). Tačiau iki šiol kitų grupių fitobentoso mikro- ir makrodumблиai nebuvo naudojami Lietuvos upių būklės vertinimui, kadangi trūko duomenų apie jų sudėties ir gausumo (balais, %) kaitą priklausimai nuo pagrindinių maistinių medžiagų kiekio vandenyje.

Fitobentoso makrodumблиų genetinės įvairovės ar genetinio polimorfizmo tyrimų Lietuvoje yra atlikta labai mažai. Jungtinėje tarptautinėje studijoje, Lietuvoje besivystančios *Batrachospermum* dumблиų populiacijos buvo palygintos su Lenkijos ir Europos gėlavandeniais raudondumблиais (SALOMAKI et al., 2011).

2. TIRTŲ UPIŲ HIDROGRAFINĖ, HIDROLOGINĖ IR HIDROFIZIKINIŲ-CHEMINIŲ RODIKLIŲ CHARAKTERISTIKA

Fitobentosos tyrimai atlikti 64-ių Lietuvos upių 73-se atkarpose, kurios pagal priimtą Lietuvoje upių klasifikaciją priklauso 5 tipams (LIETUVOS..., 2011; VAITIEKŪNIENĖ ir kt., 2011). Aplinkos apsaugos agentūros (AAA) duomenimis (APLINKOS..., 2009) tirtos 24 upės (jų atkarpos) yra priskirtos 1 tipo, 15 upių – 2 tipo, 25 upės – 3 tipo, dvi upės – 4 tipo ir 7 upės – 5 tipo upėms (3, 4 lentelės). Telkiniai, priklausantys keturiems pagrindiniams Nemuno, Lielupės, Ventos ir Dauguvos upių baseinų rajonams (UBR) (3 lentelė) (VAITIEKŪNIENĖ ir kt., 2011), skiriasi hidrologinėmis ir hidrofizikinėmis-cheminėmis savybėmis. Upių vandeningumas/vandens lygio kaita bei cheminė vandens būklė priklauso nuo (i) baseine vyraujančio grunto sudėties (smėlio, molio), (ii) įtekančių šaltinių, (iii) antropogeninio poveikio (melioracijos, miesto nuotekos) ir kt.

Kai kurių upių vandeningumas skiriasi įvairiose atkarpose, pvz., Jūros santykinai vandeningiausias yra aukštupys (GAILIUŠIS ir kt., 2001). Bartuva ir Žeimena priskiriama santykinai vandeningoms upėms ištisus metus, tačiau jų intakų nuotėkis labai skiriasi (JABLONSKIS ir kt., 1996). Upių vandeningumą ištisus metus lemia įvairios priežastys, pvz., Šalčia vandeninga dėl maitinimo požeminiais vandenimis, Minijos baseino upės – dėl melioracijos pagilintų vagų (KILKUS & STONEVIČIUS, 2011). Mūšos vandeningumas, įtekėjus didesniems intakams Lėveniui, Pyvesai ir Tatulai, padidėja nežymiai dėl aktyvios karsto zonos, kurią upė kerta netoli žiočių. Upės, kurios teka limnoglacialinėmis lygumomis yra mažiausiai vandeningos, pvz., Šešuvis ir jo intakai (KILKUS, 1998).

3 lentelē. Tirtos upēs ir fitobentosos tyrimu vietas specifikacija.

| Upes tipas ¹ | Upē | Vyresnē upē ² | UBR ³ | Tirtās upēs ² | | | Upēs reguliūota / patvenkta atkarpa ² | Hidroelektrinė ⁴ | Draustinis, kurīame lokalizūota tyrimu vieta ⁵ |
|-------------------------|---------------|--------------------------|------------------|---------------------------------|-------------------|---|--|-----------------------------|---|
| | | | | basi-no plotas, km ² | ītekējūmo krantas | ilgis, km | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 tipas | Alkupis | Šuoja-Kurys | Nemuno | 7,5 | k | 3,3 | visa vaga / – | – | – |
| | Armona | Šventoji | | 218,9 | d | 29,6 | – / – | – | Armonos geologinis |
| | Ašva I | Vadakstis | Ventos | 158,2 | k | 32,2 | nuo versmiu īki 15,1 km / nuo 9,6 īki 7,6, nuo 2,0 īki 0,6 km | – | – |
| | Ašva II | | | | | | | – | – |
| | Beržūpis | Merkys | | 17,8 | k | 6,2 | – / – | – | – |
| | Bubinas | Salantas | | 13,0 | k | 10,4 | nuo 7,6 īki 2,6 km / – | – | – |
| | Gauja | Nemunas | Nemuno | 1677,0 | d | 94,0 | – / – | – | Gaujos kraštovaizdžio |
| | Jūrē | Višakis | | 111,3 | k | 39,3 | – / – | – | – |
| | Kamatis | Mūša | Lielupēs | 63,0 | k | 16,7 | – / – | – | – |
| | Kiršinas I | Nevēzis | Nemuno | 409,7 | d | 46,6 | – / – | – | – |
| | Krašuona | Vyžuona | | 68,5 | d | 21,7 | nuo versmiu īki 12,2 km / – | – | – |
| | Nikajus | Zaraso ež. | Dauguvos | 164,8 | – | 14,7 | – / – | – | – |
| | Notē | Salantas | | 38,1 | d | 22,4 | nuo 21,9 īki 19,3 km, nuo 15,6 īki 13,8 km, nuo 9,2 īki 6,9 km, nuo 6,3 īki 5,0 km, nuo 2,2 īki 1,9 km / – | – | – |
| | Pelyša | Šventoji | | 109,2 | d | 19,3 | nuo versmiu īki 15,8 km, nuo 14,1 īki 9,8 km / – | – | Pelyšos geologinis |
| Peteša | Rudamina | Nemuno | 103,8 | k | 10,8 | nuo 6,0 īki 4,0 ir nuo 1,0 īki žiočiu / – | – | – | |
| Salantas | Minija | | 268,5 | d | 42,1 | – / – | + | – * | |
| Saria | Žeīmena | | 78,7 | k | 27,9 | – / – | – | – | |
| Suraižos upelē | Želvos ež. | | 20,9 | – | 5,7 | nuo 5,7 īki 2,5 km / – | – | – | |
| Šaltuona | Šešuvis | | 570,1 | k | 73,2 | – / – | + | – * | |
| Šeškinē | Dysna | Dauguvos | 8,0 | k | 5,5 | – / – | – | – | |
| Vardaunia | Merkys | | 35,5 | d | 5,0 | – / – | – | – | |
| Veiviržas | Minija | Nemuno | 668,0 | k | 67,9 | – / – | – | Veiviržo ichtiologinis | |
| Virinta | Šventoji | | 566,3 | k | 59,1 | – / – | – | – * | |
| Žemoji Gervē | Apasčia | Lielupēs | 66,1 | d | 19,2 | – / – | – | – | |
| 2 tipas | Apasčia | Nemunēlis | Lielupēs | 894,1 | k | 90,7 | – / + | – | Nemunēlio-Apasčios geologinis * |
| | Baltoji Ančia | Nemunas | Nemuno | 820,0 | k | 29,2 | – / – | + | – |
| | Dysna | Dauguva | Dauguvos | 8179,5 | k | 173,4 | nuo 129,8 īki 115,1 km / – | + | – |
| | Jara-Šetekšna | Šventoji | Nemuno | 610,5 | d | 82,0 | – / – | – | – |
| | Jūra | Nemunas | | 3994,4 | d | 171,8 | – / – | + | – * |
| | Mūša | Lielupē | Lielupēs | 5462,6 | k | 157,3 | – / – | – | – |
| | Nevēzis | Nemunas | | 6140,5 | d | 208,6 | – / – | + | – * |
| | Nova | Šešupē | Nemuno | 403,3 | d | 69,3 | – / – | – | Novos hidrografinis |
| | Ringuva | Venta | Ventos | 322,2 | d | 33,6 | nuo versmiu īki 18,3 km / – | – | – |
| | Siesartis | Šešupē | | 197,6 | d | 60,5 | – / – | – | – |
| | Strēva | Nemunas | | 758,9 | d | 73,6 | – / – | + | – |
| | Šalčia | Merkys | Nemuno | 748,9 | k | 75,8 | – / – | – | – |
| | Šyša I | | | | | | | – | – ** |
| | Šyša II | Nemunas | | 391,5 | d | 56,9 | – / – | – | – ** |
| | Šventoji I | Neris | | 6888,8 | d | 246,0 | – / – | + | – * |

3 lentelė (tęsinys)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-------------------------|-----------------------------|---------------|----------|---------|-------|---|---|---|------------------------------------|
| 3 tipas | Aitra | Jūra | Nemuno | 220,0 | k | 33,7 | -/- | - | Aitros hidrografinis |
| | Akmena-Danė | Kuršių marios | | 580,2 | - | 62,5 | nuo 54,7 iki 56,7 km / nuo 35,0 iki 40,2, nuo 41,6 iki 45,0 km | - | - * |
| | Ančia | Šešuvis | | 278,6 | d | 66,4 | nuo 65,0 iki 56,8 km / - | - | Ančios kraštovaizdžio * |
| | Babrungas I Babrungas II | Minija | | 270,4 | d | 47,3 | -/- | + | Gandingos kraštovaizdžio |
| | Bartuva | Baltijos jūra | Ventos | 2020,0 | - | 101,3 | -/- | - | - * |
| | Dotnuvėlė | Nevėžis | Nemuno | 192,7 | d | 60,9 | nuo versmių iki 56,3 km, nuo 54,9 iki 53,0 km / - | - | - |
| | Kiršinas II | | | 409,7 | d | 46,6 | -/- | - | - |
| | Kražantė | Dubysa | | 378,3 | d | 87,4 | -/- | - | Kražantės hidrografinis * |
| | Laukesa | Dauguva | Dauguvos | 761,5 | k | 31,4 | -/- | - | - |
| | Lokysta | Jūra | Nemuno | 173,4 | k | 45,7 | -/- | - | - |
| | Mera-Kūna | Žeimena | | 204,4 | k | 60,2 | -/- | - | - |
| | Merkys I | Nemunas | | 4415,7 | d | 203,0 | -/- | - | - |
| Nedzingis | Merkys | 144,0 | | d | 15,1 | nuo versmių iki 10,0 km / - | - | - | |
| Rudamina | Vokė | 295,7 | | d | 30,0 | nuo 27,0 iki 18,0 km / - | - | - | |
| Šešupė | Nemunas | 6104,8 | | k | 297,6 | -/- | + | - * | |
| Širvinta | Šešupė | 1312,9 | | k | 43,8 | nuo versmių iki 40,5 km / - | + | - | |
| Šušvė | Nevėžis | 1165,4 | | d | 134,6 | -/- | - | - * | |
| Tatula | Mūša | Lielupės | 453,4 | d | 64,7 | -/- | - | Tatulos kraštovaizdžio * | |
| Varduva I Varduva II | Venta | Ventos | 586,7 | k | 90,3 | nuo versmių iki 72,9 km / nuo 19,0 iki 6,5 km | - | - * | |
| Verknė | Nemunas | Nemuno | 727,5 | d | 77,1 | -/- | + | Verknės kraštovaizdžio * | |
| Verseka I Verseka II | Merkys | | 384,4 | k | 47,6 | nuo versmių iki 45,0 km, nuo 39,0 iki 3,2 km / - | + | - | |
| Visinčia | Šalčia | | 227,0 | d | 52,8 | nuo versmių iki 49,0 km, nuo 46,0 iki 42,7 km / - | - | Visinčios kraštovaizdžio ir hidrografinis | |
| Šventoji II | Neris | | Nemuno | 6888,8 | d | 246,0 | -/- | + | Šventosios kraštovaizdžio * |
| 4 tipas | Venta I | Baltijos jūra | Ventos | 11800,0 | - | 343,3 | nuo 341,8 iki 331,7 km, nuo 324,3 iki 297,4 km / nuo 328,0 iki 326,0 km, nuo 325,4 iki 324,7 km | + | - * |
| | Dubysa Merkys II | Nemunas | Nemuno | 1972,6 | d | 130,9 | -/- | - | - * |
| | 4415,7 | | | d | 203,0 | -/- | - | - * | |
| | Minija | | | 2942,1 | d | 201,8 | -/- | + | Minijos senslėnio kraštovaizdžio * |
| 5 tipas | Nemunėlis | Lielupė | Lielupės | 4047,0 | d | 199,3 | -/- | - | - * |
| | Šešuvis | Jūra | Nemuno | 1915,7 | k | 114,9 | nuo versmių iki 114,3 km, nuo 112,9 iki 111,0 km / - | + | - * |
| | Venta II | Baltijos jūra | Ventos | 11800,0 | - | 343,3 | nuo 341,8 iki 331,7 km, nuo 324,3 iki 297,4 km / nuo 328,0 iki 326,0 km, nuo 325,4 iki 324,7 km | + | - * |
| | Žeimena | Neris | Nemuno | 2792,7 | d | 79,6 | -/- | - | Žeimenos ichtiologinis |

¹ – APLINKOS..., 2009; ² – GAILIUSIS ir kt., 2011; ³ – VAITIEKŪNIENĖ ir kt., 2011; ⁴ – JUKNYS, 1994; JABLONSKIS ir kt., 1996; KILKUS, 1998; GAILIUSIS ir kt., 2001; ŠAULYS, 2007; KILKUS & STONEVIČIUS, 2011; ⁵ – KIRSTUKAS, 2004; k – kairinis intakas; d – dešininis intakas; „+“ – yra; „-“ – nėra. * – tyrimų vieta poplūdžių ir potvynių grėsmės zonoje (APLINKOS..., 2013); ** – tyrimų vieta poplūdžių ir potvynių metu užliejamų priekrančių grėsmės zonoje (APLINKOS..., 2013)

4 lentelė. Hidrologiniai ir hidrofizikiniai-cheminiai Lietuvos tirtų upių rodikliai (APLINKOS..., 2005–2010; 2009).

| Upės tipas ¹ | Vandens telkinio atkarpos kodas | Upė | Tyrimų metai | Srovės greitis, m/s | Debitas, m ³ /s | NH ₄ -N, mgN/l | NO ₂ -N, mgN/l | NO ₃ -N, mgN/l | N _{min.} , mg/l | N _b , mg/l | PO ₄ -P, mgP/l | P _b , mg/l | N _b /P _b | Temperatūra, °C | pH | Savitel. laidis, μS/cm | Skend. medž., mg/l | O ₂ , mg/l | BDS ₇ , mgO ₂ /l |
|-------------------------|---------------------------------|----------------|--------------|---------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------|-------|------------------------|--------------------|-----------------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 1 tipas | LT113010386 | Alkupis | 2009 | 0,22 | 0,04 | 1,127 | 0,233 | 3,117 | 4,477 | 9,367 | 0,555 | 0,767 | 28 | 11,3 | 7,61 | 934,3 | 1,8 | 8,3 | 3,6 |
| | LT122111302 | Armona | 2010 | 0,77 | 1,10 | 0,090 | 0,023 | 2,629 | 2,742 | 3,948 | 0,023 | 0,066 | 137 | 9,2 | 8,17 | 576,3 | 6,0 | 8,5 | 3,9 |
| | LT300112361 | Ašva I | 2009 | 0,19 | 0,11 | 0,061 | 0,042 | 2,975 | 3,078 | 5,340 | 0,019 | 0,066 | 185 | 16,3 | 8,17 | 695,7 | 4,7 | 8,7 | 3,1 |
| | LT300112363 | Ašva II | | 0,27 | 0,12 | 0,054 | 0,012 | 0,336 | 0,402 | 0,948 | 0,015 | 0,051 | 42 | 15,5 | 8,08 | 590,7 | 4,3 | 8,6 | 2,9 |
| | LT111010410 | Beržupis | | 0,28 | 0,13 | 0,055 | 0,002 | 0,115 | 0,172 | 0,750 | 0,061 | 0,094 | 18 | 10,0 | 8,10 | 264,0 | 12,5 | 8,9 | 2,4 |
| | LT117010422 | Bubinas | | 0,26 | 0,41 | 0,040 | 0,007 | 0,519 | 0,566 | 0,915 | 0,017 | 0,050 | 42 | 10,3 | 7,78 | 489,5 | 14,3 | 9,9 | 2,2 |
| | LT100100202 | Gauja | | 0,42 | 1,91 | 0,034 | 0,012 | 0,746 | 0,792 | 0,951 | 0,019 | 0,062 | 35 | 8,3 | 7,34 | 349,8 | 5,8 | 8,9 | 1,8 |
| | LT150104663 | Jūrė | 2006* | 0,10 | 0,30 | 0,060 | 0,005 | 0,260 | 0,325 | 1,400 | 0,003 | 0,049 | 65 | 16,6 | 7,70 | 330,0 | 7,0 | 9,1 | 8,7 |
| | LT410113301 | Kamatis | 2009 | 0,50 | 0,18 | 0,030 | 0,028 | 3,921 | 3,979 | 7,100 | 0,036 | 0,054 | 301 | 8,8 | 8,06 | 710,5 | 4,5 | 8,4 | 1,9 |
| | LT130103601 | Kiršinas I | | 0,13 | 0,07 | 0,184 | 0,340 | 0,621 | 1,145 | 3,525 | 0,275 | 0,390 | 21 | 9,6 | 7,72 | 736,5 | 3,0 | 6,3 | 2,6 |
| | LT122103112 | Krašuona | | n. d. | n. d. | n. d. | n. d. | n. d. | n. d. | n. d. | n. d. | n. d. | n. d. | - | n. d. | n. d. | n. d. | n. d. | n. d. |
| | LT500106031 | Nikajus | | 0,30 | 0,39 | 0,056 | 0,005 | 0,352 | 0,414 | 1,720 | 0,010 | 0,020 | 197 | 7,9 | 7,85 | 336,3 | 4,6 | 8,8 | 1,8 |
| | LT117010418 | Notė | 2009 | 0,30 | 0,27 | 0,013 | 0,004 | 0,298 | 0,315 | 0,785 | 0,026 | 0,066 | 27 | 10,0 | 8,13 | 442,5 | 4,0 | 9,6 | 1,7 |
| | LT122105402 | Pelyša | | 0,29 | 0,30 | 0,048 | 0,014 | 1,182 | 1,244 | 2,575 | 0,017 | 0,031 | 190 | 9,3 | 8,11 | 476,8 | 2,6 | 10,2 | 2,0 |
| | LT120105291 | Peteša | | 0,33 | 0,70 | 0,033 | 0,007 | 0,750 | 0,790 | 1,022 | 0,022 | 0,076 | 31 | 8,1 | 7,93 | 397,3 | 3,7 | 8,7 | 2,1 |
| | LT170104101 | Salantas | | 0,22 | 0,18 | 0,044 | 0,017 | 1,219 | 1,281 | 2,136 | 0,044 | 0,090 | 54 | 14,9 | 8,07 | 516,7 | 5,7 | 8,9 | 2,3 |
| | LT121102701 | Saria | 2010 | 0,32 | 0,74 | 0,034 | 0,008 | 1,257 | 1,299 | 1,847 | 0,025 | 0,056 | 75 | 8,6 | 8,04 | 408,6 | 3,8 | 9,6 | 2,1 |
| | LT112210753 | Suraižos upelė | 2009 | 0,31 | 0,04 | 0,048 | 0,050 | 3,432 | 3,530 | 5,525 | 0,010 | 0,030 | 421 | 10,1 | 7,67 | 638,3 | 1,0 | 9,7 | 2,3 |
| | LT160108291 | Šaltuona | 2010 | 2,14 | 3,62 | 0,268 | 0,030 | 2,563 | 2,861 | 4,292 | 0,121 | 0,247 | 40 | 9,4 | 8,13 | 669,3 | 8,4 | 9,5 | 3,7 |
| | LT450010070 | Šeškinė | 2009 | 0,19 | 0,06 | 0,034 | 0,016 | 3,165 | 3,215 | 4,650 | 0,018 | 0,041 | 259 | 8,8 | 7,97 | 565,5 | 9,5 | 11,3 | 2,1 |
| Nesuteiktas | Vardaunia | 2005* | 0,23 | 0,15 | 0,090 | 0,012 | 0,070 | 0,172 | 1,200 | 0,063 | 0,100 | 27 | 10,2 | 7,80 | 381,0 | 12,0 | 11,6 | 2,7 | |
| LT170108101 | Veiviržas | 2009 | 0,32 | 1,66 | 0,056 | 0,008 | 0,534 | 0,599 | 1,039 | 0,022 | 0,052 | 46 | 8,0 | 7,90 | 430,5 | 3,9 | 11,1 | 2,3 | |
| LT122107501 | Virinta | | 0,32 | 0,47 | 0,022 | 0,004 | 0,168 | 0,194 | 0,965 | 0,005 | 0,016 | 138 | 11,3 | 7,93 | 407,8 | 1,0 | 10,7 | 2,2 | |
| LT420106531 | Žemoji Gervė | | 0,31 | 0,32 | 0,036 | 0,018 | 0,900 | 0,954 | 2,775 | 0,007 | 0,020 | 317 | 9,1 | 7,92 | 535,5 | 1,5 | 9,8 | 1,6 | |
| LT420105404 | Apaščia | | n. d. | n. d. | 0,030 | 0,011 | 1,366 | 1,406 | 3,200 | 0,042 | 0,054 | 135 | 10,2 | 8,07 | 613,0 | 1,2 | 9,7 | 1,8 | |
| 2 tipas | LT100102403 | Baltoji Ančia | 2009 | 0,36 | 2,72 | 0,112 | 0,006 | 0,175 | 0,294 | 0,850 | 0,019 | 0,035 | 56 | 12,5 | 8,23 | 389,0 | 14,0 | 10,3 | 2,5 |
| | LT500100011 | Dysna | | 0,24 | 1,68 | 0,107 | 0,011 | 0,400 | 0,518 | 1,825 | 0,011 | 0,034 | 123 | 10,0 | 7,94 | 381,3 | 8,4 | 9,3 | 2,8 |
| | LT122104502 | Jara-Šetekšna | | n. d. | n. d. | 0,040 | 0,011 | 1,026 | 1,077 | 2,065 | 0,021 | 0,041 | 115 | 9,5 | 7,86 | 658,0 | 1,2 | 8,4 | 1,5 |

4 lentelė (tęsinys)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|-------------|-------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|------|------|-----|
| 2 tipas | LT160100013 | Jūra | | 0,50 | 4,75 | 0,091 | 0,015 | 1,093 | 1,199 | 1,842 | 0,022 | 0,064 | 66 | 8,8 | 7,59 | 514,9 | 6,4 | 8,9 | 2,8 |
| | LT410100012 | Mūša | 2010 | 0,25 | 0,44 | 0,104 | 0,025 | 4,694 | 4,824 | 6,318 | 0,023 | 0,045 | 321 | 8,7 | 7,90 | 768,8 | 3,5 | 8,9 | 2,1 |
| | LT130100013 | Nevēžis | | 0,24 | 2,89 | 0,093 | 0,023 | 1,722 | 1,837 | 3,245 | 0,030 | 0,044 | 169 | 9,4 | 7,97 | 702,7 | 3,3 | 8,2 | 1,9 |
| | LT150106603 | Nova | 2008 | 0,35 | 4,03 | 0,049 | 0,011 | 2,938 | 2,998 | 3,998 | 0,059 | 0,137 | 67 | 9,8 | 7,36 | 680,3 | 19,2 | 6,4 | 4,3 |
| | LT300103802 | Ringuva | | 0,19 | 0,27 | 0,239 | 0,026 | 3,364 | 3,629 | 4,807 | 0,075 | 0,114 | 96 | 8,5 | 7,87 | 793,8 | 2,7 | 7,8 | 3,0 |
| | LT150107202 | Siesartis | 2010 | 0,20 | 0,28 | 0,335 | 0,028 | 2,475 | 2,838 | 4,025 | 0,251 | 0,333 | 28 | 8,9 | 7,76 | 735,8 | 6,4 | 6,8 | 4,5 |
| | LT100113708 | Strėva | | n. d. | n. d. | 0,141 | 0,025 | 0,438 | 0,603 | 1,500 | 0,043 | 0,135 | 25 | 11,8 | 8,26 | 487,0 | 15,1 | 9,6 | 4,2 |
| | LT110102204 | Šalčia | 2009 | 0,35 | 4,78 | 0,082 | 0,008 | 0,930 | 1,021 | 1,825 | 0,031 | 0,086 | 49 | 10,9 | 8,15 | 401,5 | 15,3 | 10,2 | 2,6 |
| | LT100126203 | Šyša I | 2008 | 0,25 | 1,15 | 0,042 | 0,007 | 0,350 | 0,399 | 0,900 | 0,038 | 0,065 | 32 | 10,6 | 8,23 | 469,3 | 0,7 | 11,5 | 1,8 |
| | LT100126205 | Šyša II | 2009 | 0,42 | 3,17 | 0,525 | 0,019 | 1,176 | 1,720 | 2,367 | 0,189 | 0,346 | 16 | 9,8 | 7,48 | 485,2 | 8,3 | 8,3 | 5,1 |
| 3 tipas | LT122100016 | Šventoji I | | 0,50 | 10,89 | 0,041 | 0,008 | 0,280 | 0,328 | 1,360 | 0,014 | 0,028 | 111 | 8,9 | 7,95 | 419,0 | 3,0 | 9,8 | 1,6 |
| | LT160101602 | Aitra | 2010 | 0,11 | 0,10 | 0,039 | 0,010 | 1,159 | 1,208 | 2,670 | 0,040 | 0,066 | 92 | 11,0 | 7,95 | 480,5 | 3,3 | 9,0 | 2,1 |
| | LT200104101 | Akmena-Danė | | 0,25 | 1,56 | 0,082 | 0,018 | 1,423 | 1,522 | 1,975 | 0,025 | 0,068 | 66 | 9,5 | 7,99 | 534,8 | 6,0 | 8,0 | 2,7 |
| | LT160107962 | Ančia | 2006* | n. d. | n. d. | 0,110 | 0,044 | 0,490 | 0,644 | 1,100 | 0,065 | 0,100 | 25 | 18,7 | 8,00 | 508,0 | 2,1 | 5,6 | 2,7 |
| | LT170102402 | Babrungas I | 2009 | 0,31 | 0,48 | 0,044 | 0,011 | 1,414 | 1,469 | 2,335 | 0,027 | 0,062 | 86 | 13,3 | 7,86 | 297,3 | 18,5 | 9,8 | 1,8 |
| | LT170102402 | Babrungas II | | 0,31 | 0,48 | 0,044 | 0,011 | 1,414 | 1,469 | 2,335 | 0,027 | 0,062 | 86 | 13,3 | 7,86 | 297,3 | 18,5 | 9,8 | 1,8 |
| | LT800120102 | Bartuva | 2010 | 0,28 | 2,31 | 0,059 | 0,012 | 0,851 | 0,921 | 1,527 | 0,012 | 0,051 | 68 | 9,6 | 7,80 | 456,9 | 5,4 | 8,8 | 2,5 |
| | LT130107103 | Dotnuvėlė | | 1,60 | 2,00 | 0,117 | 0,041 | 4,213 | 4,372 | 5,833 | 0,061 | 0,117 | 114 | 9,5 | 8,16 | 695,3 | 6,4 | 10,2 | 3,4 |
| | LT130103603 | Kiršinas II | 2009 | n. d. | n. d. | 0,134 | 0,028 | 1,638 | 1,801 | 3,278 | 0,168 | 0,228 | 33 | 10,1 | 8,01 | 749,8 | 3,9 | 8,2 | 3,5 |
| | LT140101603 | Kražantė | 2010 | 0,27 | 2,37 | 0,064 | 0,012 | 1,638 | 1,835 | 2,478 | 0,035 | 0,070 | 81 | 8,7 | 8,07 | 557,8 | 4,3 | 9,8 | 1,8 |
| 3 tipas | LT500106011 | Laukesa | 2009 | 0,37 | 0,86 | 0,023 | 0,008 | 0,298 | 0,328 | 1,150 | 0,011 | 0,020 | 131 | 8,6 | 7,96 | 378,0 | 1,7 | 10,5 | 1,7 |
| | LT160102802 | Lokysta | | 0,18 | 1,30 | 0,999 | 0,044 | 1,292 | 2,336 | 2,850 | 0,070 | 0,131 | 50 | 10,5 | 7,84 | 492,3 | 5,3 | 9,3 | 5,0 |
| | LT121102804 | Mera-Kūna | 2010 | 0,45 | 2,59 | 0,078 | 0,013 | 1,366 | 1,457 | 1,820 | 0,026 | 0,070 | 59 | 8,8 | 8,32 | 468,5 | 6,8 | 9,6 | 2,2 |
| | LT110100012 | Merkys I | 2009 | 0,51 | 3,23 | 0,062 | 0,011 | 1,105 | 1,178 | 1,425 | 0,020 | 0,088 | 37 | 8,1 | 8,02 | 398,3 | 11,7 | 9,2 | 2,1 |
| | LT110105202 | Nedzingis | 2010 | 0,41 | 0,82 | 0,065 | 0,016 | 1,098 | 1,178 | 2,050 | 0,019 | 0,034 | 138 | 11,3 | 8,10 | 452,5 | 10,3 | 9,4 | 2,4 |
| | LT120105183 | Rudamina | 2009 | 0,40 | 0,68 | 0,240 | 0,040 | 1,256 | 1,536 | 1,732 | 0,038 | 0,117 | 34 | 9,0 | 7,75 | 487,3 | 6,2 | 7,9 | 3,8 |
| | LT150100013 | Šešupė | | 0,58 | 9,69 | 0,150 | 0,020 | 1,118 | 1,288 | 2,225 | 0,084 | 0,134 | 38 | 10,4 | 8,04 | 639,8 | 3,8 | 8,7 | 2,8 |
| | LT150106012 | Širvinta | 2010 | 0,20 | 0,05 | 0,070 | 0,005 | 0,430 | 0,505 | 1,053 | 0,029 | 0,055 | 44 | 8,3 | 7,91 | 600,0 | 4,1 | 8,0 | 3,1 |
| | LT130110104 | Šušvė | | 0,30 | 0,32 | 0,122 | 0,056 | 1,868 | 2,045 | 2,968 | 0,023 | 0,057 | 119 | 12,1 | 7,59 | 549,8 | 4,8 | 7,1 | 3,0 |
| | LT410112404 | Tatula | 2009 | 0,41 | 1,12 | 0,045 | 0,021 | 3,070 | 3,136 | 5,185 | 0,036 | 0,051 | 232 | 9,4 | 7,95 | 865,1 | 3,9 | 8,8 | 1,5 |
| LT300113104 | Varduva I | 2009 | 0,26 | 0,31 | 0,026 | 0,008 | 0,255 | 0,288 | 1,420 | 0,024 | 0,059 | 55 | 15,4 | 8,04 | 433,7 | 3,4 | 10,0 | 2,0 | |
| LT300113104 | Varduva II | | 0,26 | 0,39 | 0,063 | 0,012 | 0,697 | 0,772 | 1,803 | 0,034 | 0,058 | 71 | 11,8 | 8,14 | 450,8 | 2,7 | 10,7 | 1,7 | |
| LT100110504 | Verknė | 2008 | 0,45 | 4,14 | 0,000 | 0,008 | 0,938 | 0,945 | 2,125 | 0,045 | 0,082 | 59 | 11,7 | 8,25 | 482,5 | 13,8 | 10,5 | 2,9 | |

4 lentelė (tęsinys)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|-------------|-------------|-------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|------|------|-----|
| 3 tipas | LT110103202 | Verseka I | 2009 | 0,35 | 2,09 | 0,120 | 0,013 | 0,900 | 1,033 | 1,950 | 0,031 | 0,065 | 69 | 12,1 | 7,98 | 509,8 | 11,8 | 9,0 | 3,1 |
| | LT110103202 | Verseka II | 2008 | 0,41 | 2,64 | 0,000 | 0,010 | 1,155 | 1,165 | 2,075 | 0,042 | 0,082 | 58 | 11,7 | 8,05 | 451,5 | 11,3 | 9,5 | 3,0 |
| | LT110102362 | Visinčia | 2009 | 0,40 | 1,48 | 0,022 | 0,011 | 0,962 | 0,995 | 1,190 | 0,020 | 0,056 | 49 | 9,1 | 7,96 | 430,3 | 4,0 | 9,4 | 2,0 |
| 4 tipas | LT122100017 | Šventoji II | 2009 | 0,60 | 16,50 | 0,035 | 0,009 | 0,442 | 0,487 | 1,425 | 0,018 | 0,039 | 84 | 9,2 | 8,13 | 444,3 | 2,8 | 10,0 | 2,1 |
| | LT300100015 | Venta I | 2010 | 0,31 | 9,51 | 0,106 | 0,015 | 1,390 | 1,511 | 2,299 | 0,027 | 0,068 | 77 | 9,0 | 7,84 | 534,5 | 5,9 | 8,9 | 3,2 |
| 5 tipas | LT140100014 | Dubysa | 2010 | 0,25 | 0,39 | 0,142 | 0,016 | 1,192 | 1,350 | 2,273 | 0,043 | 0,082 | 63 | 10,5 | 8,09 | 546,3 | 11,4 | 9,9 | 1,6 |
| | LT110100015 | Merkys II | 2009 | 0,33 | 15,68 | 0,075 | 0,008 | 0,948 | 1,030 | 1,825 | 0,034 | 0,076 | 55 | 11,3 | 8,13 | 426,8 | 15,3 | 9,7 | 2,9 |
| | LT170100016 | Miniija | 2010 | 0,12 | 12,27 | 0,063 | 0,015 | 0,683 | 0,760 | 1,223 | 0,029 | 0,063 | 44 | 10,3 | 7,89 | 496,0 | 7,9 | 9,7 | 2,5 |
| | LT420100015 | Nemunėlis | 2009 | 0,36 | 13,41 | 0,027 | 0,008 | 0,922 | 0,958 | 2,150 | 0,018 | 0,034 | 145 | 9,9 | 8,06 | 570,5 | 1,2 | 8,5 | 1,6 |
| | LT160107303 | Šešuvis | 2010 | 0,53 | 11,75 | 0,134 | 0,020 | 1,790 | 1,944 | 2,350 | 0,038 | 0,131 | 41 | 10,5 | 8,14 | 545,5 | 32,3 | 9,2 | 2,7 |
| | LT300100018 | Venta II | 2009 | 0,35 | 13,18 | 0,041 | 0,012 | 0,416 | 0,469 | 0,925 | 0,057 | 0,128 | 17 | 16,2 | 8,21 | 571,0 | 3,9 | 9,5 | 3,2 |
| LT121100013 | Žeimena | 0,41 | | 8,41 | 0,020 | 0,002 | 0,096 | 0,117 | 0,432 | 0,008 | 0,031 | 32 | 10,7 | 8,19 | 356,0 | 1,3 | 9,9 | 1,7 | |

¹ – APLINKOS..., 2009;

* – duomenys yra vieno matavimo rezultatas;

n. d. – nėra duomenų.

Lietuvos upėms yra reikšmingi pavasario potvyniai, nes jų metu kasmet išsiliedamos upės užliejusios miškus ir pievas juos praturtina upės vagoje buvusiomis organinėmis medžiagomis. Per pavasario potvynius didžiausi debitai sudarantys iki 50 % metų nuotėkio tūrio nuplukdomi Žeimenos ir Dysnos upėmis (KILKUS & STONEVIČIUS, 2011). Be potvynių upėms būdingi ir poplūdžiai – trumpalaikiai, nuo kelių dienų iki kelių savaitių trunkantys, netikėti vandens lygio pakilimai upėje sąlygoti staigių liūčių. Kartais upės smarkiai patvinsta ir kai kurie poplūdžiai dažnai būna didesni nei pavasario potvyniai, pvz., Salanto ir Minijos upėse. Jūra taip pat išsiskiria dažniais poplūdžiais, tačiau ne kiekvienais metais jie būna aukštesni už pavasario potvynius. Staigus vandens lygio pakilimas gali įvykti keletą kartų per metus. Pavyzdžiui, Šyša – paplūsta tiek vasarą, tiek ir žiemą, jos vandens lygis pakyla virš vidutinio vasaros lygio iki 2 m ir daugiau (KILKUS, 1998). Beveik trečdalis tirtų upių (27 upės) pagal AAA duomenis (APLINKOS..., 2013) yra priskiriamos potvynių ir poplūdžių grėsmės telkiniams (žr. 3 lentelė). Visos 4-o ir 5-o tipo upės, išskyrus Žeimeną, kurios potvynių ir poplūdžių zona yra arčiau žiočių, yra priskiriamos šios grėsmės telkiniams. Visos pirmo tipo upės, išskyrus Salanto, Šaltuonos ir Virintos upes, – nėra potvynių ir poplūdžių grėsmės telkiniai.

Be potvynių ir poplūdžių upėms būdingas – nuosėkis. Stipriais nuosėkais pasižymi kai kurios tirtos upės, pvz., Armona, Nova ir Šešupė, jos sausringomis vasaromis dažnai stipriai nusenka. Kelios Novos atkarpos per sausmetį visiškai išdžiūna, dėl to upė patiria staigų vandens lygio pakilimą liūčių laikotarpiu (KILKUS & STONEVIČIUS, 2011). Stipriai nusenka ir Ventos bei jos baseino lyguminės dalies mažesni upeliai. Jūra taip pat gali labai nusekti, tuomet jos debitas siekia vos 2,3 m³/s. Šaltuoju laikotarpiu nusekusios upės gali užšalti iki dugno, pvz., Šešupės didieji intakai, Novos upė. Per upių nuosėkius kai kurias upes, pvz., Žeimeną, maitina požeminiai vandenys, esantys arčiau žemės paviršiaus (KILKUS, 1998; VAITIEKŪNIENĖ ir kt., 2011).

Upių baseinuose vyraujantis vandeniui laidus gruntas turi didelės įtakos paviršiniam nuotėkiui, kuris nuolat papildo gruntinio vandens išteklius. Vandeni gerai sugeriantys lengvos mechaninės sudėties gruntai vyrauja pietryčių Lietuvoje. Baltosios Ančios, Gaujos, Merkio ir Šalčios upių baseinuose lengvos mechaninės sudėties gruntai sudaro iki 67 % baseino ploto (KILKUS, 1998; KILKUS & STONEVIČIUS, 2011). Kai kurių upių grunto sudėtis skiriasi įvairiose atkarpose, pvz., Novos, Siesarties, tik aukštupiai pasižymi lengvos mechaninės sudėties gruntais. Novos upės baseino aukštupyje smėliai sudaro iki 56 %. Siesarčio upės versmės yra netoli Novos versmių, tad aukštupys taip pat smėlėtas ir nevandeningas. Šiaurryčių smėlingą lygumą apima Žeimenos pabaseinio teritorija (BUBINAS & BUKELSKIS, 1998; VAITIEKŪNIENĖ ir kt., 2011), o šiaurryčių Žemaičių aukštumos šlaitus – Ventos aukštupys (KILKUS, 1998). Upės, kurios teka vandeniui laidžiais gruntais pasižyminčiose teritorijose, kartais išsiskiria riedulingomis atkarpomis. Pavyzdžiui, Jūros upė, ypač žemiau Aitros žiočių esanti atkarpa (JABLONSKIS ir kt., 1996; KILKUS, 1998), ir Verknės upė, ypatingai žemupyje (LASINSKAS, 1991; KILKUS & STONEVIČIUS, 2011).

Sunkesnės mechaninės sudėties gruntai lemia mažesnę kritulių filtravimą ir didesnę suminį garavimą. Vidutinio sunkumo gruntai kai kurių upių baseine vyrauja, sudaro iki 72 % baseino ploto, pvz., Strėvos aukštupyje (ŠAULYS, 2007), Verknės, Jaros-Šetekšnos ir Nevėžio baseinuose (LASINSKAS, 1991; KILKUS, 1998; KILKUS & STONEVIČIUS, 2011; VAITIEKŪNIENĖ ir kt., 2011). Vidutinio sunkumo gruntai sudaro mažesnę dalį (iki 55 %) Šušvės ir Dubysos upių baseinuose (KILKUS, 1998; VAITIEKŪNIENĖ ir kt., 2011). Baseinuose vyraujančiais, apie 80 % teritorijos, vidutinio sunkumo priemoliais išsiskiria Šventosios pabaseinis ir Jūros baseinas. Jūros upės žemupyje padaugėja sunkiųjų priemolių ir molių, smėliai dengia tik 10 % teritorijos (ŠAULYS, 2007). Bartuvos, Minijos, Šešupės ir Ventos upėse taip pat vyrauja mažai laidus vidutinio sunkumo ir sunkus priemolis (KILKUS, 1998; KILKUS & STONEVIČIUS, 2011; VAITIEKŪNIENĖ ir kt., 2011).

Aktyvūs karstiniai procesai upių baseinuose veikia tiek metinį nuotėkio pasiskirstymą, tiek ir cheminę vandens sudėtį. Karstiniai procesai būdingi Lietuvos šiauriniam regionui, ypač Mūšos ir Nemunėlio baseinams. Mūšos intakas Tatula, išsiskiria intensyviai tirpinamu gipsingu horizontu, esančiu arti žemės paviršiaus Pasvalio–Biržų apylinkėse. Upės baseine pasitaiko kylančių sulfatinių šaltinių (pvz., Smardonės intakas) (TAMINSKAS, 1997; KILKUS, 1998; KILKUS & STONEVIČIUS, 2011). Nemunėlio intako Apaščia dešiniajame krante yra aptinkama sausų, ežeringų ar užpelkėjusių smegduobių, kur arti žemės paviršiaus slūgso gipsingas horizontas (KILKUS, 1998).

Šaltinių, kurie susidaro dėl požeminių vandenų maitinimo, gausa pasižymi pietryčių Lietuvos upės, ypač Merkio, Šalčios ir Žeimenos baseinai. Šaltiniai lemia upių žemą vandens temperatūrą (15–17 °C), skaidrumą iki dugno ir švarų vandenį. Kai kurios upės pasižymi gausiais šaltiniais dėl to, kad dreuoja gilesnius požeminius vandenis, pvz., Šventoji, o kitos upės, pvz., Verknė, – nes dreuoja gilesnius tarpfluksinius vandenis (KILKUS & STONEVIČIUS, 2011).

Antropogeninio poveikio nepaliestų upių Lietuvos teritorijoje yra nedaug (JUKNYS, 1994; KILKUS & STONEVIČIUS, 2011). Tarpukaryje daugumos upių tinklas buvo intensyviai melioruojamas. Melioruojant pašlapusias žemes ištiesinta Kiršino, Merkio, Minijos, Šušvės ir Verknės baseino upių, iki 40 % upių vagų (LASINSKAS, 1991; KILKUS, 1998; ŠAULYS, 2007). Taip pat stipriai melioracijos paveiktos ir Nevėžio bei Siesarties upės (RINDOKAS, 1993; KILKUS & STONEVIČIUS, 2011). Pagal GAILIUSĮ ir kt. (2001) 33 % tirtų telkinių (21 upė) atskirose jų atkarpose yra reguliuotos (žr. 3 lentelė). Išsiskiria Alkupio upė, kurios reguliuota visa vaga.

Ne tik melioracija, bet upių baseine įsikūrę miestai, įtakoja telkinių būklę. Požeminių ir ypač paviršinių vandenų cheminę būklę įtakoja ne tik žemės ūkis, bet ir miestų bei gyvenviečių nuotekos. Žemiau didžiųjų miestų upės vandenyje ženkliai padidėja organinių medžiagų ir neorganinių junginių kiekiai (KILKUS, 1998; KILKUS & STONEVIČIUS, 2011). Stiprų antropogeninį poveikį patiria

Nevėžio baseinas, dėl ant upės krantų įsikūrusių Panevėžio, Kėdainių ir kitų miestelių. Iš 45 % Nevėžio baseino ploto į upes suplaukia teršalai iš žemės ūkio naudmenų (KILKUS, 1998). Šešupės baseinas taip pat tankiai apgyvendintas, yra įsikūrę penki miestai (Kalvarija, Lazdijai, Marijampolė, Šakiai, Vilkaviškis) ir miesteliai. Mūšos baseine įsikūrę Kupiškio, Pakruojo, Pasvalio, Radviliškio ir Šiaulių miestai taip pat stipriai įtakoja telkinio hidrocheminę būklę. Ventos upė labiausiai antropogeninę taršą patiria žemiau Kuršėnų. Į Šventąją buitinių ir pramoninių nuotėkų patenka santykinai nedaug (JUKNYS, 1994; KILKUS & STONEVIČIUS, 2011).

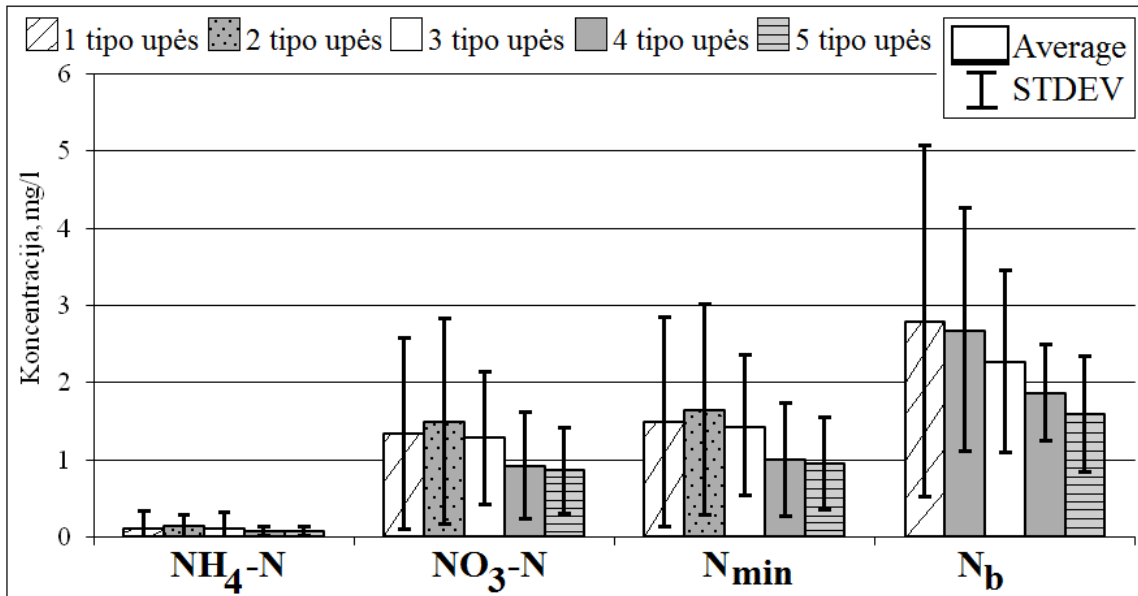
Prie antropogeninį poveikį patiriančių telkinių priskiriamos upės, ant kurių pastatytos hidroelektrinės. Jų poveikis pasireiškia upių vandens lygio kaita ir krantų erozija. Fitobentosos tyrimai vykdyti 16-oje upių, ant kurių yra pastatytos hidroelektrinės (žr. 3 lentelė) (JUKNYS, 1994; JABLONSKIS ir kt., 1996; KILKUS, 1998; GAILIUŠIS ir kt., 2001; ŠAULYS, 2007; KILKUS & STONEVIČIUS, 2011).

Ketvirtadalis tirtų telkinių (17 upių) priklauso Lietuvoje saugomoms teritorijoms. Fitobentosos tyrimai atlikti 8-ių kraštovaizdžio, 4-ių hidrografinių, 3-jų geologinių ir dviejų ichtiologinių draustinių teritorijose (žr. 3 lentelė) (KIRSTUKAS, 2004).

Upių hidrofizikinių-cheminių rodiklių vertės nustatytos Lietuvos AAA (APLINKOS..., 2005–2010; 2009). Pirmo tipo upės išsiskiria mažiausiais surenkamaisiais baseiniais (< 100 km²). Jose nustatyti mažiausi vidutiniai (0,60 m³/s) vandens debitai, lyginant su kitų tipų upėmis. Jos santykinai greitos tėkmės upės, vidutinis greitis 0,2–0,3 m/s. Antro tipo upių vandens srovė kinta nuo 0,2 iki 0,5 m/s. Didžiausiu upių nuolydžiais (> 0,7 m/km) pasižyminčios 3-o tipo upės plukdo vandenis iki 0,5 m/s greičiu. Ketvirto ir 5-o tipo upės yra lėčiausios (iki 0,6 m/s), jose nustatyti didžiausi vandens debitai, siekiantys 11,75–16,50 m³/s.

Bendrojo azoto (N_b) vidutinis kiekis vandenyje tolygiai mažėja nuo 2,890 mg/l 1-o tipo iki 1,597 mg/l 5-o tipo upėse (3 pav., žr. 4 lentelė). Pagal N_b kiekį vandenyje 27 % tirtų upių buvo nustatytos etaloninės (≤ 1,40 mg/l) būklės sąlygos

(APLINKOS..., 2010; VAITIEKŪNIENĖ ir kt., 2011). Vidutiniškai amonio ($\text{NH}_4\text{-N}$) ir nitrito ($\text{NO}_2\text{-N}$) kiekiai skirtingo tipo upėse buvo nedideli ir kito nežymiai. Pastarieji azoto junginiai yra nestabilūs, nes greitai oksiduojami iki nitratų ($\text{NO}_3\text{-N}$). Nitratų ir mineralinio azoto (N_{min}) didžiausios vidutinės koncentracijos, atitinkamai 1,412 ir 1,495 mg/l bei 1,562 ir 1,646 mg/l, nustatytos 1-o ir 2-o tipo upėse, o mažiausios – 4-o ir 5-o tipo upėse, atitinkamai $\text{NO}_3\text{-N}$ 0,916 ir 0,864 mg/l, N_{min} 0,999 ir 0,947 mg/l (3 pav., žr. 4 lentelė). Ketvirto ir 5-o tipo upėse $\text{NO}_3\text{-N}$ ir N_{min} kiekiai yra praskiedžiami šiose upėse plukdomo didesnio tūrio vandens (iki $16,50 \text{ m}^3/\text{s}$).



3 pav. Bendro azoto (N_b) ir jo junginių kiekis skirtingo tipo tirtose Lietuvos upėse.

Didžiausias vidutinis metinis bendrojo fosforo (P_b) kiekis nustatytas 1-o ir 2-o tipo upėse, atitinkamai 0,109 ir 0,104 mg/l, kitų tipų upėse P_b koncentracija buvo du ir daugiau kartų mažesnė (0,054–0,081 mg/l) (žr. 4 lentelė). Pagal P_b kiekį 43 % tirtų upių vanduo atitinka etalonines būklės vertes, $\leq 0,06 \text{ mg/l}$ (APLINKOS..., 2010; VAITIEKŪNIENĖ ir kt., 2011). Didžiausias vidutinis 0,058–0,061 mg/l fosfatų ($\text{PO}_4\text{-P}$) kiekis nustatytas 1-o ir 2-o tipo upėse,

maksimalus PO₄-P kiekis siekė 0,555 mg/l Alkupio upėje. Ketvirto ir 5-o tipo upėse didžiausią PO₄-P koncentraciją, kuri atitinkamai siekė tik 0,023 ir 0,032 mg/l, galėjo lemti didelis upių vandens debitas.

Vidutinė metinė visų upių vandens temperatūra kito nuo 9,1 iki 11,3 °C (žr. 4 lentelė). Aukštesnė nei vidutinė metinė vandens temperatūra buvo nustatyta Ventos baseinui priklausančiose Ašvos I, II (15,5–16,3 °C), Varduvos I (15,4 °C) ir Ventos II (16,2 °C) upėse. Šiltesnio vandens prietaka galėjo lemti tvenkiniai bei pelkėti upių baseinai, susidarę dėl Ventos baseine vyraujančio vandeniui mažai laidaus grunto (KILKUS, 1998; KILKUS & STONEVIČIUS, 2011).

Tirtose upėse vidutinės pH vertės svyravo nuo 7,91 iki 8,10 (žr. 4 lentelė). Mažiausia pH vertė nustatyta Gaujos (7,34), o maksimali – Meros-Kūnos upėje (8,32).

Upių vandens savitojo elektrinio laidžio reikšmės kito plačiose ribose, nuo 264,0 iki 934,3 μS/cm, didžiausia rodiklio verčių amplitudė nustatyta 1-o ir 3-o tipo upėse (žr. 4 lentelė). Tokio ištirpusių druskų kiekio skirtumai upių vandenyje priklauso nuo upių skalaujamo dirvožemio, šaltinių. Įvairaus tipo upėse savitojo elektrinio laidžio vidurkis 489,4–566,6 μS/cm.

Skandinčių medžiagų kiekis įvairaus tipo upėse svyravo plačiose ribose, išryškėjo aiški tendencija: šių medžiagų koncentracija didėja nuo 1-o iki 5-o tipo upėse. Pirmo tipo upėse nustatytas kiekis 1,0–14,3 mg/l, o 4-o ir 5-o tipo upėse – siekė 32,3 mg/l (žr. 4 lentelė).

Pusėje tirtų upių, 35 upėse, ištirpusio deguonies (O₂) koncentracija, atitinka etaloninės būklės sąlygas (1, 3–5 tipo upėse ≥ 9,50 mg/l, 2 tipo upėse > 8,50 mg/l) (žr. 2, 4 lentelės) (APLINKOS..., 2010; VAITIEKŪNIENĖ ir kt., 2011). Deguonies koncentracija kito vidutiniškai nuo 8,9 iki 9,5 mg/l. Tik Kiršino I ir Novos upėse nustatytas ištirpusio deguonies kiekis atitinka vidutinišką, atitinkamai 6,3 ir 6,4 mg/l, o Ančios – blogą (5,6 mg/l) vandens būklę.

Organinių medžiagų kiekį upėse įvertinančio rodiklio – BDS₇ vidutinės vertės įvairaus tipo upėse kito nežymiai, nuo 2,3 iki 2,8 mg/l (žr. 4 lentelė).

Daugiausiai 83 % (58 upės) telkinių atitinka labai gerą ir gerą būklę, iš jų 17 – atitinka etaloninę būklę ($\leq 1,80$ mg/l) (APLINKOS..., 2010; VAITIEKŪNIENĖ ir kt., 2011). Pagal BDS₇ vertes 10 upių, sudaro apie 14 % telkinių, atitinka vidutinę ekologinę būklę (žr. 2 lentelė). Šyšos II upė atitinka blogą (BDS₇ 5,1 mg/l), o Jūrė – labai blogą (8,7 mg/l) vandens būklę.

3. TYRIMŲ OBJEKTAS, MEDŽIAGA IR DARBO METODAI

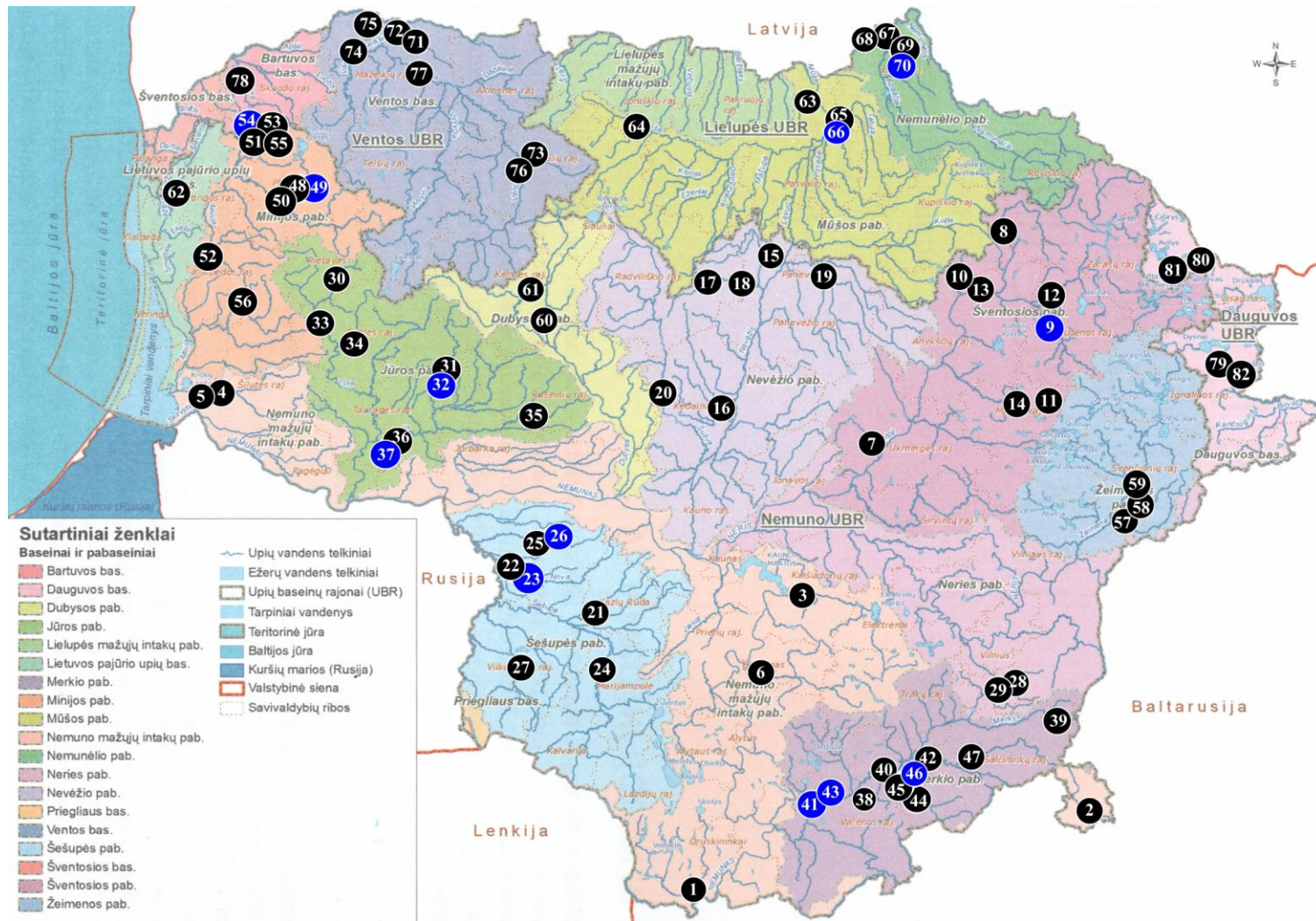
3.1. TYRIMŲ OBJEKTAS

Tyrimų objektas – Lietuvos upių fitobentosos mikro- ir makrodumbliai, augantys dugne ar prisitvirtinę prie įvairios kilmės po vandeniu esančių substratų.

3.2. FITOBENTOSO TYRIMŲ MEDŽIAGA IR METODAI

Fitobentosos tyrimai buvo atlikti 2009–2012 m. liepos–rugpjūčio mėn. 64-ių Lietuvos upių 73-se atkarpose. Darbe analizuojant upių atkarpas yra vartotas upės pavadinimas (4 pav., priedo 1 lentelė). Devyniose upėse tyrimai buvo vykdyti tiriant po dvi atkarpas kiekvienos upės, tirtos atkarpos prie upės pavadinimo pažymėtos romėniškais skaitmenimis (I, II). Kiekviena atkarpa analizuota kaip atskiras vandens telkinys, nes tyrimo taškai yra pakankamai nutolę vienas nuo kito, taip pat skiriasi jų hidrofizikiniai-cheminiai rodikliai.

Tyrimai atlikti remiantis GUTOWSKIO ir kt. (2004), SCHAUMBURGO ir kt. (2004; 2005; 2006), GUTOWSKIO ir FOERSTERIO (2006) metodika, skirta vertinti tekančių vandens telkinių ekologinę būklę pagal fitobentosą. Titnaginiai ir *Charales* eilės dumbliai nebuvo tirti, nes upių būklės vertinimui pagal juos yra taikomi kiti metodai (SCHAUMBURG et al., 2006). Tyrimų vietoje užpildytas lauko protokolas (priedo 2 lentelė) (mūsų modifikuotas, pagal SCHAUMBURGĄ ir kt., 2006), vizualiai įvertintos ir aprašytos upių (heterogeniškos substratų atžvilgiu iki 20 m ilgio) atkarpos: upės vagos plotis, gylis; srovės greitis; vandens drumstumas; vandens skaidrumas; upės vingiuotumas ir natūralumas; pakrantės užpavėsinimas augalija (% balais); nurodomas substratas, jo gausumas (%). Dumplių įvairovės tyrimams iš viso surinkti 226 fitobentosos mėginiai (priedo 1 lentelė)



4 pav. Fitobentos tyrimų (2009–2012 m.) vietų situacinė schema (● – fitobentos rūšių įvairovės tyrimai, ● – makrodumblių molekuliniai tyrimai; priedo 1 lentelė), žemėlapis pagal Aplinkos apsaugos agentūros duomenis (APLINKOS..., 2009; VAITIEKŪNIENĖ ir kt., 2011).

Fitobentoso mėginių surinkimas. Tiriamoje vietoje, naudojant akvaskopą, aprašyti plika akimi matomi bentoso dumbliai, jų augimo forma, rūšių projekcinis padengimas (%) ir gausumas pagal 5 balų skalę (5 lentelė) (GUTOWSKI et al., 2004; SCHAUMBURG et al., 2004; 2006; GUTOWSKI & FOERSTER, 2006). Išilginėje ir skersinėje 1 m pločio transektose, nepriklausomai nuo substrato įvairovės, paimti ne mažiau nei 5 fitobentoso mėginiai. Mėginiai buvo rinkti nuo įvairių po vandeniu esančių organinių (detrito, makrofitų, medžio kamienų ir šakų, kriauklių ir kt.) ir mineralinių (dumblo, smėlio, žvirgždo, gargždo, akmenų, riedulių ir kt.) substratų. Dumbliai nuo substratų atsargiai nuimti peiliu arba skalpeliu. Dumbliai, kurie vystėsi ant biraus smulkiadispersinio substrato arba jame, buvo surinkti kartu su substratu: įtraukiami pipete arba apvertus petri lėkštelę prispaudžiami mentele. Epifitinės rūšys buvo švelniai nuplautos šepetėliu. Giliose upėse fitobentoso mėginiai surinkti upių pakrantėse, makrofitai ištraukti kabliu. Dumблиų mėginiai fiksuoti 40 % formaldehido tirpalu iki galutinės 4 % koncentracijos ir yra saugomi Gamtos tyrimo centro Botanikos institute.

5 lentelė. Fitobentoso rūšių gausumo ir dumблиų projekcinio padengimo upėse vertinimo skalė.

| Dumблиų gausumo skalė | | Balas |
|----------------------------|--|-------|
| Gamtinėse sąlygose (upėse) | Rūšis labai gausi, rūšies projekcinis padengimas 35–100 % tiriamojoje upės atkarpoje | 5 |
| | Rūšis gausi, rūšies projekcinis padengimas 5–35 % tiriamojoje upės atkarpoje | 4 |
| | Rūšis negausi, rūšies projekcinis padengimas iki 5 % tiriamojoje upės atkarpoje | 3 |
| Laboratorijoje | Mikroskopiškai gausi, daug individų | 2 |
| | Mikroskopiškai negausi, pavieniai individai | 1 |

Fitobentoso rūšių analizė. Dumbliai tiriami šviesiniu (Motic B3) ir skenuojančiu (The Quanta 250/450/650) mikroskopais, fotografuojami Moticam 2300 kamera. Kiekvienos rūšies identifikavimui buvo matuota, po 30 individų. Rūšių identifikavimui naudota literatūra: ELENKINAS (1938; 1949), GOLLERBAHAS ir kt. (1953), DEDUSENKO-ŠEGOLEVA ir GOLLERBAHAS (1962), STARMACHAS (1966; 1972), VINOGRADOVA ir kt. (1980), KOMÁREKAS ir FOTTAS (1983), MOŠKOVA ir GOLLERBAHAS (1986), BURROWSAS (1991), KOMÁREKAS ir ANAGNOSTIDIS (1998; 2005), BROOKAS ir JOHNSONAS (2002), JOHNAS (2002),

JOHNAS ir TSARENKO (2002), JOHNSONAS (2002), KUMANO (2002), SHEATH'AS ir SHERWOODAS (2002), TITTLE (2002), WHITTONAS (2002), PALAMAR'-MORDBINCEVA (2003), ELORANTA ir KWANDRANS (2007), KOMÁREKAS ir PLIŃSKI (2007), ELORANTA ir kt. (2011).

Fitobentoso rūšių sąvado sudarymas. Fitobentoso rūšių sąvadas pateiktas priedo 3 lentelėje. Dumblių aukštesnieji taksonai (skyriai, klasės) pateikti pagal VAN DEN HOEKO ir kt. (1995), GRAHAMO ir WILCOXO (2000) klasifikacines sistemas. Žemesniųjų taksonų sistematika pateikta remiantis įvairiais autoriais: *Chroococcales* ir *Oscillatoriales* eilės melsvabakterės pagal KOMÁREKĄ ir ANAGNOSTIDĮ (1998; 2005), *Nostocales* eilės melsvabakterės – pagal GOLLERBAHĄ ir kt. (1953); raudondumbliai – pagal ELORANTĄ ir kt. (2011); heterokontofitai ir žaliadumbliai – pagal VAN DEN HOEKĄ ir kt. (1995), išskyrus *Chlorococcales* ir *Sphaeropleales* eilių rūšis, kurių sistematika pateikta atitinkamai pagal JOHNĄ ir kt. (2002) ir BRANDSĄ (1989). Dumblių rūšių, kurių vieta klasifikacinėje sistemoje pasikeitė pastaraisiais metais arba jiems buvo suteikti nauji vardai, sinonimai yra pateikti remiantis GUIRY ir GUIRY (2011).

Disertacijoje rūšių autoriai nerašomi, jie nurodyti rūšių sąvade priedo 3 lentelėje. Sąvade pateikti lotyniški dumblių vardai ir autoriai, rūšių sinonimai pažymėti „=“ ženklų. Lentelėje taip pat nurodytos dumblių ekologinės grupės.

Fitobentoso rūšių ekologinės grupės. Fitobentoso rūšių sąvado lentelėje pateiktos dumblių ekologinės grupės pagal tyrimų metu nustatyta rūšių prierašumą substratui (priedo 3 lentelė). Ekologinių grupių paaiškinimai išdėstyti trumpame sąvokų žodynyje. Dumblių rūšys, kurios buvo rastos ant skirtingų substratų tame pačiame telkinyje, buvo analizuotos kaip kelioms skirtingoms ekologinėms grupėms priklausantys dumbliai.

Fitobentoso rūšių paplitimas. Įvertinant dumblių rūšių paplitimą tirtose upėse, rūšys buvo suskirstytos į penkias paplitimo grupes pagal aptikimo dažnumą: labai retos rūšys aptinkamos iki 2 % tirtų telkinių, retos rūšys – nuo 3

iki 10 %, apyretės – nuo 11 iki 20 %, dažnos – nuo 21 iki 50 %, labai dažnos – nuo 51 iki 100 % tirtų telkinių.

Lietuvai naujų fitobentosos rūšių aprašymai. Kiekvienos rūšies aprašyme nurodytas lotyniškas vardas ir autoriai, rūšies paskelbimo metai. Rūšių sinonimai pateikti priedo 3 lentelėje. Aprašyme pateikti originalūs morfologinių požymių matavimai (ilgis × plotis, μm) ir paplitimas Lietuvos upėse. Prieduose pateiktos originalios dumblių nuotraukos.

Naujų Lietuvai fitobentosos rūšių paplitimas Europoje pateiktas pagal ELENKINO (1938; 1949), GOLLERBAHO ir kt. (1953), DEDUSENKO-ŠEGOLEVA ir GOLLERBAHO (1962), STARMACHO (1966; 1972), VINOGRADOVA ir kt. (1980), KOMÁREKO ir FOTTO (1983), MOŠKOVA ir GOLLERBAHO (1986), JOHNNO ir kt. (1989), BURROWSO (1991), SCHNEPFO (1992), VISO ir SHEATH'O (1993), DEN HARTOGO ir LOKHORSTO (1995), LUDWIGO ir SCHNITTLERO (1996), KOMÁREKO ir ANAGNOSTIDŽIO (1998; 2005), CVIJANO (2000), KUMANO (2002), JOHNNO (2002a), JOHNSONO (2002), SHEATH'O ir SHERWOODO (2002), WHITTONO (2002), KOMÁREKO (2003), OTTO ir OLDHAM-OTTO (2003), PALAMAR'-MORDBINCEVA (2003), KUSBERO ir kt. (2005), ELORANTA ir KWANDRANS (2007), WOŁOWSKIO ir kt. (2007), HAŠLERO ir kt. (2008), TEMNISKOVA ir kt. (2008), HAŠLERO ir POULÍČKOVA (2010), KAŠTOVSKÝ ir kt. (2010), MESSYASZO ir kt. (2010a,b), RYBAKO ir MESSYASZO (2010), SIMIĆO ir kt. (2010), SIMIĆO ir PANTOVIĆO (2010), ELORANTA ir kt. (2011), KWANDRANS ir JOHNNO (2011) darbus bei GUIRY ir GUIRY (2011) pateiktus duomenis.

Fitobentosos panašumo analizė. Fitobentosos panašumas skirtingų grupių upėse (M_L , V_{GR} , D_{L-GR} , D_L ; žr. santrumpos, trumpas sąvokų žodynėlis) nustatytas pagal Sorenseno indeksą (SØRENSEN, 1948):

$$QS = \frac{2c}{a+b} \times 100$$

, kur

QS – indekso vertė, c – dumblių rūšių, aptiktų abiejose upėse, skaičius, a – dumblių rūšių skaičius pirmoje upėje, b – dumblių rūšių skaičius antroje upėje

Indekso reikšmės: ≤ 39 dumblių rūšių įvairovė mažai panaši, 40–49 – vidutiniškai panaši, 50–59 – panaši, ≥ 60 – labai panaši (KREBS, 1989).

Makrodumblių projekcinio padengimo (%) vertinimas. Bentoso makrodumblių projekcinis padengimas (%) *in situ* įvertintas 48-se upėse (priedo 1, 4, 5 lentelės). Siekiant sudaryti Lietuvos upių ekologinės būklės vertinimo klasifikacinę sistemą pagal makrodumblių projekcinį padengimą, tyrimai atlikti ir analizuoti skirtingo tipo upėse.

Vandens būklės vertinimo fitobentoso indeksas (BI). Upių ekologinė būklė buvo vertinama apskaičiavus fitobentoso indekso (BI) vertes, kurios nustatytos pagal skirtingoms indikacinėms grupėms priklausančias dumblių rūšis (6 lentelė) ir jų gausumą, įvertintą penkių balų skalėje (žr. 5 lentelė) (GUTOWSKI et al., 2004; FOERSTER et al., 2004; SCHAUMBURG et al., 2004; 2006):

$$BI = \frac{\sum_{i=1}^{n_A} Q_{Ai} + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{n_B} Q_{Bi} - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{n_C} Q_{Ci} - \sum_{i=1}^{n_D} Q_{Di}}{\sum_{i=1}^{n_A} Q_{Ai} + \sum_{i=1}^{n_B} Q_{Bi} + \sum_{i=1}^{n_C} Q_{Ci} + \sum_{i=1}^{n_D} Q_{Di}} \times 100$$

, kur

BI – indekso vertė, Q_A – A grupės rūšių gausumo kvadratų suma, Q_B – B grupės rūšių gausumo kvadratų suma, Q_C – C grupės rūšių gausumo kvadratų suma, Q_D – D grupės rūšių gausumo kvadratų suma

6 lentelė. Fitobentoso rūšių indikacinės grupės.

| Indikacinė grupė | Aprašymas |
|------------------|--|
| A | Jautrios rūšys, aptinkamos labai geros būklės upėse |
| B | Jautrios rūšys, paplitusios geros būklės upėse |
| C | Tolerantiškos rūšys, gausiai vystosi eutrofiniuose telkiniuose |
| D | Rūšys toleruojančios stiprią eutrofikaciją |

Dumblių rūšių indikacinės grupės išskirtos pagal Vokietijos karbonatingų žemumų regioną. Indekso vertės ir jas atitinkančios ekologinės būklės klasės pateiktos 7 lentelėje. Siekiant nustatyti indekso BI taikymo galimybes Lietuvos upių būklės vertinimui, jis buvo taikomas ir analizuojamas skirtingo tipo upėse.

7 lentelė. Upių ekologinės būklės klasės pagal fitobentosos indekso (BI) vertes.

| Indekso (BI) vertė | Ekologinės būklės klasė |
|--------------------|-------------------------|
| ≥ 50 | Labai gera |
| ≥ 25 | Gera |
| ≥ 0 | Vidutinė |
| ≥ -50 | Bloga |
| < -50 | Labai bloga |

Indekso BI vertės skaičiuojamos jeigu indikacinių fitobentosos rūšių aptikta daugiau nei penkios arba jeigu rūšių gausumo kvadratų suma yra ≥ 16 . Priešingu atveju, indekso vertė neskaičiuojama ir upių ekologinė būklė nenustatoma.

Statistinė analizė. Duomenų analizė atlikta naudojant Statistica 6.0, SPSS 17.0 ir Brodgar 2.7.2 programas. Upių grupių (M_L , V_{GR} , D_{L-GR} , D_L) išskyrimas atliktas klasterinės analizės metodu, dendrogramos sudarytos naudojant *Unweighted pair-group average* metodą, taikant *1-Pearson r* ir Euklido atstumų klasifikatorius. Fitobentosos rūšių įvairovės palyginimas skirtingų grupių M_L , V_{GR} , D_{L-GR} , D_L upėse ir biologinių vandens kokybės rodiklių: fitobentosos indekso (BI), makrofitų etaloninio indekso (RI), Danijos indekso upių faunai (DIUF), Lietuvos upių žuvų indekso (LŽI), taikomų upių ekologinėms būklės vertinimui, palyginimas buvo atliktas principinių komponentų analizės (*Principal component analysis*) metodu, rezultatai iliustruoti sklaidos diagrama (*Scatterplots*). Bentosos dumblių vystymąsi ir paplitimą Lietuvos upėse sąlygojančių veiksnių nustatymui, indikacinių makrodumblių rūšių išskyrimui ir fitobentosos indekso (BI) bei kitų kokybės rodiklių (indeksų RI, DIUF, LŽI), taikomų ekologinėms būklės vertinimui, palyginti buvo skaičiuotas Pirsono koreliacijos koeficientas. Skaičiuojant koeficientą, atsižvelgta į tris reikšmingumo lygmenis: $p < 0,01$, $p < 0,05$ ir $p < 0,1$. Daugiamatės statistikos RDA (*Redundancy analysis*) metodu įvertinta dumblių rūšių, jų gausumo ir upių morfometrinių, hidrologinių, hidrofizikinių-cheminių rodiklių sąveika. Labai retos 47 dumblių rūšys, kurios paplitusios iki 2 % tirtų telkinių, nebuvo įtrauktos į statistinę analizę.

3.3. FITOBENTOSO MOLEKULINIŲ TYRIMŲ MEDŽIAGA IR METODAI

Makrodumблиų pavyzdžiai molekuliniam tyrimams surinkti 2011–2012 m. birželio–spalio mėn. 12-oje Lietuvos upių (žr. 4 pav., priedo 1 lentelė). Siekiant atlikti *Cladophora glomerata* genetinės įvairovės palyginamąją analizę, žaliadumблиų pavyzdžiai taip pat surinkti ir Kösterbeck upėje, Vokietija. Fitobentosos makrodumблиų molekuliniai tyrimai atlikti Rostoko Universitete, Vokietija.

Iš viso surinkti 42 raudondumблиų *Batrachospermum*, *Lemanea*, *Thorea*, *Hildenbrandia*, gelsvadumблиų *Vaucheria* ir žaliadumблиų *Cladophora* pavyzdžiai. Pavyzdžiai rūšių apibūdinimui pagal morfologinius požymius fiksuoti formaldehido tirpalu iki galutinės 4 % koncentracijos. Pavyzdžiai molekuliniam tyrimams nuo antrinių apaugiminių dumблиų nuvalyti mechaniškai šepetėliu pagal VISO ir kt. (1998), SHERWOODO ir SHEATH'O (1999), ENTWISLE'IO ir kt. (2009) rekomendacijas ir nuplauti distiliuotu vandeniu, išdžiovinti silikagelyje ar liofilizuoti, laikomi -20 °C temperatūroje.

DNR išskyrimui dumблиų gniužulai sutrinti skirtingo dydžio (skersmuo 100 μm, 1 mm) stiklo rutuliukais. Genominė DNR išskirta, naudojant *Qiagen DNeasy Plant Mini Kit* rinkinį (Qiagen, Santa Clarita, CA, USA) (QIAGEN, 2006) pagal modifikuotą protokolą. Buvo pakeisti naudojamų buferių kiekiai: AP1 buferio kiekis padidintas nuo 400 iki 600 μl, AP2 buferio – nuo 130 iki 200 μl, AW buferio kiekis sumažintas nuo 500 iki 400 μl ir AE buferio – nuo 100 iki 40 μl. DNR pagausinimui naudotos įvairios išskirtos DNR koncentracijos, praskiedimo santykis 1:4, 1:9, 1:49 ir 1:249.

Makrodumблиų apibūdinimui ir genetinės įvairovės nustatymui buvo tirti *rbcL*, 18S rRNR genų ir ITS1, ITS2 sričių DNR sekos. DNR sintezei taikyti 20 pradmenų, iš jų 5 buvo sukurti Rostoko universiteto Matematikos ir gamtos mokslų fakulteto dr. R. Bastrop vadovaujamoje laboratorijoje, Vokietija (8 lentelė). Pradmenų ilgis 17–25 bp. Skirtingų genčių makrodumблиų DNR

pagausinimui išbandytos 14 pradmenų poros ir atrinktos optimalios polimerazinės grandininės reakcijos (PGR) sąlygos: pradmenų prijungimo temperatūros ir MgCl₂ koncentracijos (9 lentelė). PGR mišinio (10 µl) komponentai: 1 µl dNTP (deoksinukleotidas) (Fermentas); 1 µl 10×PGR buferis; 1,5–3,5 mM (galutinė koncentracija) MgCl₂; 0,07 µl Moltaq (Taq DNR polimerazių rinkinys) (Molzym GmbH & Co.KG); po 1 µl kiekvieno pradmens (išskyrus ITS, po 1,2 µl); 0,2 µl DMSO (dimetilsulfoksidas); 1 µl išskirtos DNR; iki galutinio tūrio ddH₂O (bidistiliuotas vanduo). PGR reakcijos atliktos *Biometra* termocikleryje. Priklausomai nuo naudotų pradmenų, PGR reakcijos atliktos prie skirtingų temperatūrų (10 lentelė). PGR gautų produktų tikrinimui naudota teigiama ir neigiama kontrolės, atitinkamai *Chara* dumblių PGR produktai ir ddH₂O. Prad-

8 lentelė. Pradmenys, naudoti gėlavandenių makrodumblių molekuliniam tyrimams.

| Pradmuo | Seka 5'- 3' | Literatūra | |
|---|----------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| <i>rbcl</i> | 1A | TCGTGTAACCTCCACAACCTG | |
| | 1B | TACTCGGTTAGCTACAGCTC | |
| | 160 F | CCTCAACCAGGAGTAGATCC | |
| | R | ACATTTGCTGTTGGAGTCTC | |
| | | SCHAIBLE et al., 2009 | |
| | | VIS et al., 1998; VIS & SHEATH, 1999; | |
| | | MILSTEIN & OLIVEIRA, 2005 | |
| 18S rRNR | F | AACCTGGTTGATCCTGCCAGT | |
| | R | TGATCCTTCTGCAGGTTACCTACG | |
| | G04,1 F | GTC(AG) ₂ GTGAAATTCTTGG | |
| | G07 R | TCCTTCTGCAGGTTACCTAC | |
| | | KATANA et al., 2001 | |
| | | SAUNDERS & KRAFT, 1994; | |
| | | MÜLLER et al., 1998; SHERWOOD & | |
| | | SHEATH, 1999; KUČERA et al., 2006 | |
| ITS | CH F6 | GATTGAATGGTCCGGTGAAGTG | |
| | CH R7 | CACTACGTATCGCATTTCGCTG | |
| | ITSI | 1 F | TCCGTAGGTGAACCTGCGG |
| | | 2 R | GCTGCG(TTC) ₂ ATCGATGC |
| ITSII | 3 F | GCATCGAT(GAA) ₂ CGCAGC | |
| | 4 R | (TCC) ₂ GCTTATTGATATGC | |
| | M13/pUC-rev | CAGGAAACAGCTATGACC | |
| | | ROE et al., 1996 | |
| Sukurti pradmenys Rostoko universitete, Vokietija* | | | |
| <i>rbcl</i> | Intern-seq (vidinis) | ATGAAGGWTTAAAAGGYGG | |
| | IV-fw | GAHYTATTT(GAA) ₂ GGHTC | |
| | IV-rev | ATGAATTCACCTGAAGCTACAGG | |
| | IV-rev2 | CAAAAATYTCAGTTAATGCAGGC | |
| | IV-rev3 | ATGDATHCCACCRGAAGCHACNGG | |
| | | | |

* – simbolių reikšmės: R=A+G, Y=C+T, W=A+T, H=A+T+C, D=G+A+T, N=A+C+G+T

9 lentelė. Optimalios PGR reakcijos sąlygos ir gauti produktai skirtingų makrodumблиų genčių molekuliniais tyrimams.

| Pradmenų pora, tiesioginis (F) / atvirkštinis (R) | Optimalios PGR reakcijos sąlygos | | Makrodumbliai, jų PGR produktai | | | | | |
|---|--|---|---|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| | Pradmens prijungimo temperatūra, °C | MgCl ₂ koncentracija, mM | <i>Batrachospermum</i> ¹ | <i>Lemanea</i> ² | <i>Thorea</i> ³ | <i>Hildenbrandia</i> ⁴ | <i>Vaucheria</i> ⁵ | <i>Cladophora</i> ⁶ |
| <i>rbcL</i> | 1A/1B | 55,0 ⁶ | 2,00 ⁶ | - | - | - | - | + |
| | 160 F/R | 46,4 ⁴ ; 47,0 ^{2,3} ; 55,0 ¹ | 2,00 ^{1,2,3} ; 2,25 ⁴ | ⊕ | ⊕ | ⊕ | ⊕ | - |
| | 160 F/IV-rev | nenustatyta | nenustatyta | | | | | - |
| | 160 F/IV-rev2 | nenustatyta | nenustatyta | | | | | - |
| | 160 F/IV-rev3 | 46,4 ⁴ ; 58,1 ⁵ | 1,50 ^{4,5} | | | | + | ⊕ |
| | IV-fw/R | nenustatyta | nenustatyta | | | | | - |
| | IV-fw/IV-rev | nenustatyta | nenustatyta | | | | | - |
| | IV-fw/IV-rev2 | nenustatyta | nenustatyta | | | | | - |
| | IV-fw/IV-rev3 | 46,4 ⁶ ; 58,1 ⁵ | 1,50 ⁵ ; 3,50 ⁶ | | | | | + |
| | Intern-seq | 47,0 ^{2,3} | 2,00 ^{2,3} | | ⊕ | ⊕ | | |
| 18S rRNR | F/R | 50,0 | 2,00 | + | | | + | + |
| | G04,1 F/G07 R | 55,0 ^{2,3} | 2,00 ^{2,3} | | ⊕ | ⊕ | | |
| ITS | CH F6/R7 | nenustatyta | nenustatyta | - | | | - | - |
| | 1 F/2 R | 47,0 ^{4,6} | 1,50 ^{4,6} | - | | | + | ⊕ |
| | 3 F/4 R | 47,0 ^{4,5,6} | 1,50 ^{4,5,6} | - | | | + | + |
| | M13/pUC-rev | 47,0 ⁶ | 1,50 ⁶ | | | | | ⊕ |

Paryškinta – optimalios PGR reakcijos sąlygos skirtingų dumблиų (skaičius nurodytas prie genties) nukleotidų sekų pagausinimui; „+“ – gautas PGR produktas, atliktas DNR sekvenavimas; „-“ – negautas PGR produktas; „⊕“ – gautas PGR produktas, atliktas DNR sekvenavimas ir sekos analizė; tuščias langelis – PGR reakcija neatlikta.

10 lentelė. Makrodumблиų molekuliniais tyrimams taikytų pradmenų PGR reakcijos temperatūriniai režimai.

| <i>rbcL</i> 1A/1B ^{1,4,5,6} | <i>rbcL</i> 160 F/R ¹ | <i>rbcL</i> 160 F/R ^{2,3} | <i>rbcL</i> 160 F/R ^{4,5,6} |
|--------------------------------------|---|---|--------------------------------------|
| 94 °C 5 min. | 95 °C 2 min. | 95 °C 3 min. | 95 °C 1 min. |
| 10 ciklų: | 35 ciklai: | 2×25 ciklai: | 35 ciklai: |
| 94 °C 1 min. | 93 °C 1 min. | 95 °C 1 min. | 95 °C 30 s |
| 55 °C 1 min. | 47 °C 1 min. | 47 °C 1 min. | 50 °C 30 s |
| 72 °C 1 min. | 72 °C 4 min. | 72 °C 4 min. | 72 °C 1,30 min. |
| 25 ciklai: | 72 °C 6 min. | 72 °C 5 min. | 72 °C 5 min. |
| 94 °C 1 min. | | | |
| 52 °C 1 min. | | | |
| 72 °C 1 min. | | | |
| 72 °C 10 min. | | | |
| 18S F/R ^{1,4,5,6} | 18S G04,1 F/G07 R ^{2,3} | ITS CH F6/CH R7 ^{1,2,3,4,5,6} | ITS F/R ^{1,4,5,6} |
| 94 °C 5 min. | 94 °C 1 min. | 94 °C 4 min. | 95 °C 2 min. |
| 35 ciklai: | 30 ciklų: | 30 ciklų: | 35 ciklai: |
| 94 °C 30 s | 94 °C 30 s | 95 °C 2 min. | 95 °C 1 min. |
| 50 °C 50 s | 56 °C 30 s | 47 °C 2 min. | 49 °C 1 min. |
| 72 °C 3,20 min. | 72 °C 2 min. | 72 °C 3 min. | 72 °C 2 min. |
| 70 °C 7 min. | 72 °C 5 min. | 72 °C 15 min. | 72 °C 3 min. |

¹ – *Batrachospermum*; ² – *Lemanea*; ³ – *Thorea*; ⁴ – *Hildenbrandia*; ⁵ – *Vaucheria*; ⁶ – *Cladophora*

menų prijungimo temperatūrų optimizavimas buvo atliktas, esant 40,0; 41,9; 46,4; 51,2; 53,6; 58,1 ir 60,0 °C temperatūroms. Gautas PGR produkto kiekis (440–1240 bp) ir grynumas tikrintas 1,5 % agarozės gelyje, 1×TAE buferiniame tirpale, leidžiant 90–95 V galingumo srovę 15–30 min. PGR produktas ir jo dydis tikrinamas Bromfenolio mėliu ir *Gene Ruler™ DNA Ladder Mix* (Fermentas) markeriu. Elektroforezės rezultatai fotografuoti ir analizuoti *Herolab* ir *Bio-Imaging-Control-Software* (ArgusX1 2.2.8.) gelio dokumentavimo programa. DNR išgryninimui iš elektroforezinio gelio naudotas *InnuPREP Gel Extraction Kit* rinkinys (Biometra) (AG ANALYTIK..., 2009).

Dumblių DNR sekoskaita atlikta DNR sekvenatoriumi (*CEQ 2000XL DNA Analysis System*) Rostoko universitete, naudota *Applied Biosystems 3130 & 3130xl Genetic Analyzer* dokumentavimo sistema. Nukleotidų sekos tikrintos su histogramos vaizdais ir sekų panašumo įvertinimas atliktas naudojant BioEdit 7.0.9 (HALL, 1999) ir Chromas Lite 2.01 programas. DNR sékos galuose, kuriuose histogramos vaizdas nebuvo kokybiškas ir nebuvo galima identifikuoti tikslių nukleotidų pozicijų, buvo nukirptos.

Cladophora glomerata genetiniam polimorfizmui nustatyti buvo klonuoti Ančios, Babrungo, Kösterbeck, Notės, Novos, Siesarčio, Tatulos ir Versekos upių (po 20 pakartojimų) dumblių pavyzdžių ITSI sritis. Nekoduojantys vidiniai transkribuojami tarpikliai įterpti į plazmidžių vektorinę sistemą (*pGEM-T Easy Vector Systems*), naudojant *GeneJet™ Plasmid Miniprep Kit* (Fermentas) (PROMEGA..., 2010), o *Escherichia coli* DH5α kamienas padaugintas pagal HANAHAÑO (1983) metodiką. Plazmidžių DNR išskyrimui iš bakterijų naudotas *Illustra Plasmid Prep Mini Spin Kit* rinkinys (Fermentas) (GE HEALTHCARE, 2007).

Bentoso dumblių genetinės medžiagos palyginimui iš Genų banko duomenų bazės (NCBI, LIU et al., 2010) buvo panaudotos 179 nukleotidų sekos *rbcL* geno, 33 sekos – 18S rRNR geno analizei ir 12 sekų – *Cladophora* ITSI srities analizei. Jos atrinktos, atsižvelgiant į keletą kriterijų: sekos ne trumpesnės

nei mūsų gautos; sekose turėjo būti kuo mažiau nežinomų (N) bazių, genų analizei įtraukti visi Genų banke aptiktų tiriamų makrodumblių rūšių duomenys. Dėl didelės *Batrachospermum* duomenų bazės NCBI sistemoje, genetinei analizei buvo įtrauktos DNR sekos tų rūšių, kurios aptinkamos ir paplitusios Lietuvoje.

Dendrogramos sudarytos artimiausių grupių apjungimo (*Neighbor-Joining*) metodu (SAITOU & NEI, 1987), patikimam reikšmingumui gauti atlikta 1,000 *Bootstrap* pasikartojimų analizė naudojant MEGA 5.0 programą (TAMURA et al., 2011). Dendrogramų jungimo modelis – *Maximum Composite Likelihood*. Filogenetiniai tinklai sudaryti naudojant Network 4.6.1.0. programą (FORSTER, 2011).

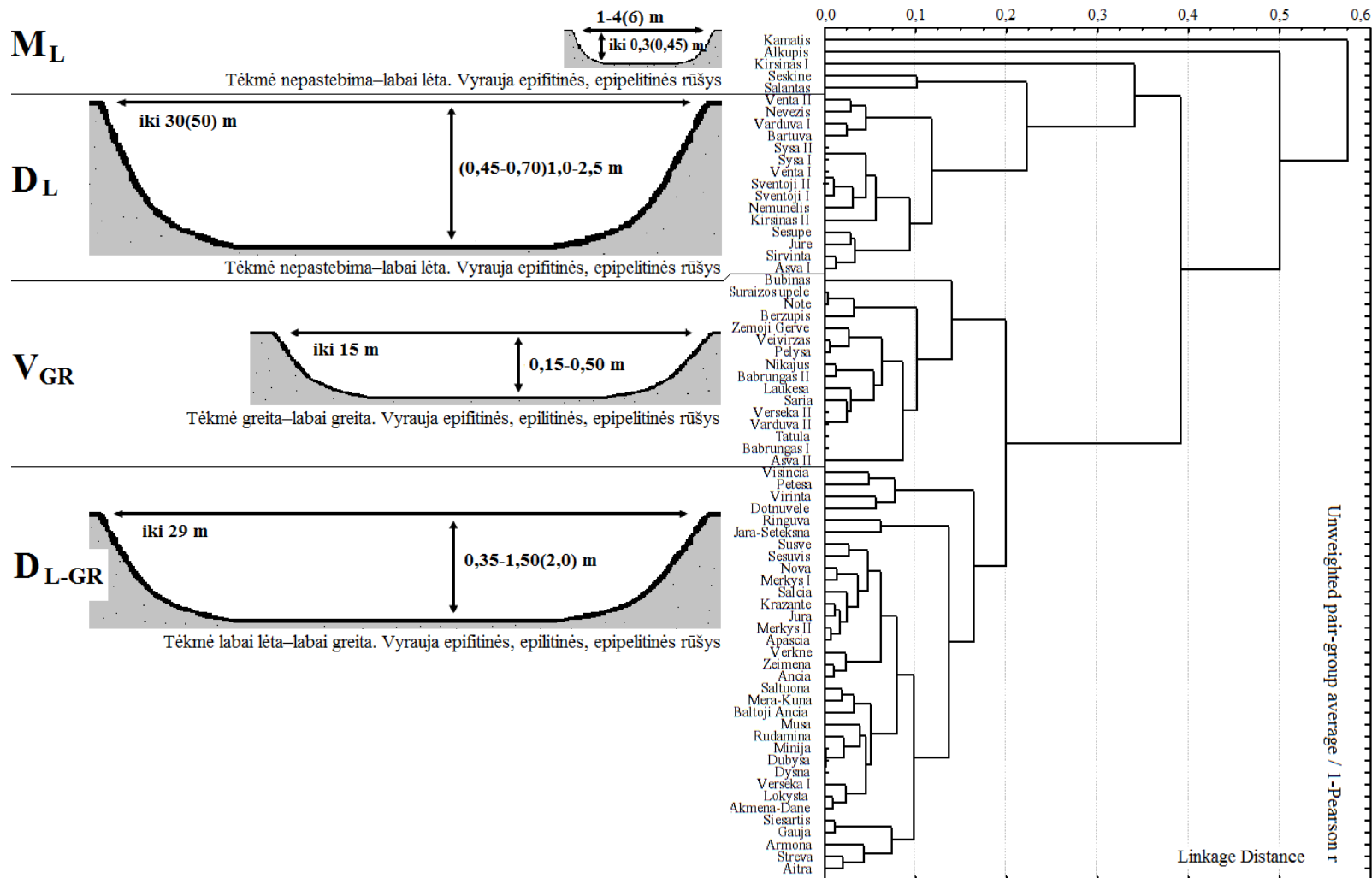
4. DARBO REZULTATAI

4.1. UPIŲ GRUPIŲ IŠSKYRIMAS

Siekiant išsamiai ištirti fitobentos rūšių ir jų ekologinių grupių pasiskirstymą tirtose Lietuvos upėse, pritaikius klasterinės analizės metodą buvo išskirtos upių grupės pagal *in situ* nustatytus upių rodiklius: vagos plotį ir gylį, srovės greitį bei upėse aptiktas vyraujančias dumblių ekologines grupes (priedo 6 lentelė). Septyniasdešimt upių buvo suskirstytos į 4 pagrindines grupes: mažos lėtos tėkmės upės (M_L , 5 upės), vidutinės greitos tėkmės upės (V_{GR} , 16), didelės lėtos–greitos tėkmės (D_{L-GR} , 34) ir didelės lėtos tėkmės upės (D_L , 15) (5 pav.).

Išskirtoms mažoms lėtos tėkmės upėms (M_L) priklauso siauros, plotis iki 4(6) m, seklios – gylis iki 0,30(0,45) m, vos pastebima ar labai silpna vandens srovė, kuri pagal SCHAUMBURGĄ ir kt. (2006) įvertinama vienu balu (priedo 6 lentelė, priedo 1 pav.). Vandens drumstumas nenustatytas. Daugumos upių vagos tiesios, nenatūralios, o pakrantės užpavėsinimas augalija labai stiprus, > 50 %. Upėse vyraavo dumblingas smėlis (20–95 % upės vagos) arba priemolis (30–95 %), kai kur pasitaikė žvirgždas (iki 30 %). Fitobentose vyraavo epifitinės ir epipelitinės bentoso dumblių rūšys.

Vidutinės greitos tėkmės upės (V_{GR}), lyginant su M_L upėmis, yra dvigubai platesnės, plotis iki 15 m, ir gilesnės, iki 0,5 m (priedo 6 lentelė, priedo 2 pav.). V_{GR} upės išsiskiria greita, 4 balai, ar labai greita (5 balai) vandens tėkme, kuri sąlygojo vyraujančią jose stambiadispersinį (žvirgždas, padengimas 20–90 % upės vagos, rieduliai – iki 80 %) ir smulkiadispersinį (smėlis 10–95 %) substratą. Šiose upėse vyraavo epifitinės, epilitinės ir epipelitinės dumblių rūšys. Upių vanduo skaidrus, matomumas iki dugno. Upių vingiuotumas labai įvairus, nuo tiesių iki labai vingiuotų upių, tirtos atkarpos daugiausiai natūralios. Pakrantės užpavėsinimas augalija buvo įvairus, nuo visiškai saulės apšviestų iki labai stipraus vagos užpavėsinimo.



5 pav. Tirtų Lietuvos upių grupės, išskirtos pagal upių vagas plotį, gylį, srovės greitį, nustatytą *in situ*, ir fitobentosos ekologines grupes.

Santrumpos: M_L – mažos lėtos tėkmės upės, V_{GR} – vidutinės greitos tėkmės upės, D_{L-GR} – didelės lėtos–greitos tėkmės upės, D_L – didelės lėtos tėkmės upės.

Didelės lėtos–greitos tėkmės (D_{L-GR}) ir didelės lėtos tėkmės (D_L) upių yra vidutiniškai iki 30 m (rečiau 50 m) pločio (priedo 6 lentelė). D_{L-GR} upių gylis siekė 1,5 m (rečiau 2,0 m), o vandens srovės greitis kito nuo lėtos (3 balai) iki labai greitos (5 balai). D_L upių gylis siekė iki 2,5 m, o vandens srovė dažniausiai buvo labai lėta, 1–3 balai.

Devyniolikoje D_{L-GR} upių vanduo skaidrus, matomumas iki dugno, likusiose upėse vandens drumstumas dažniausiai buvo vidutiniškas arba stiprus (priedo 6 lentelė, priedo 3 pav.). Upių vingiuotumas įvairus, 99 % – natūralios upių vagos, užpavėsinimas nėra didelis, tik 8-se D_{L-GR} upėse užpavėsinimas buvo > 50 %. Substratas įvairus, tačiau vyravo dumblingas smėlis (iki 50 % upės vagos), smėlis (iki 100 %), žvirgždas (iki 90 %). Pasitaikė ir riedulingų upių atkarpų, kuriose substratas rieduliai dengė iki 90 % upės vagos. Upėse vyravo epifitinės, epilitinės bei epipelitinės dumblių rūšys.

Pusėje tirtų didelių lėtos tėkmės (D_L) upių buvo nustatytas vidutiniškas drumstumas ir daugumoje upių, dėl didelio jų gylio (iki 2,5 m), dugno nebuvo matyti (priedo 6 lentelė, priedo 4 pav.). Upių vagos daugiausiai tiesios, natūralios. D_L kaip ir D_{L-GR} upės mažai užpavėsintos, tik keturiose D_L upėse, užpavėsinimas buvo didesnis nei 50 %. Vyraujantis substratas toks pat kaip ir D_{L-GR} upėse. D_L upėse vyravo epifitinės ir epipelitinės rūšys.

4.2. UPIŲ FITOBENTOSAS

4.2.1. FITOBENTOSO RŪŠIŲ ĮVAIROVĖS, EKOLOGINIŲ GRUPIŲ SUDĖTIES IR RŪŠIŲ PAPLITIMO ANALIZĖ

4.2.1.1. Rūšių įvairovė ir taksonominė analizė

Iš viso tirtose upėse identifikuoti 149 fitobentosos dumblių taksonai, iš jų 118 apibūdinti iki rūšies, 27 – iki genties, trys – iki eilės ir vienas – iki šeimos rango. Rūšių sisteminį spektrą sudaro dumbliai priklausantys 4 skyriams, 9 klasėms, 22 eilėms bei 66 gentims (11 lentelė). Upių fitobentosos rūšių sąvadas pateiktas priedo 3 lentelėje.

Didžiausia rūšių įvairovė upių fitobentose išsiskiria melsvabakterės (*Cyanobacteria*) bei žaliadumbliai (*Chlorophyta*) (11 lentelė). Identifikuotos atitinkamai 86 ir 45 rūšys, sudarančios 57,7 ir 30,2 % bendro rūšių skaičiaus. Raudondumblių (*Rhodophyta*) bei heterokontofitų (*Heterokontophyta*) skyriams priklausančių rūšių aptikta ženkliai mažiau, atitinkamai 11 ir 7 (atitinkamai 7,4 bei 4,7 % bendro rūšių skaičiaus).

Melsvabakterės priklauso vienai *Cyanophyceae* klasei ir trimis eilėms (*Chroococcales*, *Oscillatoriales*, *Nostocales*). Gausiausios rūšių – *Oscillatoriales* bei *Chroococcales* eilės, joms priklausančių rūšių aptikta atitinkamai 43 ir 33, kurios sudaro 28,9 ir 22,1 % bendro rūšių skaičiaus (11 lentelė). Iš siūlinių melsvabakterių daugiausiai 13 rūšių, 8,7 % bendro rūšių skaičiaus, priklauso *Phormidium* genčiai, o 8 (5,3 %) rūšys – kolonijinės *Chroococcus* genties melsvabakterėmis. *Nostocales* eilės rūšių rasta mažiausiai, 10 rūšių (6,7 %).

11 lentelė. Lietuvos upių fitobentosos rūšių sisteminis spektras.

| Taksonas | Rūšių skaičius, vnt. | % nuo bendro rūšių skaičiaus | Taksonas | Rūšių skaičius, vnt. | % nuo bendro rūšių skaičiaus |
|---------------------------|----------------------------|------------------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| CYANOBACTERIA | 86 | 57,7 | <i>Thorea</i> | 1 | 0,7 |
| CYANOPHYCEAE | 86 | 57,7 | Hildenbrandiales | 1 | 0,7 |
| Chroococcales | 33 | 22,1 | <i>Hildenbrandia</i> | 1 | 0,7 |
| <i>Aphanocapsa</i> | 2 | 1,3 | HETEROKONTOPHYTA | 7 | 4,7 |
| <i>Aphanothece</i> | 4 | 2,7 | XANTOPHYCEAE | 7 | 4,7 |
| <i>Chamaesiphon</i> | 7 | 4,6 | Mischococcales | 4 | 2,7 |
| <i>Chlorogloea</i> | 1 | 0,7 | <i>Characiopsis</i> | 4 | 2,7 |
| <i>Chroococcus</i> | 8 | 5,3 | Tribonematales | 2 | 1,3 |
| cf. <i>Cyanobium</i> | 1 | 0,7 | <i>Tribonema</i> | 2 | 1,3 |
| <i>Eucapsis</i> | 1 | 0,7 | Vaucheriales | 1 | 0,7 |
| <i>Gloeocapsa</i> | 1 | 0,7 | <i>Vaucheria</i> | 1 | 0,7 |
| cf. <i>Gloeocapsopsis</i> | 1 | 0,7 | CHLOROPHYTA | 45 | 30,2 |
| <i>Hydrococcus</i> | 2 | 1,3 | CHLOROPHYCEAE | 19 | 12,8 |
| <i>Merismopedia</i> | 3 | 2,0 | Chlorococcales | 4 | 2,7 |
| <i>Microcrocis</i> | 1 | 0,7 | <i>Botryococcus</i> | 1 | 0,7 |
| <i>Chroococcales</i> sp. | 1 | 0,7 | cf. <i>Lobocystis</i> | 1 | 0,7 |
| Oscillatoriales | 43 | 28,9 | <i>Chlorococcales</i> sp. | 2 | 1,3 |
| <i>Arthrospira</i> | 1 | 0,7 | Sphaeroleales | 4 | 2,7 |
| cf. <i>Blennothrix</i> | 1 | 0,7 | <i>Microspora</i> | 2 | 1,3 |
| <i>Geitlerinema</i> | 2 | 1,3 | <i>Pseudochlorothecium</i> | 1 | 0,7 |
| <i>Heteroleibleinia</i> | 6 | 4,0 | <i>Characiaceae</i> sp. | 1 | 0,7 |
| <i>Homoeothrix</i> | 3 | 2,0 | Chaetophorales | 8 | 5,4 |
| <i>Jaaginema</i> | 1 | 0,7 | <i>Aphanochaete</i> | 1 | 0,7 |
| <i>Komvophoron</i> | 3 | 2,0 | <i>Chaetophora</i> | 2 | 1,3 |
| <i>Leibleinia</i> | 1 | 0,7 | <i>Draparnaldia</i> | 1 | 0,7 |
| <i>Leptolyngbya</i> | 2 | 1,3 | <i>Schizomeris</i> | 1 | 0,7 |
| <i>Lynngbya</i> | 1 | 0,7 | <i>Stigeoclonium</i> | 3 | 2,0 |
| <i>Microcoleus</i> | 1 | 0,7 | Oedogoniales | 3 | 2,0 |
| <i>Oscillatoria</i> | 2 | 1,3 | <i>Oedogonium</i> | 3 | 2,0 |
| <i>Phormidium</i> | 13 | 8,7 | ULVOPHYCEAE | 2 | 1,3 |
| <i>Pseudanabaena</i> | 1 | 0,7 | Ulotrichales | 1 | 0,7 |
| <i>Shizothrix</i> | 1 | 0,7 | <i>Ulothrix</i> | 1 | 0,7 |
| <i>Spirulina</i> | 3 | 2,0 | Ulvales | 1 | 0,7 |
| <i>Tapinothrix</i> | 1 | 0,7 | <i>Ulva</i> | 1 | 0,7 |
| Nostocales | 10 | 6,7 | CLADOPHOROPHYCEAE | 2 | 1,3 |
| <i>Calothrix</i> | 3 | 2,0 | Cladophorales | 2 | 1,3 |
| <i>Cylindrospermum</i> | 1 | 0,7 | <i>Cladophora</i> | 1 | 0,7 |
| <i>Gloeotrichia</i> | 1 | 0,7 | <i>Rhizoclonium</i> | 1 | 0,7 |
| <i>Nostoc</i> | 2 | 1,3 | PLEURASTROPHYCEAE | 1 | 0,7 |
| <i>Rivularia</i> | 1 | 0,7 | Microthamniales | 1 | 0,7 |
| <i>Scytonema</i> | 1 | 0,7 | <i>Microthamnion</i> | 1 | 0,7 |
| <i>Tolypothrix</i> | 1 | 0,7 | KLEBSORMIDIOPHYCEAE | 2 | 1,3 |
| RHODOPHYTA | 11 | 7,4 | Coleochaetales | 2 | 1,3 |
| RHODOPHYCEAE | 11 | 7,4 | <i>Coleochaete</i> | 2 | 1,3 |
| Goniotrichales | 1 | 0,7 | ZYGNEMATOPHYCEAE | 19 | 12,8 |
| <i>Chroodactylon</i> | 1 | 0,7 | Zygnematales | 11 | 7,4 |
| Acrochaetiales | 4 | 2,7 | <i>Mougeotia</i> | 3 | 2,0 |
| <i>Audouinella</i> | 4 | 2,7 | <i>Spirogyra</i> | 7 | 4,7 |
| Batrachospermiales | 4 | 2,7 | <i>Zygnema</i> | 1 | 0,7 |
| <i>Batrachospermum</i> | 3 | 2,0 | Desmidiiales | 8 | 5,4 |
| <i>Lemanea</i> | 1 | 0,7 | <i>Closterium</i> | 8 | 5,4 |
| Thoreaales | 1 | 0,7 | Iš viso: | 149 | 100,0 |

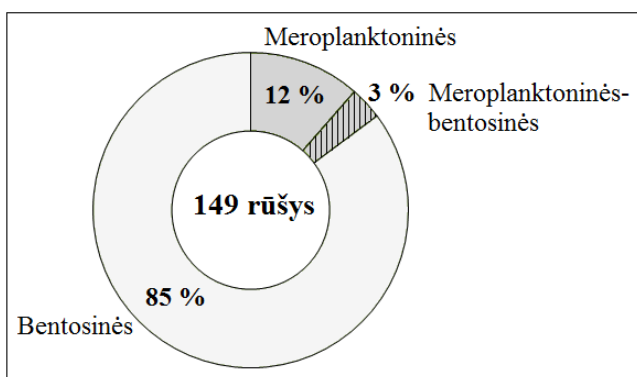
Fitobentose aptiktos žaliadumblių rūšys priklauso 6 klasėms (*Chlorophyceae*, *Ulvophyceae*, *Cladophorophyceae*, *Pleurastrorphyceae*, *Klebsormidiophyceae*, *Zygnematophyceae*) ir 11 eilių (žr. 11 lentelė). Gausiausios rūšių *Chlorophyceae* ir *Zygnematophyceae* klasės, joms priklauso po 19 rūšių (po 12,8 % bendro rūšių skaičiaus), iš kurių *Chaetophorales*, *Zygnematales* ir *Desmidiiales* eilėms priklauso daugiausiai dumblių rūšių.

Rhodophyceae ir *Xantophyceae* klasėms priklausančių rūšių aptikta atitinkamai 11 ir 7 (sudaro 7,4 ir 4,7 % visų rūšių skaičiaus) (žr. 11 lentelė). Raudondumbliai priklauso penkioms eilėms, iš jų *Audouinella* ir *Batrachospermum* genties rūšių rasta po 4. Gelsvadumblainiai nėra būdingi upių fitobentosui, todėl rūšių skaičius fitobentose buvo nedidelis – 7 rūšys.

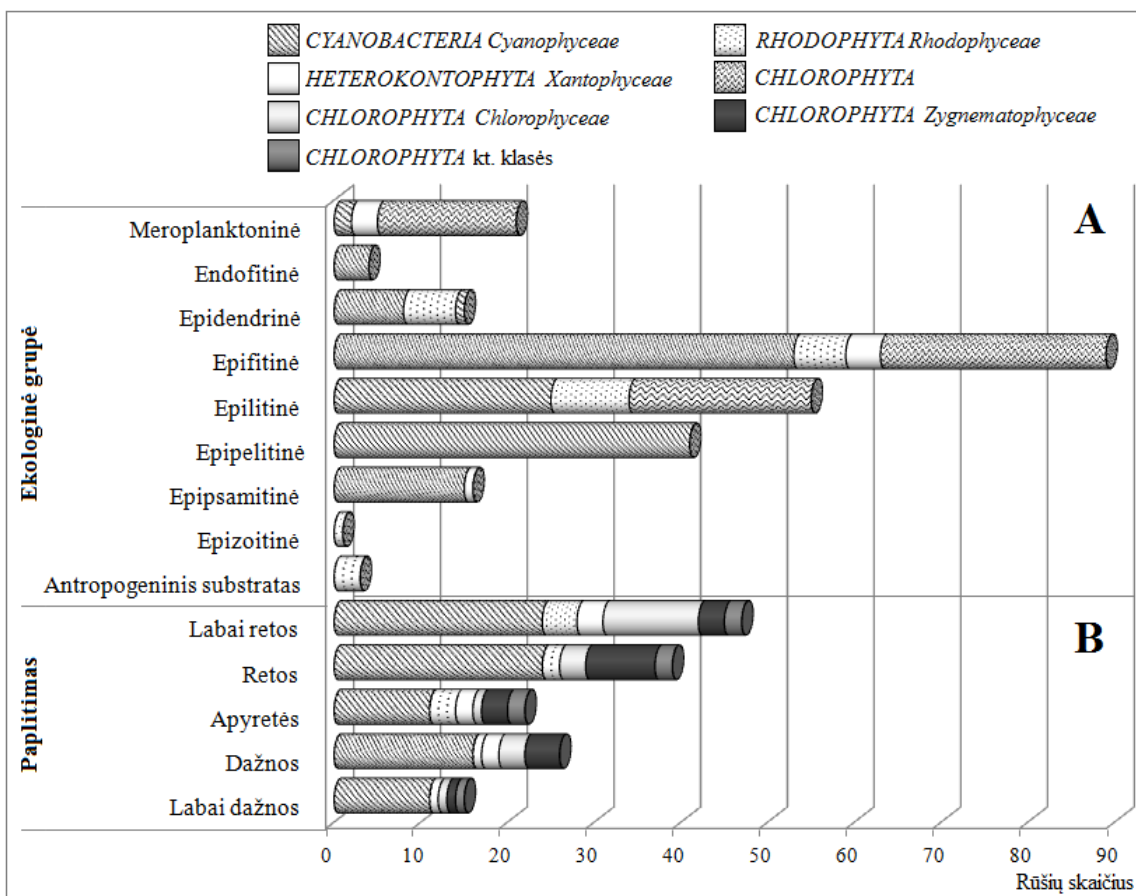
4.2.1.2. Ekologinės grupės

Upėse aptiktos 127 bentosinės rūšys sudarė didžiausią iki 85 % dalį aptiktų fitobentose rūšių skaičiaus, meroplanktoninės – sudarė 12 % (6 pav.). Likusios rūšys vienose upėse buvo aptiktos bentose, kitose – meroplanktone. Kai kurios rūšys buvo priskirtos skirtingoms ekologinėms grupėms, kadangi vystėsi ant skirtingų substratų. Pavyzdžiui, melsvabakterės *Geitlerinema splendidum* priskirtos epidendrinėms, epifitinėms, epilitinėms ir epipelitinėms rūšims, nes buvo aptiktos ant po vandeniu esančių medžio kamienų, makrofitų, riedulių, akmenų bei dumblingo smėlio (priedo 3 lentelė).

Upėse vyravo epifitinės, epilitinės ir epipelitinės dumblių rūšių, jos sudarė atitinkamai 59,7, 36,9 ir 27,5 % visų fitobentose aptiktų rūšių skaičiaus (7 pav. A). Melsvabakterės buvo gausios dėl jų gebėjimo kolonizuoti įvairios tekstūros ir prigimties substratus. Raudondumbliai ir žaliadumbliai dažniau aptikami ant tvirtai upėse įsitvirtinusių substratų, medžio šakų, riedulių. Žaliadumbliai sudarė iki 76,2 % meroplanktoninių rūšių skaičiaus. Upėse, kuriose vandens tėkmė lėta ($\leq 0,6$ m/s), vyravo siūlinės makroskopinės *Spirogyra* ir *Mougeotia* genčių rūšys.



6 pav. Skirtingoms ekologinėms grupėms priklausančių fitobentos rūšių Lietuvos upėse spektras.



7 pav. Skirtingoms ekologinėms grupėms priklausančių fitobentos rūšių pasiskirstymas (A) ir rūšių aptikimo dažnumas (B) Lietuvos upėse. *CHLOROPHYTA* kt. klasės – žaliadumblių rūšys nepriklausančios *Chlorophyceae*, *Zygnematoephyceae* klasėms.

4.2.1.3. Rūšių paplitimas

Labai retos (47 rūšys) ir retos (39) rūšys sudarė didžiausią dalį upių fitobentose aptiktų rūšių skaičiaus, atitinkamai 31,5 ir 26,2 % (žr. 7 pav. B). Penkiolika rūšių (10,1 %) buvo labai dažnos. Likusios rūšys fitobentose buvo dažnos ir apyretės, atitinkamai 26 ir 22 rūšys.

Dauguma mesvabakterių *Arthrospira jenneri*, *Chamaesiphon carpaticus*, *C. longus*, *C. cf. sideriphilus*, *C. starmachii*, *Chlorogloea microcystoides* ir *Aphanothece*, *Leibleinia Leptolyngbya* genčių bei *Nostocales* eilės rūšys buvo labai retos ir retos upėse, sudarė po 16,1 % visų rūšių skaičiaus (žr. 7 pav. B). *Chamaesiphon incrustans*, cf. *Cyanobium diatomicola*, *Heteroleibleinia kossinskajae*, *H. cf. leptonema*, *H. pusilla*, *H. ucrainica*, *Geitlerinema splendidum*, *Phormidium autumnale*, *P. terebriforme* buvo labai dažnos rūšys, paplitusios nuo 54 iki 87 % upių.

Chlorophyceae klasei priklausančios 11 rūšių buvo labai retos, o *Zygnematophyceae* 8 rūšys – retos (žr. 7 pav. B). *Chlorophyceae* žaliadumbliai *Pseudochlorothecium mucigenum*, *Schizomeris leibleinii*, *Stigeoclonium carolinianum* rūšys buvo ir labai retos, ir naujos Lietuvos upėms. Labai dažnos upių fitobentose *Cladophora glomerata* (aptikta 45 upėse), *Stigeoclonium* sp. (44) ir *Oedogonium* spp. (23) rūšys.

Raudondumbliai *Hildenbrandia rivularis* (rasta 23 upėse), *Audouinella* sp. (37) buvo labai dažnos, o gelsvadumbliai *Tribonema vulgare* (16), *Vaucheria sessilis* (34) – dažnos tirtose upėse (žr. 7 pav. B). Kitos rūšys buvo labai retos arba apyretės. Raudondumbliai *Batrachospermum arcuatum*, *Chroodactylon ornatum*, *Lemanea fluviatilis*, *Thorea hispida* ir gelsvadumbliai *Characiopsis cf. acuta*, *C. heeringiana* ir *Tribonema viride* aptikti vienoje ar dviejose radavietėse.

4.2.2. FITOBENTOSO RŪŠIŲ ĮVAIROVĖS, EKOLOGINIŲ GRUPIŲ SUDĖTIES IR RŪŠIŲ PAPLITIMO ANALIZĖ SKIRTINGOSE UPIŲ GRUPĖSE

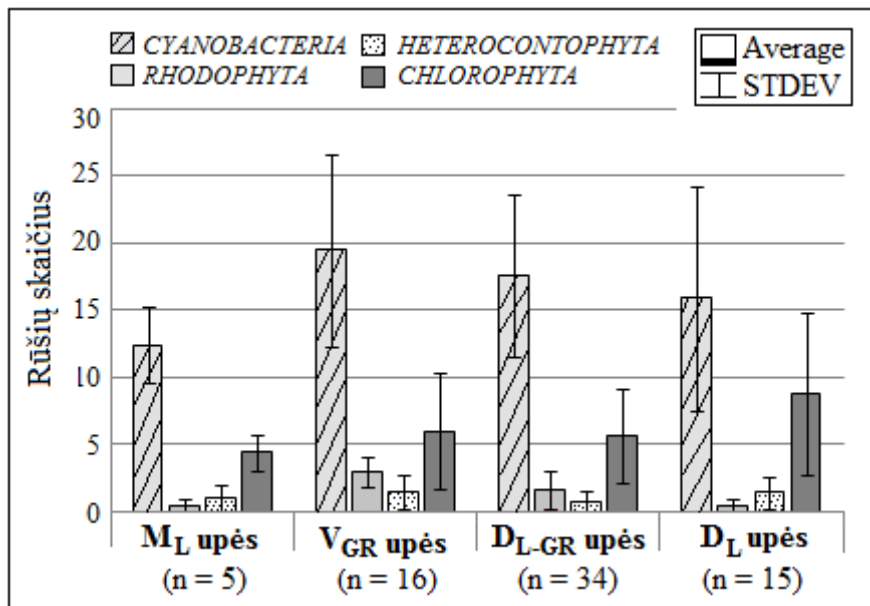
4.2.2.1. Mažos lėtos tėkmės upės (M_L)

Rūšių įvairovė ir taksonominė analizė. M_L upėse buvo aptiktos 48 fitobentosos rūšys (12 lentelė). Rastų rūšių skaičius kito nuo 14 (Salantas, Šeškinė) iki 23 (Kamatis, Kiršinas I) (8 pav.). Didžiausia rūšių įvairovė išsiskyrė melsvabakterės ir žaliadumbliai. Aptiktos 32 melsvabakterių rūšys sudarė 66,7 %

12 lentelė. Fitobentosos rūšių sisteminis spektras skirtingose upių grupėse.

| Taksonas | M _L upės | | V _{GR} upės | | D _{L-GR} upės | | D _L upės | |
|----------------------------|----------------------|------------------------------|----------------------|------------------------------|------------------------|------------------------------|----------------------|------------------------------|
| | rūšių skaičius, vnt. | % nuo bendro rūšių skaičiaus | rūšių skaičius, vnt. | % nuo bendro rūšių skaičiaus | rūšių skaičius, vnt. | % nuo bendro rūšių skaičiaus | rūšių skaičius, vnt. | % nuo bendro rūšių skaičiaus |
| CYANOPHYCEAE | 32 | 66,7 | 60 | 59,4 | 76 | 61,3 | 59 | 56,8 |
| <i>Chroococcales</i> | 11 | 22,9 | 20 | 19,8 | 31 | 25,0 | 19 | 18,3 |
| <i>Oscillatoriales</i> | 21 | 43,7 | 35 | 34,7 | 39 | 31,5 | 33 | 31,7 |
| <i>Nostocales</i> | – | – | 5 | 5,0 | 6 | 4,8 | 7 | 6,8 |
| RHODOPHYCEAE | 1 | 2,1 | 9 | 8,9 | 9 | 7,3 | 2 | 1,9 |
| <i>Goniotrichales</i> | – | – | 1 | 1,0 | – | – | 1 | 0,9 |
| <i>Acrochaetiales</i> | 1 | 2,1 | 4 | 4,0 | 4 | 3,2 | 1 | 0,9 |
| <i>Batrachospermales</i> | – | – | 3 | 2,9 | 3 | 2,5 | – | – |
| <i>Thoreales</i> | – | – | – | – | 1 | 0,8 | – | – |
| <i>Hildenbrandiales</i> | – | – | 1 | 1,0 | 1 | 0,8 | – | – |
| XANTOPHYCEAE | 3 | 6,2 | 5 | 5,0 | 5 | 4,0 | 5 | 4,8 |
| <i>Mischococcales</i> | 1 | 2,1 | 3 | 3,0 | 2 | 1,6 | 2 | 1,9 |
| <i>Tribonematales</i> | 1 | 2,1 | 1 | 1,0 | 2 | 1,6 | 2 | 1,9 |
| <i>Vaucheriales</i> | 1 | 2,1 | 1 | 1,0 | 1 | 0,8 | 1 | 0,9 |
| CHLOROPHYCEAE | 4 | 8,3 | 8 | 7,9 | 11 | 8,9 | 15 | 14,4 |
| <i>Chlorococcales</i> | 1 | 2,1 | 1 | 1,0 | 1 | 0,8 | 3 | 2,9 |
| <i>Sphaeropleales</i> | – | – | 1 | 1,0 | 1 | 0,8 | 3 | 2,9 |
| <i>Chaetophorales</i> | 1 | 2,1 | 3 | 2,9 | 6 | 4,8 | 6 | 5,9 |
| <i>Oedogoniales</i> | 2 | 4,2 | 3 | 2,9 | 3 | 2,5 | 3 | 2,9 |
| ULVOPHYCEAE | – | – | 1 | 1,0 | 2 | 1,6 | 2 | 1,9 |
| <i>Ulotrichales</i> | – | – | – | – | 1 | 0,8 | 1 | 0,9 |
| <i>Ulvaes</i> | – | – | 1 | 1,0 | 1 | 0,8 | 1 | 0,9 |
| CLADOPHOROPHYCEAE | 1 | 2,1 | 2 | 2,0 | 2 | 1,6 | 2 | 1,9 |
| <i>Cladophorales</i> | 1 | 2,1 | 2 | 2,0 | 2 | 1,6 | 2 | 1,9 |
| PLEURASTROPHYCEAE | 1 | 2,1 | – | – | 1 | 0,8 | 1 | 1,0 |
| <i>Microthamniales</i> | 1 | 2,1 | – | – | 1 | 0,8 | 1 | 1,0 |
| KLEBSORMIDIOPHYCEAE | – | – | – | – | 2 | 1,6 | 2 | 1,9 |
| <i>Coleochaetales</i> | – | – | – | – | 2 | 1,6 | 2 | 1,9 |
| ZYGNEMATOPHYCEAE | 6 | 12,5 | 16 | 15,8 | 16 | 12,9 | 16 | 15,4 |
| <i>Zygnematales</i> | 3 | 6,2 | 9 | 8,9 | 10 | 8,1 | 10 | 9,6 |
| <i>Desmidiiales</i> | 3 | 6,2 | 7 | 6,9 | 6 | 4,8 | 6 | 5,9 |
| Iš viso: | 48 | 100,0 | 101 | 100,0 | 124 | 100,0 | 104 | 100,0 |

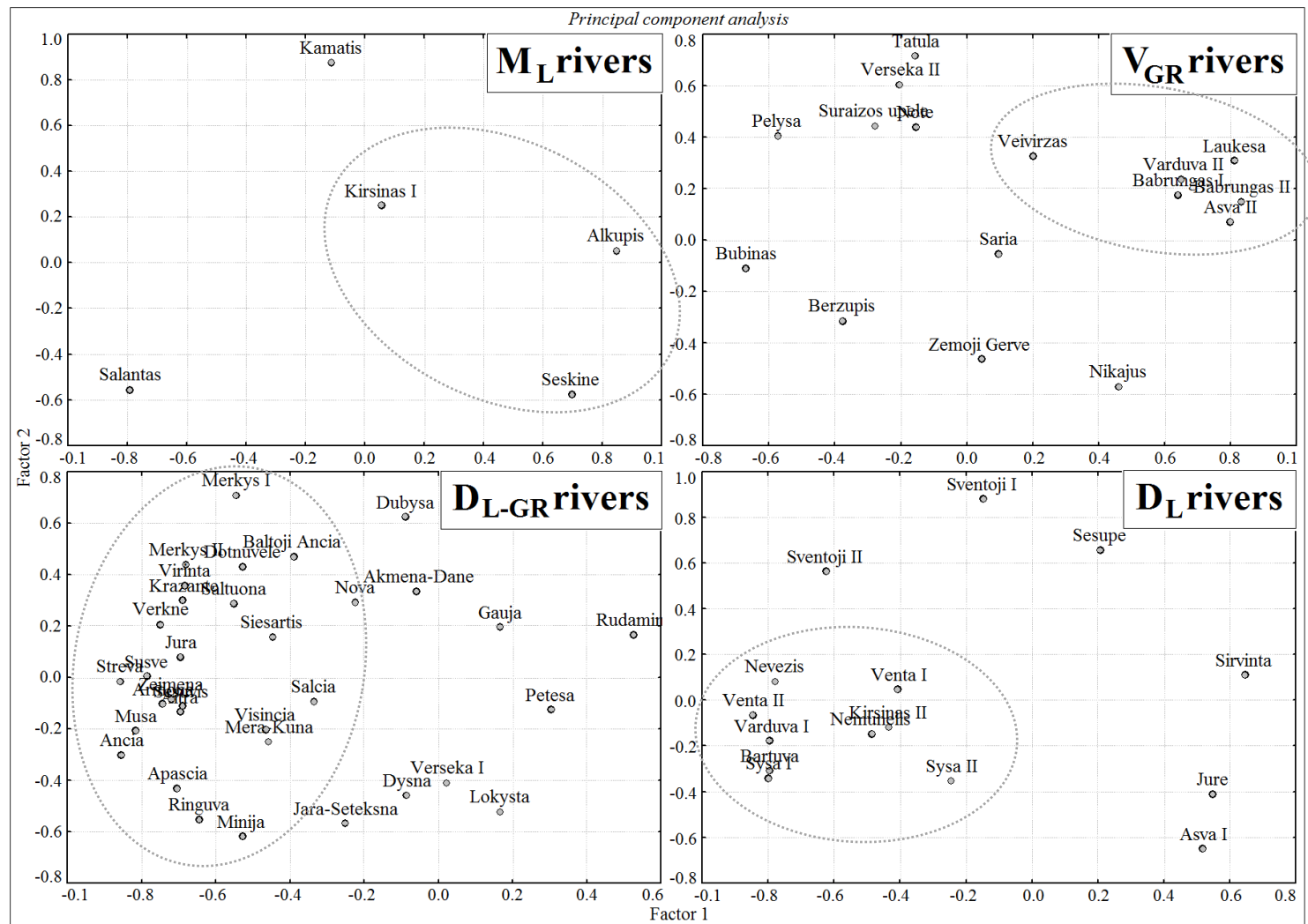
Santrumpos, upių grupės žr. 5 pav.



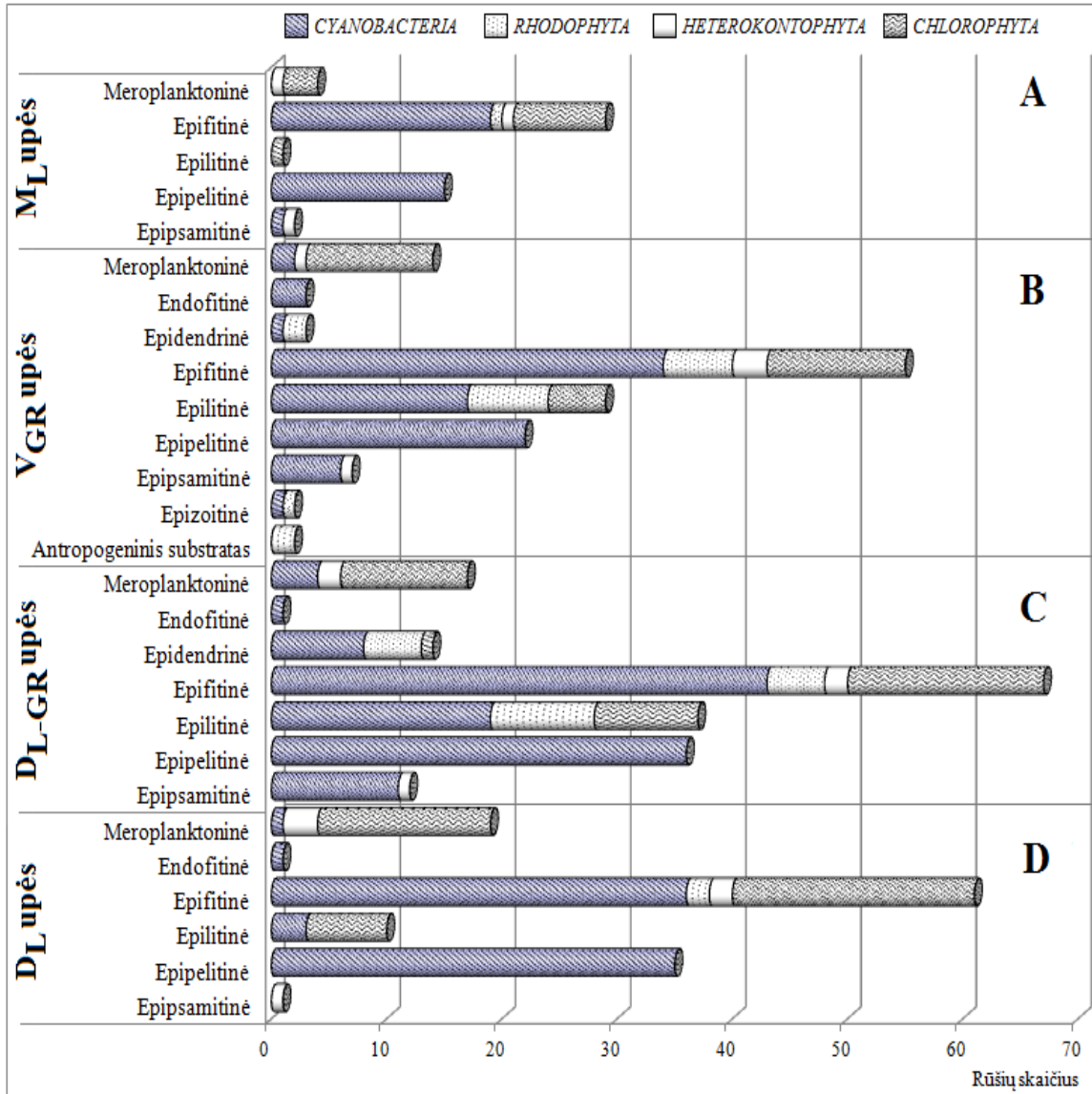
8 pav. Skirtingoms sistematinėms grupėms, priklausančių fitobentos rūšių pasiskirstymas upių grupėse, 2009–2011 m. Santrumpos, upių grupės žr. 5 pav.

bendro rūšių skaičiaus (žr. 12 lentelė). Šešios iš dvylikos M_L upėse rastų žaliadumблиų rūšių, priklauso *Zygnematophyceae* klasei. Tik viena *Audouinella* sp. raudondumблиų ir trys gelsvadumблиų rūšys aptiktos šios grupės upėse (8 pav.). Didžiausias fitobentos panašumas pagal Sorenseno indeksą nustatytas Alkupio, Kiršino I ir Šeškinės, mažiausias – Kamačio ir Salanto upėse (9 pav., priedo 7 lentelė).

Ekologinės grupės. M_L upėse daugiausiai buvo rasta epifitinių (29 rūšys) ir epipelitinių rūšių (15) (10 pav. A). Melsvabakterės (19 rūšių) sudarė didžiausią, 66 % epifitinių rūšių dalį, o raudondumблиų (*Audouinella* sp.) ir gelsvadumблиų (*Characiopsis* cf. *acuta*) rasta tik po vieną rūšį. Fitobentose vyravo epipelitinės melsvabakterės *Chroococcus limneticus*, *Jaaginema subtilissimum*, *Pseudanabaena catenata*, *Merismopedia* spp. Meroplanktoninės siūlinės žaliadumблиų *Mougeotia* sp.₂ bei *Spirogyra* sp._{1,2} rūšys buvo būdingos M_L upėms.



9 pav. Fitobentosu panašumas pagal Sorenseno indeksą skirtingose upių grupėse.
Santrumpos, upių grupės žr. 5 pav.

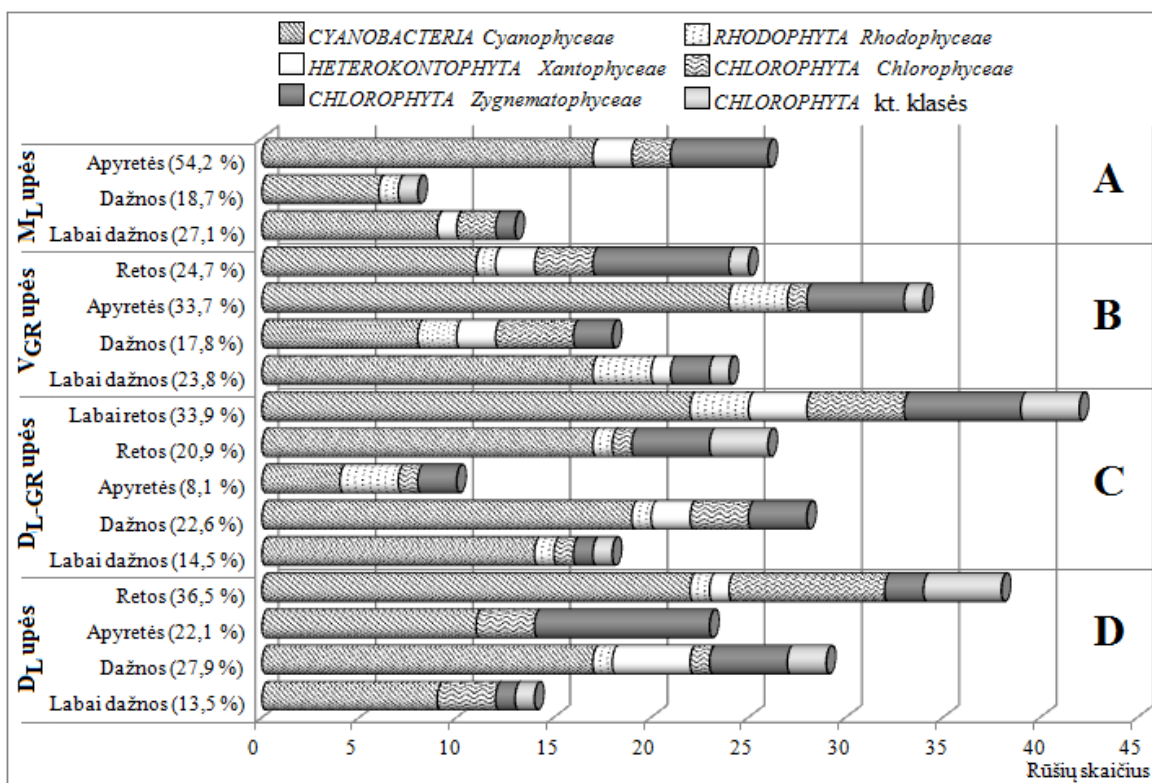


10 pav. Skirtingoms ekologinėms grupėms priklausančių fitobentos rūšių pasiskirstymas įvairių grupių upėse.

Santrumpos, upių grupės žr. 5 pav.

Rūšių paplitimas. Daugiausiai rūšių (26 rūšys, 54,2 % bendro rūšių skaičiaus), M_L upėse buvo apyretės. *Cyanophyceae* ir *Zygnematophyceae* rūšys sudarė atitinkamai 65,4 ir 19,2 % apyretėjų rūšių skaičiaus (11 pav. A). Dažnos ir labai dažnos dumblių rūšys sudarė panašų kiekį kaip ir apyretės. Raudondumbliai *Audouinella* sp. ir žaliadumbliai *Cladophora glomerata* (*Cladophorophyceae*), *Microthamnion kuetzingianum* (*Pleurastrorphyceae*) buvo dažnos M_L upių

fitobentose. *Chamaesiphon incrustans*, *Geitlerinema splendidum*, *Phormidium terebriforme*, *Pseudanabaena catenata*, *Heteroleibleinia* genties melsvabakterės, *Stigeoclonium* sp., *Oedogonium* sp.₁ žaliadumbliai ir *Vaucheria sessilis* gelsvadumbliai buvo labai dažnos rūšys.



11 pav. Skirtingoms ekologinėms grupėms priklausančių fitobentoso rūšių aptikimo dažnumas įvairių grupių upėse.

CHLOROPHYTA kt. klasės – žaliadumblių rūšys nepriklausančios *Chlorophyceae*, *Zygnematophyceae* klasėms.

Santrumpos, upių grupės žr. 5 pav.

4.2.2.2. Vidutinės greitos tėkmės upės (V_{GR})

Rūšių įvairovė ir taksonominė analizė. V_{GR} upių fitobentose aptikta 101 rūšis (žr. 12 lentelė). Rūšių skaičius kito plačiose ribose nuo 14 (Bubinas) iki 53 rūšių (Laukesa) (žr. 8 pav.). V_{GR} upėse aptikta du kartus daugiau, lyginant su M_L upėmis, melsvabakterių ir žaliadumblių, atitinkamai 60 (59,4 % bendro rūšių

skaičiaus) ir 27 rūšys (26,7 %) (žr. 12 lentelė). V_{GR} upės išsiskyrė didele raudondumblių (9 rūšys), gelsvadumblių (5) rūšių įvairove ir dideliu šių rūšių paplitimu, lyginant su M_L upėmis (žr. 12 lentelė, 8 pav.). Raudondumblių aptikta visose V_{GR} upėse, 11-je upių (69 % tirtų telkinių) rasta daugiau nei po tris rūšis, gelsvadumblių aptikta 13-je V_{GR} upių ir penkiose iš jų – daugiau nei po dvi rūšis. Ašvos II, Babruno I, II, Laukesos, Varduvos II ir Veiviržo upės pagal fitobentos rūšių sudėtį buvo panašiausios (žr. 9 pav., priedo 8 lentelė). Mažu ar vidutiniu bentoso dumblių panašumu pasižymėjo Beržupio, Bubino, Nikajaus, Pelyšos ir Žemosios Gervės upės.

Ekologinės grupės. V_{GR} upėse epifitinių rūšių, lyginant su M_L upėmis, aptikta du kartus daugiau, rastos 55 rūšys (žr. 10 pav. B). Aptiktas didesnis raudondumblių (6 rūšys, 13 % epifitinių rūšių skaičiaus) ir gelsvadumblių (3 rūšys, 6 %) rūšių kiekis. V_{GR} upių grupė taip pat išsiskyrė gausiomis epilitinėmis (*Homoeothrix juliana*, *Phormidium* spp.), epipelitinėmis (*Chroococcus* spp., *Komvophoron schmidlei*, *Merismopedia* spp.) ir meroplanktoninėmis (*Mougeotia* spp., *Rhizoclonium hieroglyphicum*, *Spirogyra* spp.) rūšimis, atitinkamai rastos 29, 22 ir 14 rūšių.

Išskirtinai V_{GR} upėse, raudondumblių rūšys buvo aptiktos ant įvairių substratų. *Audouinella hermannii*, *Batrachospermum* sp. rūšys buvo ne tik epilitinės, epifitinės, bet ir epidendrinės upių fitobentose. Dažniausiai epilitinės *B. arcuatum*, *B. gelatinosum* upėse buvo aptiktos ir ant antropogeninio substrato, pastaroji rūšis vystėsi net ant moliuskų geldelių. V_{GR} upės išsiskiria tuo, kad jose rastos *Geitlerinema splendidum*, *Jaginema subtilissimum* ir *Phormidium* spp. melsvabakterės aptiktos ant daugelio substratų: makrofitų, dumblingo smėlio, akmenų, rastos ir meroplanktone.

Rūšių paplitimas. V_{GR} upėse fitobentos rūšys daugiausiai buvo apyretės, 34 rūšys, tai *Cyanophyceae* melsvabakterių rūšys, kurios sudarė iki 71 % apyrečių rūšių skaičiaus (žr. 11 pav. B). *Chlorophyceae* klasės žaliadumbliai daugiausiai buvo dažni (4 rūšys), o *Zygnematophyceae* klasės – reti (7) ir

apyrečiai (5), tai daugiausiai *Spirogyra*, *Closterium* bei *Mougeotia* genties dumbliai. V_{GR} upėse aptiktos raudondumblių rūšys daugiausiai buvo apyretės ir labai dažnos, rasta po 3 rūšis, o gelsvadumbliai – reti ir dažni (po 2).

Audouinella sp., *Stigeoclonium* sp. ir *Heteroleibleinia* genties rūšys, kaip ir M_L upėse, buvo dažnos fitobentose. V_{GR} upės išsiskiria dažna *Leptolyngbya batrachosperma* (aptikta 4 upėse) melsvabaktere, kurios paplitimas siekė iki 20 % tirtų upių, bei apyretėmis raudondumblių *Batrachospermum arcuatum* ir *B. gelatinosum* rūšimis.

4.2.2.3. Didelės lėtos–greitos tėkmės upės (D_{L-GR})

Rūšių įvairovė ir taksonominė analizė. D_{L-GR} upėse aptikta daugiausiai, lyginant su kitomis upių grupėmis, fitobentoso rūšių, 124 rūšys (žr. 12 lentelė). Rūšių skaičius kito nuo 9 (Rudamina) iki 47 (Ančia, Žeimena) (žr. 8 pav.). D_{L-GR} upės, lyginant su kitomis upių grupėmis, išsiskiria didžiausia melsvabakterių rūšių įvairove, aptiktos 76 rūšys (61,3 % bendro rūšių skaičiaus) (žr. 12 lentelė). Žaliadumblių aptiktos 34 rūšys sudarė 27,4 % visų rūšių. Šios kaip ir V_{GR} upės pasižymi didelė raudondumblių (9 rūšys) ir gelsvadumblių (5) rūšių įvairove, tačiau mažesniu paplitimu: raudondumblių > 3 rūšys aptiktos 11-je V_{GR} upių, o šiose D_{L-GR} – tik 7-se upėse; gelsvadumblių > 3 rūšys aptiktos 4-se V_{GR} upėse, o D_{L-GR} – tik vienoje (žr. 8 pav.). Iš visų D_{L-GR} upių 74 % tirtų telkinių fitobentoso rūšių sudėtis buvo vidutiniškai ar labai panaši pagal Sorenseno indeksą (žr. 9 pav., priedo 9 lentelė). Likusios Akmenos-Danės, Dysnos, Dubysos, Gaujos, Jaros-Šetekšnos, Lokystos, Petešos, Rudaminos ir Versekos I upės išsiskiria labai mažu fitobentoso panašumu.

Ekologinės grupės. D_{L-GR} upėse rasta daugiausiai (67 rūšių, sudarė 36,4 % visų rūšių kiekio) epifitinių fitobentoso rūšių, lyginant su kitų grupių upėmis (žr. 10 pav. C). Taip pat šios upės išsiskiria tuo, kad jose rasta daugiausiai meroplanktoninių ir epidendrinių rūšių, atitinkamai 17 ir 14 rūšių (9,3 ir 7,6 %

visų rūšių). D_{L-GR} kaip ir V_{GR} upėse epilitinių bentoso rūšių buvo gausu (37 rūšys), tačiau epipsamitinių – rasta beveik du kartus daugiau (12 rūšių). Fitobentose epipelitinių ir epilitinių rūšių kiekis buvo panašus, rasta iki 36 rūšių. *Microcrocis obvoluta* melsvabakterės vienose D_{L-GR} upėse buvo epipelitinės, kitose – epipsamitinės, o Lietuvoje reti *Thorea hispida* raudondumbliai toje pačioje upėje vystėsi ant įvairios kilmės substratų: po vandeniui esančių medžio kamienų, akmenų, antropogeninių substratų.

Rūšių paplitimas. Daugiausiai D_{L-GR} upių fitobentose buvo labai retų rūšių, 42 rūšys sudarė 33,9 % bendro rūšių skaičiaus, mažiausiai – apyrečių (10 rūšių, 8,1 %) (žr. 11 pav. C). Melsvabakterės buvo gausios visų paplitimo dažnumo grupėse. *Zygnematophyceae* (6 ir 4 rūšys) ir *Klebsormidiophyceae*, *Pleurostrophyceae*, *Ulvophyceae* klasių dumblių rūšys (po 3) daugiausiai buvo labai retos ir retos. Raudondumbliai D_{L-GR} upėse buvo įvairaus paplitimo dažnumo, daugiausiai rūšių (po 3) labai retos ir apyretės. Gelsvadumbliai buvo labai reti (3 rūšys) ir dažni upėse (2), sudarė po 7 % labai retų ir dažnų rūšių kiekio.

Chamaesiphon incrustans, cf. *Cyanobium diatomicola*, *Geitlerinema splendidum*, *Jaaginema subtilissimum*, *Heteroleibleinia* ir *Phormidium* genties melsvabakterės, *Audouinella* sp. ir *Hildenbrandia rivularis* raudondumbliai, *Vaucheria sessilis* gelsvadumbliai bei *Cladophora glomerata* ir *Stigeoclonium* sp. žaliadumbliai D_{L-GR} kaip ir V_{GR} upėse buvo labai dažnos. D_{L-GR} upės išsiskiria labai dažna *Hydrococcus rivularis* ir retomis *Arthrospira jenneri*, *Chamaesiphon longus*, *Draparnaldia acuta*, *Gleotrichia natans*, *Lemanea fluviatilis*, *Stigeoclonium carolinianum*, *Thorea hispida* dumblių rūšimis.

4.2.2.4. Didelės lėtos tėkmės upės (D_L)

Rūšių įvairovė ir taksonominė analizė. D_L upėse iš viso identifikuotos 104 fitobentoso rūšys (žr. 12 lentelė). Jų skaičius kito nuo 7 (Širvinta) iki 52 rūšių

(Nemunėlis) (žr. 8 pav.). D_L kaip ir M_L upėse vyravo melsvabakterės ir žaliadumbliai, tik šiuose telkiniuose rūšių įvairovė pusantro karto didesnė (žr. 12 lentelė). Atitinkamai rastos 59 (56,8 % viso rūšių skaičiaus) ir 38 dumblių rūšys (36,5 %). Lyginant su M_L upėmis, šiose D_L upėse aptikta didesnė raudondumblių ir gelsvadumblių įvairovė: dvi *Chroodactylon ornatum*, *Audouinella* sp. raudondumblių ir 5 gelsvadumblių rūšys. Daugiau nei pusė (60 %) D_L upių pagal fitobentos rūšis buvo panašios ar labai panašios (žr. 9 pav., priedo 10 lentelė). Mažai panašia rūšių sudėtimi pasižymėjo Ašvos I, Jūrės, Šešupės, Širvintos ir Šventosios I, II upės.

Ekologinės grupės. D_L kaip ir M_L upėse fitobentos rūšys daugiausiai buvo epifitinės (61 rūšys, 48,0 % viso rūšių skaičiaus) ir epipelitinės (35 rūšys, 27,6 %), tačiau rastų rūšių skaičius buvo apie 2,2 karto didesnis (žr. 10 pav. D). Fitobentos meroplanktoninių rūšių buvo taip pat gausu (19 rūšių) kaip ir kitoje didelių upių grupėje (D_{L-GR}), o epilitinių dumblių – D_L upėse aptikta beveik 4 kartus mažiau (10 rūšių).

D_L upės, lyginant su kita lėtos tėkmės upių grupe (M_L), išsiskiria epifitinėmis *Characiopsis* genties gelsvadumblių (*C. heeringiana* f. *heeringiana*, *C. microcysticola*) ir *Closterium* genties žaliadumblių įvairove, rastos *C. ehrenbergii* var. *malinvernianum*, *C. kuetzingii*, *C. cf. lineatum* ir *C. strigosum* rūšys. Tik D_L upėms buvo būdingos epifitinės *Pseudochlorothecium mucigenum*, meroplanktoninės *Schizomeris leibleinii* ir epilitinės cf. *Blennothrix heterotricha* fitobentos rūšys.

Rūšių paplitimas. Retos fitobentos rūšys (38) D_L upėse sudarė didžiausią dalį (37 %) visų aptiktų rūšių, mažiausią dalį (14 rūšių, 13,5 %) – labai dažnos (žr. 11 pav. D). Upėse retos, apyretės ir dažnos melsvabakterės aptiktos panašiu santykiu, rasta 11–22 rūšys. *Chlorophyceae* klasės žaliadumblių rūšys daugiausiai buvo retos, o *Zygnematophyceae* klasės – apyretės rūšys.

Pseudanabaena catenata, *Heteroleibleinia* genties melsvabakterės ir *Closterium moniliferum*, *Oedogonium* sp.₁, *Stigeoclonium* sp. bei konjugatiniai

žaliadumbliai kaip ir M_L upėse buvo labai dažnos, tik pastarųjų rūšių D_L upėse aptikta tris kartus daugiau (10 rūšių). D_L upių fitobentose *Aphanothece* cf. *minutissima*, *Chlorogloea microcystoides*, *Chroococcus dispersus*, *C. minimus*, *C. minor*, *Hydrococcus rivularis*, *Geitlerinema amphibium*, *Komvophoron constrictum*, *Phormidium molle* ir *P. stagninum* melsvabakterės buvo retos.

4.2.3. NAUJOS LIETUVAI FITOBENTOSO RŪŠYS

Tyrimų metu (2009–2012 m.) pirmą kartą identifikuotos 43 naujos Lietuvai fitobentos rūšys, priklausančios 4 skyriams, 6 klasėms, 11 eilių ir 24 gentims. *Cyanophyceae* klasei priklauso 31 rūšis, *Xantophyceae* – 4, *Rhodophyceae* ir *Chlorophyceae* klasėms po 3 rūšis, *Ulvophyceae* bei *Zygnematophyceae* – po vieną. Naujos dumblių rūšys sudaro 29 % visų tyrimų metu aptiktų fitobentos rūšių skaičiaus.

CYANOPHYCEAE

CHROOCOCCALES

MERISMOPEDIACEAE Elenkin 1933

Microcrocis obvoluta (Tiffany) Frank et Landman 1988 (priedo 5 pav.)

Mikroskopinės plokštelės pavidalo kolonijos, skersmuo 56–81 μm. Ląstelės ovaliai išstetos, užapvalintos abiejuose galuose, plokšteleje išsidėsto netaisyklingomis eilėmis. Ląstelės melsvai žalios, (4,7–)5,1–6,3 × 2,5–5,1 μm.

Rūšis aptikta dumblingame smėlyje tarp makrodumblių *Oedogonium* spp. ir *Spirogyra* spp. gniužulų. Lietuvoje dažna (priedo 3 lentelė). Paplitimas Europoje: trūksta duomenų. Vystosi gėluosiuose lėtai tekančiuose vandenyse, epipsamone arba meroplanktone (KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS, 1998; KOMÁREK, 2003).

ENTOPHYSALIDACEAE Geitler 1925

Chlorogloea microcystoides Geitler 1925 (priedo 6 pav.)

Mikroskopinės gleivėtos kolonijos. Ląstelės su ryškiu apvalkalu arba be jo, kartais jis sunkiai įžiūrimas. Ląstelės sferiškos, elipsoidiškos, melsvos $2,7-3,9(6,0) \times 2,8-3,9(8,3) \mu\text{m}$. Ląstelės švelniai granuluotos, išsidėsto bendrame neryškiame gleivingame apvalkale aiškiomis eilėmis, kartais labai tankiomis.

Rūšis aptikta ant makrofitų. Lietuvoje labai reta (priedo 3 lentelė). Paplitimas Europoje: rūšis labai dažna temperatinėje zonoje. Epilitinė sekliuose ežeruose ir upėse, drėgnose nišose, rečiau subaerofitinė (ELENKIN, 1938; SKUJA, 1948; GOLLERBAH et al., 1953; STARMACH, 1966; ABOAL, 1988; ALVAREZ-COBELAS & GALLARDO, 1988; KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS, 1998; WHITTON et al., 1998; WHITTON, 2002; ČARĀUŠ, 2003; 2012; BĀRBARA et al., 2005; GUIRY & GUIRY, 2011).

HYDROCOCCACEAE Kützing 1843

Hydrococcus rivularis Kützing 1833 (priedo 7 pav.)

Mikroskopinės plokštelės pavidalo kolonijos. Kolonijoje ląstelės išsidėsto radialiai, pakraščiuose ląstelės netaisyklingos formos, nežymiai išstetos. Senose kolonijose ląstelės išsidėsto kompaktiškai. Ląstelės nuo melsvai žalsvų iki tamsiai violetinių, skersmuo $2,5-5,3 \mu\text{m}$.

Rūšis aptikta ant *Cladophora glomerata* gniužulų. Lietuvoje apyretė (priedo 3 lentelė). Paplitimas Europoje: rūšis labai dažna. Vystosi gėluosiuose, švariuose ir mezotrofiniuose, greitai tekančiuose kalkinguose vandenyse, kriokliuose. Aptinkama epifitone, ant makroskopinių siūlinių dumblių (*Cladophora*, *Lemanea* ir kt.), makrofitų, rečiau epilitinė ar epidendrinė (ELENKIN, 1938; GOLLERBAH et al., 1953; STARMACH, 1966; ALVAREZ-COBELAS & GALLARDO, 1988; KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS, 1998; WHITTON et al., 1998; WHITTON, 2002; ČARĀUŠ, 2003; 2012; KOMÁREK, 2003; FURNARI et al., 2003; ARAUJO et al., 2009; GUIRY & GUIRY, 2011).

CHAMAESIPHONACEAE Borzí 1882

Chamaesiphon amethystinus (Rostafinski) Lemmermann 1910 (priedo 8 pav.)

Kolonijos mikroskopinės, ląstelės pavienės arba išsidėsčiusios gausiomis grupėmis. Kiekviena ląstelė tvirtinasi individualiai storomis ir gleivingomis kojelėmis, pereinančiomis į lipnų diskelį, bet gali tvirtintis ir pačia ląstele. Ląstelės šviesiai melsvos, negranuliuotos, cilindriškos ar šiek tiek siaurėjančios link pamatinės dalies, $10,2-13,9(17,7) \times 2,5-3,2(4,2) \mu\text{m}$. Egzospora viena – $1,3-2,5 \times 1,5-2,3 \mu\text{m}$.

Rūšis aptikta ant makrodumblių *Cladophora glomerata* gniužulų. Lietuvoje dažna (priedo 3 lentelė). Paplitimas Europoje: rūšis reta, daugiausiai paplitusi temperatinėje zonoje. Vystosi gėluosiuose, švariose stovinčiuose ir tekančiuose vandenyse. Epifitas ant makrodumblių, ypač siūlinių melsvabakterių ir raudondumblių (ELENKIN, 1938; GOLLERBAH et al., 1953; STARMACH, 1966; KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS, 1998; ČĀRĀUŠ, 2003; 2012; GUIRY & GUIRY, 2011).

Chamaesiphon carpaticus Starmach 1929 (priedo 9 pav.)

Mikroskopinės pavienės kolonijos. Dukterinės ląstelės tvirtinasi prie motininės ląstelės gleivinės makšties krašto apikalinėje dalyje, bendras jų aukštis iki $101 \mu\text{m}$. Gleivės šviesiai melsvos, apikalėje beveik pilnai užvertos. Ląstelės siauros kuokos formos, šiek tiek lenktos, apikalinėje dalyje užapvalintos, ties pagrindu siaurėja, $22,8-25,3 \times 3,8-5,1 \mu\text{m}$.

Rūšis aptikta ant makrodumblių gniužulų. Lietuvoje labai reta (priedo 3 lentelė). Paplitimas Europoje: rūšis reta. Vystosi gėluosiuose, tekančiuose, neužterštuose vandenyse, dažniausiai upėse ir užutekiuose. Epifitas ant siūlinių dumblių (*Cladophora*) arba epilitas (ELENKIN, 1938; GOLLERBAH et al., 1953; KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS, 1998; ČĀRĀUŠ, 2003; 2012; GUIRY & GUIRY, 2011).

Chamaesiphon confervicolus A. Braun in Rabenhorst 1865 (priedo 10 pav.)

Mikroskopinės pavienės kolonijos. Kiekviena ląstelė prie substrato tvirtinasi individualiai gleivingomis makštimis. Gleivės siauros, bespalvės. Ląstelės kuokos formos, lenktos: apikalinėje dalyje šiek tiek siaurėja, pamatinėje dalyje – siaurėja palaipsniui; makštyje orientuotos aukščiau ląstelės tvirtinimosi vietas. Ląstelės melsvos, $21,4\text{--}23,0 \times 3,1 \mu\text{m}$. Iš karto formuoja po 1–2 sferiškas (kartais šiek tiek suspaustas iš viršaus) egzosporas ($1,5 \times 3,1 \mu\text{m}$), pradžioje jos būna apikalinėje ląstelės dalyje kartu su motinine ląstele gleivinėje makštyje, o vėliau makščiai prasivėrus – atpalaiduojamos.

Rūšis aptikta ant makrodumblių gniužulų. Lietuvoje dažna (priedo 3 lentelė). Paplitimas Europoje: rūšis labai dažna. Vystosi gėluosiuose, stovinčiuose ir tekančiuose vandenyse, rečiau – sūriuose. Aptinkama šaltiniuose švartuose ar mezotrofiniuose telkiniuose, stipriai eutrofiniuose – nesivysto. Auga ant makrofitų, siūlinių *Chantransia*, *Cladophora*, *Lemanea*, *Oedogonium* dumblių, rečiau ant akmenų (ELENKIN, 1938; GOLLERBAH et al., 1953; STARMACH, 1966; ALVAREZ-COBELAS & GALLARDO, 1988; PFISTER, 1992; KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS, 1998; WHITTON et al., 1998; WHITTON, 2002; KOMÁREK, 2003; ČARĀUŠ, 2003; 2012; GUIRY & GUIRY, 2011).

Chamaesiphon incrustans Grunow in Rabenhorst 1865 (priedo 11 pav.)

Mikroskopinės pavienės arba vystosi gausiomis kolonijomis. Kiekviena ląstelė tvirtinasi individualiai, link pamatinės dalies smailėja. Ląstelės šviesiai melsvos, tiesios, negranuluotos, $7,6\text{--}25,3 \times (2,0)3,0\text{--}5,1 \mu\text{m}$. Egzospora viena – $1,3\text{--}2,5 \times 5,1 \mu\text{m}$.

Rūšis aptikta ant *Audouinella* spp., *Cladophora glomerata*, *Stigeoclonium* sp., *Ulothrix* sp., *Vaucheria sessilis* gniužulų, makrofitų. Lietuvoje labai dažna (priedo 3 lentelė). Paplitimas Europoje: rūšis labai dažna. Vystosi gėluosiuose, sekliuose, stovinčiuose bei tekančiuose, šaltiniuose vandenyse. Tipiška mezotrofinių ir eutrofinių telkinių rūšis, tačiau, esant stipriai eutrofikacijai, ji retai

sutinkama arba nesivysto. Epifitinė ant daugelio siūlinių dumblių (ypač žaliadumblių, raudondumblių), makrofitų. Rečiau epilitinė (ELENKIN, 1938; GOLLERBAH et al., 1953; STARMACH, 1966; ABOAL & LLIMONA, 1984a,b; ABOAL, 1988; 1989; ALVAREZ-COBELAS & GALLARDO, 1988; PFISTER, 1992; KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS, 1998; WHITTON et al., 1998; WHITTON, 2002; CĂRĂUȘ, 2003; 2012; KOMÁREK, 2003; GUIRY & GUIRY, 2011; TÄUSCHER, 2011).

Chamaesiphon longus G. Hällfors et R. Munsterhjelm 1982 (priedo 12 pav.)

Mikroskopinės pavienės kolonijos. Ląstelės nuo tamsiai violetinės iki šviesiai melsvos spalvos. Kiekviena ląstelė tvirtinasi individualiai gleivine kojele, pereinančia į lipnų diskelį. Ląstelės cilindriškos, tiesios ar šiek tiek lenktos, link pamatinės dalies palaipsniui per visą savo ilgį siaurėja, turi uždaras arba atviras gleivines makštis. Ląstelių ilgis su gleivėmis 55,7–93,6 μm (retais atvejais atviros gleivės dar gali tęstis ~ 60 μm), be gleivių – (20,3)25,3–60,7(78,4) μm. Plotis apikalinėje dalyje (2,8–)3,8–6,3(–7,6) μm, pamatinėje dalyje – 2,5–3,4 μm. Ilgio ir pločio santykis nuo 6,6 iki 24,7. Formuoja po vieną stambią egzosporą, (1,3)2,5–3,8 × 2,5(3,79) μm.

Rūšis aptikta ant makrodumblių rūšių. Epifitone vystėsi kartu su *Heteroleibleinia ucrainica*. Lietuvoje reta (priedo 3 lentelė). Paplitimas Europoje: trūksta duomenų. Vystosi gėluosiuose vandenyse, dažniausiai upėse. Epifitas ant siūlinių dumblių, makrofitų (KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS, 1998).

Chamaesiphon* cf. *sideriphilus Starmach 1929 (priedo 13 pav.)

Mikroskopinės pavienės kolonijos. Kiekviena ląstelė tvirtinasi individualiai, gleivinėmis makštimis. Gleivės storos (0,3–1,5 μm), atviros, gelsvos spalvos, ilgis siekia iki 13,9–23,0 μm ilgio. Ląstelės cilindriškos, šiek tiek lenktos, melsvos, 7,0–15,0 × 1,5–3,1 μm. Egzospora viena, 1,6 × 1,5–3,1 μm.

Rūšis aptikta ant makrodumblių rūšių. Lietuvoje labai reta (priedo 3 lentelė). Paplitimas Europoje: trūksta duomenų. Vystosi gėluosiuose, sekliuose,

stovinčiuose vandenyse. Epifitas ant *Cladophora*, *Oedogonium*, *Vaucheria* ir kt. dumblių (ELENKIN, 1938; GOLLERBAH et al., 1953; KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS, 1998).

Chamaesiphon starmachii Kann 1972 (priedo 14 pav.)

Mikroskopinės pavienės kolonijos. Ląstelės trumpos, išsidėsto statmenai keliomis (iki 3) eilėmis. Kai kurios ląstelės ties pagrindu turi po vieną gerai matomą granulę. Gleivinės makštys plonos, bespalvės, apikalinėje dalyje praplatėjusios ir atviros. Ląstelės pailgai kiaušiniškos, melsvos, $9,2-16,5 \times (3,1)4,3-5,1 \mu\text{m}$. Egzosporos (1–2) sferiškos arba suapvalinto daugiakampio formos, jos lieka prisitvirtinusios prie apikalinės ląstelės dalies.

Rūšis aptikta ant makrofitų. Lietuvoje labai reta (priedo 3 lentelė). Paplitimas Europoje: rūšis labai reta. Vystosi gėluosiuose, šaltuose, greitai tekančiuose vandenyse. Aptinkama kalnuotose regionuose, upeliuose ar ežerų litoralinėse dalyse, epilitinė (PFISTER, 1992; KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS, 1998; GUIRY & GUIRY, 2011).

OSCILLATORIALES

PSEUDANABAENACEAE Anagnostidis et Komárek 1988

Heteroleibleinia kossinskajae (Elenkin) Anagnostidis et Komárek 1988 (priedo 15 pav.)

Mikroskopiniai siūliniai gniužulai, aptikti pavieniai individai. Siūlai ilgi, lankstūs, nešakoti. Siūlai prie substrato tvirtinasi vienu galu, nesiaurėja. Gleivės labai siauros, bespalvės. Ties skersinėmis pertvarėlėmis ląstelės nesiaurėja, sienelės negranuliuotos, plazmodezminis ryšys – skaidrus. Ląstelės šviesiai melsvos $(1,9)3,3-5,9(6,9) \times (0,6-0,9-1,0(-2,0) \mu\text{m}$, dažnai 2–3 kartus ilgesnės nei plotis. Apikalinė ląstelė užapvalinta, kūgio formos.

Rūšis aptikta dumblingame smėlyje, ant *Audouinella* spp., *Cladophora glomerata* ir *Vaucheria sessilis* gniužulų, makrofitų. Lietuvoje labai dažna (priedo 3 lentelė). Paplitimas Europoje: rūšis reta. Vystosi gėluosiuose stovinčiuose

vandenyse, epifitas, dažniausiai ant *Cladophora* rūšių (ELENKIN, 1949; GOLLERBAH et al., 1953; STARMACH, 1966; CĂRĂUȘ, 2003; 2012; KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS, 2005; GUIRY & GUIRY, 2011).

Heteroleibleinia kuetzingii (Schmidle) Compère 1985 (priedo 16 pav.)

Mikroskopiniai siūliniai gniužulai. Siūlai trumpi, tiesūs, nešakoti, vienu galu tvirtinasi prie substrato. Gleivės siauros, bespalvės, ne ilgesnės už siūlus. Ties skersinėmis pertvarėlėmis sienelės neįsmaugtos, negranuluotos, plazmodezminis ryšys – skaidrus. Ląstelės melsvos, $(0,8)2,5-3,1 \times 1,0-2,5 \mu\text{m}$. Apikalinė ląstelė užapvalinta, nesiaurėja, be kaliptros ar sustorėjusios sienelės.

Rūšis aptikta dumblingame smėlyje, ant *Audouinella* spp., *Cladophora glomerata* ir *Vaucheria sessilis* gniužulų, makrofitų. Lietuvoje apyretė (priedo 3 lentelė). Paplitimas Europoje: rūšis labai dažna. Vystosi gėluosiuose vidutiniškai maisto medžiagomis praturtintuose vandenyse. Paplitusi ežeruose, tvenkiniuose, stovinčiuose ar lėtai tekančiuose vandenyse, retkarčiais aptinkama terminiuose biotopuose, perifitone. Epifitinė ant siūlinių dumblių ir melsvabakterių (ELENKIN, 1949; GOLLERBAH et al., 1953; STARMACH, 1966; ABOAL & LLIMONA, 1984a,b; ALVAREZ-COBELAS & GALLARDO, 1988; ABOAL, 1989; WHITTON et al., 1998; WHITTON, 2002; CĂRĂUȘ, 2003; 2012; BARRANGUET et al., 2005; KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS, 2005; GUIRY & GUIRY, 2011).

Heteroleibleinia* cf. *leptonema (Skuja) Anagnostidis et Komárek 1988 (priedo 17 pav.)

Mikroskopiniai siūlai, aptikti pavieniai arba gausiomis grupėmis. Siūlų ilgis $3,3-5,9(6,9) \mu\text{m}$. Vienu siūlo galu tvirtinasi prie substrato. Ląstelės šviesiai melsvos ar balkšvos spalvos, $(0,8)2,5 \times 0,6-0,9 \mu\text{m}$. Apikalinė ląstelė užapvalinta.

Rūšis aptikta ant skirtingoms sisteminėms grupėms priklausančių makrodumblių rūšių gniužulų. Lietuvoje labai dažna (priedo 3 lentelė). Paplitimas Europoje: trūksta duomenų. Vystosi gėluosiuose stovinčiuose vandenyse, epifitas

ant siūlinių melsvabakterių (*Dichotrix*, *Tolypothrix*) (KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS, 2005).

Heteroleibleinia pusilla (Hansgirg) Compère 1985 (priedo 18 pav.)

Mikroskopiniai siūlai, aptikti pavieniai arba gausiomis grupėmis. Siūlų ilgis 15,2–33,7 µm, plotis iki 0,9 µm, šviesiai melsvos spalvos. Siūlai lankstūs, vienu siūlo galu tvirtinasi prie substrato. Apikalinė ląstelė užapvalinta.

Rūšis aptikta ant skirtingoms sistematinėms grupėms priklausančių makrodumblių rūšių gniužulų. Lietuvoje labai dažna (priedo 3 lentelė). Paplitimas Europoje: rūšis apyretė. Vystosi švariose, gėluosiuose, tekančiuose ir stovinčiuose vandenyse, tvenkiniuose, pelkėse, balose. Tvirtinasi prie akmenų ar siūlinių dumblių, makrofitų (ELENKIN, 1949; GOLLERBAH et al., 1953; STARMACH, 1966; ALVAREZ-COBELAS & GALLARDO, 1988; ABOAL, 1989; ČARĀUŠ, 2003; 2012; KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS, 2005; GUIRY & GUIRY, 2011).

Heteroleibleinia ucrainica (Širšov in Elenkin) Anagnostidis et Komárek 1988 (priedo 19 pav.)

Makroskopiai siūlai, epilitinės ar epifitinės glitnios plika akimi matomos populiacijos. Siūlai tiesūs, kartais ties pagrindu šiek tiek lenkti, nešakoti, vienu galu tvirtinasi prie substrato. Siūlai nesiaurėja. Gleivės labai plonos, bespalvės. Ties skersinėmis pertvarėlėmis siūlai stipriai įsmaugti, granuliacijos nėra, plazmodezminis ryšys – skaidrus. Ląstelės ryškiai melsvos (1,0–)1,4–1,6(–1,9) × 1,9–2,2 µm. Apikalinė ląstelė užapvalinta, be kaliptros ar sustorėjusios sienelės.

Rūšis aptikta dumblingame smėlyje, ant *Cladophora glomerata*, *Oedogonium* spp., *Rhizoclonium hieroglyphicum*, *Vaucheria sessilis* gniužulų, makrofitų. Epilitone vystėsi kartu su *Audouinella* spp. Lietuvoje labai dažna (priedo 3 lentelė). Paplitimas Europoje: rūšis reta. Vystosi gėluosiuose vandenyse, upėse. Epifitinė ant dumblių, makrofitų ir moliuskų geldelių (GOLLERBAH et al.,

1953; STARMACH, 1966; CĂRĂUȘ, 2003; 2012; KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS, 2005; GUIRY & GUIRY, 2011).

Homoeothrix crustacea Voronichin 1923 (priedo 20 pav.)

Makroskopiniai, siūlai pavieniai, išsidėstę grupelėmis ar kuokšteliais, nešakoti, ilgis iki 114 μm . Siūlas lankstus, per skersines pertvarėles stipriai įsmaugtas. Siūlai su plonomis lygiomis balkšvomis ar ryškiomis gleivėmis. Senesnių siūlų pamatinėse dalyse gleivės tuščios. Siūlas siaurėja abiejuose galuose: apikalinėje dalyje siaurėja palaipsniui, pamatinėje dalyje – staigiai. Ląstelės melsvos (1,1–2,2 \times 2,4–2,7 μm), trumpos, statinaitės-cilindro formos, ties pagrindu kartais iki dviejų kartų ilgesnės nei plotis. Ląstelės apikalinėje dalyje 0,8–3,0 \times 1,6–2,2 μm , pereina į plaukelį, ties pamatine dalimi – 1,3–2,8 \times 1,3–2,5 μm .

Rūšis aptikta ant akmenų ir *Audouinella* spp., *Cladophora glomerata* gniužulų. Epilitone ir epifitone vystėsi kartu su *Audouinella hermannii*, *Heteroleibleinia ucrainica*, *Rivularia dura*. Lietuvoje apyretė (priedo 3 lentelė). Paplitimas Europoje: rūšis labai dažna. Vystosi gėluosiuose greitai tekančiuose vandenyse, epilitinė ant kalcio karbonato substratų. Plačiai paplitusi kalkinguose regionuose. Dažnai vystosi kartu su *Rivularia* (ar kitomis *Rivulariaceae* rūšimis) ir *Gongrosira incrustans* (Reinsch) Schmidle 1901 (ELENKIN, 1949; GOLLERBAH et al., 1953; ABOAL, 1988; 1989; ALVAREZ-COBELAS & GALLARDO, 1988; CANTORAL UIZA & ABOAL SANJURJO, 2001; WHITTON, 2002; KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS, 2005; GUIRY & GUIRY, 2011; CĂRĂUȘ, 2012).

Leptolyngbya batrachosperma Anagnostidis 2001 (priedo 21 pav.)

Mikroskopiniai siūlai tariamai šakoti, galuose palaipsniui siaurėja. Siūlai lankstūs, ties skersinėmis pertvarėlėmis švelniai įsmaugti. Gleivės plonos, balkšvos. Ląstelės šviesiai melsvos, 0,8–1,3 \times 2,0–2,5 μm . Apikalinė ląstelė nesiaurėja, užapvalinta.

Rūšis aptikta makrodumblių *Batrachospermum arcuatum* ir *B. gelatinosum* gniužuluose. Lietuvoje reta (priedo 3 lentelė). Paplitimas Europoje: trūksta duomenų. Gėlavandenė rūšis. Endoglėjinė, vystosi makrodumblių gniužuluose (daugiausiai *Batrachospermum*) (ELENKIN, 1949; GOLLERBAH et al., 1953; KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS, 2005).

Leptolyngbya* cf. *gloeophila (Kützing ex Hansgirg) Komárek in Anagnostidis 2001 (priedo 22 pav.)

Mikroskopiniai, siūlai auga mažomis grupelėmis. Siūlai nešakoti, su plonomis gleivėmis. Ląstelės šviesiai melsvos, kvadratinės – 1,5 μm. Apikalinė ląstelė užapvalinta.

Rūšis aptikta makrodumblių *Chaetophora incrassata* gniužuluose ir tarp *Gloeotrichia natans* populiacijų. Lietuvoje labai reta (priedo 3 lentelė). Paplitimas Europoje: trūksta duomenų. Vystosi neužterštuose gėluosiuose vandenyse, šiltnamiuose. Endoglėjinė, vystosi įvairių melsvabakterių ir žaliadumblių gleivinėse kolonijose (KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS, 2005).

SCHIZOTRICHACEAE Elenkin 1934

Schizothrix* cf. *facilis (Skuja) Anagnostidis 2001 (priedo 23 pav.)

Mikroskopiniai, tariamai šakoti siūlai, po 1–2 siūlus stambiose iki 2,6 μm storio gleivėse. Gleivės šviesiai melsvos, gelsvai rudos spalvos, siūlų galuose siaurėja ir smailėja, vietomis sluoksniuotos. Jaunų siūlų gleivės balkšvos. Siūlai prie skersinių pertvarėlių nežymiai arba visai neįsmaugti. Ląstelės melsvos, cilindriškos, (2,5–)5,3–12,0 × (0,9)1,3–1,7 μm. Apikalinė ląstelė bukai užapvalinta.

Rūšis aptikta ant makrofitų. Epifitone vystėsi kartu su *Cladophora glomerata*. Lietuvoje apyretė (priedo 3 lentelė). Paplitimas Europoje: rūšis reta. Vystosi gėluosiuose, šaltiniuose ir greitai tekančiuose vandenyse, kartais subalpinuose ir alpinuose telkiniuose, kalnuotose upeliuose ir upėse, ežeruose. Prisitvirtina ant samanų, po vandeniu esančių akmenų. Vystosi kartu su kitomis

melsvabakterėmis (ELENKIN, 1949; GOLLERBAH et al., 1953; KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS, 2005; KOMAREK et al., 2006; GUIRY & GUIRY, 2011).

BORZIACEAE Borzi 1914

Komvophoron schmidlei (Jaag) Anagnostidis et Komárek 1988 (priedo 24 pav.)

Makroskopiniai siūlai ryškiai mėlynos spalvos, ilgis iki 848 µm, siūlai stipriai įsmaugti ties skersinėmis pertvarėlėmis. Siūle gerai išreikšta centro- ir chromatoplazma, sąsmaukos tarpas nuo 0,8 iki 1,2 µm. Ląstelės trumpos, statinaitės formos (4,8–)5,1–8,9 × 5,31–8,9 µm. Apikalinė ląstelė cilindriška ar ilga kūginė, staigiai smailėja, 7,6 × 5,3 µm.

Rūšis aptikta smėlyje tarp skirtingoms sisteminėms grupėms priklausančių makrodumblių rūšių gniužulų. Lietuvoje dažna (priedo 3 lentelė). Paplitimas Europoje: rūšis labai dažna. Vystosi gėluosiuose, stovinčiuose ir tekančiuose, švairiuose šaltiniuose vandenyse. Aptinkama ir mineraliniuose šaltiniuose. Plačiai aptinkamos, bet negausios upių ripalių smėlyje, dumble ir yrančiame ežerų litoralės perifitone (SKUJA, 1948; STARMACH, 1966; KOMÁREK et al., 2003; KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS, 2005; HAŠLER et al., 2008; HAŠLER & POULÍČKOVA, 2010; KAŠTOVSKÝ et al., 2010; GUIRY & GUIRY, 2011).

PHORMIDIACEAE Anagnostidis et Komárek 1998

Microcoleus subtorulosus Gomont ex Gomont 1892 (priedo 25 pav.)

Makroskopinis šviesiai melsvas kuokštinis gniužulas. Siūlai išsidėsto gleivingose makštyse: jaunuose gniužuluose po 1–4, subrendusiuose – būna ir po daugiau. Gleivės storos ir bespalvės, storis 1,9–3,2 µm. Siūlai būna ir be gleivių, ypač senieji. Ląstelės kvadratinės, ties skersinėmis pertvarėlėmis ryškiai susiaurėja, 3,8–9,5(10,5) × (4,2)5,1–7,8 µm. Ląstelės turinys ryškiai granuliuotas. Apikalinė ląstelė kūgiška ar cilindriškai užapvalinta.

Rūšis aptikta ant akmenų, makrodumblių *Vaucheria sessilis* gniužulų, po vandeniui esančių medžio šakų. Epilitone vystėsi kartu su *Geitlerinema*

splendidum, *Oedogonium* spp., *Phormidium retzii*, *P. tinctorium*, *P. uncinatum*, *Vaucheria sessilis*. Lietuvoje apyretė (priedo 3 lentelė). Paplitimas Europoje: rūšis labai dažna temperatinėje zonoje. Gėlavandenė, paplitusi tekančiuose ir stovinčiuose vandenyse, rečiau terminiuose šaltiniuose. Vystosi ant dumblo, sienų, akmenų, uolų, makrofitų (ELENKIN, 1949; GOLLERBAH et al., 1953; STARMACH, 1966; WHITTON et al., 1998; WHITTON, 2002; KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS, 2005; GUIRY & GUIRY, 2011).

Phormidium* cf. *corium Gomont 1892 (priedo 26 pav.)

Mikroskopiniai siūlai su plonomis gleivėmis, nesiaurėja. Ląstelių pertvarėlės peršviečiamos, ties jomis granuliacijos nėra. Ląstelės melsvos, $(2,5-3,9-6,7(7,5) \times 3,2-5,6 \mu\text{m}$. Apikalinė ląstelė užapvalinta, sienelė nesustorėjusi.

Rūšis vystėsi ant akmenų, makrofitų. Epifitone vystėsi kartu su *Phormidium autumnale*. Lietuvoje reta (priedo 3 lentelė). Paplitimas Europoje: rūšis labai dažna. Vystosi gėluosiuose stovinčiuose ir tekančiuose vandenyse, upėse, kriokliuose, šaltiniuose. Aptinkama ir dirvožemyje, ryžių laukuose, ant sienų, šiltnamiuose. Vystosi ant samanų, irstančių augalų, perfitinė, epilitinė (ELENKIN, 1949; GOLLERBAH et al., 1953; STARMACH, 1966; WHITTON et al., 1998; CALVO et al., 1999; PEÑA & BÁRBARA, 2002; WHITTON, 2002; BÁRBARA et al., 2003; 2005; DIAZ-TAPIA & BÁRBARA, 2005; KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS, 2005; GUIRY & GUIRY, 2011; CĂRĂUȘ, 2012).

Phormidium retzii (Agardh) Gomont ex Gomont 1892 (priedo 27 pav.)

Makroskopiniai gniužulai, šviesiai melsvos ar tamsiai mėlynos tamprios plėvelės. Pasitaiko ir purių kuokštų. Siūlai lankstūs, vietomis išsidėstę vijomis, su gleivėmis ir be jų. Siūlai ties skersinėmis pertvarėlėmis neįsmaugti. Ląstelės be granuliacijos, $3,4-7,5 \times 5,7-6,6 \mu\text{m}$. Galinė ląstelė kartais ilgesnė, siekia iki $9,3 \mu\text{m}$ ilgio, plačiai užapvalinta. Siūlas nesiaurėja, be kaliptros.

Rūšis aptikta dumblingame smėlyje, ant akmenų, makrofitų, po vandeniui esančių medžio šakų. Epilitone, epipelone ir epidendrone vystėsi kartu su *Geitlerinema splendidum*, *Microcoleus subtorulosus*, *Phormidium tinctorium*, *P. uncinatum*, *Stigeoclonium tenue*. Lietuvoje apyretė (priedo 3 lentelė). Paplitimas Europoje: rūšis labai dažna. Vystosi gėluosiuose, šaltiniuose tekančiuose ar sekliuose stovinčiuose telkiniuose, kriokliuose, daugiausiai šiauriniuose regionuose ir kalnuose. Bentosinė, prisitvirtinusi ant akmenų, uolų, po vandeniui esančių medžio šakų, ir kitų objektų (ELENKIN, 1949; GOLLERBAH et al., 1953; STARMACH, 1966; ALVAREZ-COBELAS & GALLARDO, 1988; ABOAL, 1996; WHITTON et al., 1998; WHITTON, 2002; CĂRĂUȘ, 2003; 2012; FURNARI et al., 2003; KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS, 2005; TÄUSCHER, 2011; GUIRY & GUIRY, 2011).

Phormidium stagninum Anagnostidis 2001 (priedo 28 pav.)

Makroskopiniai gniužulai. Siūlai su storomis ir ryškiomis gleivėmis, iki 0,63 μm storio. Gleivės bespalvės arba švelniai gelsvos. Siūlas švelniai granuliuotas, ties ląstelių pertvarėlėmis aiškiai įsmaugtas. Ląstelės 2,53–3,96 × 7,92–8,86 μm. Apikalinė ląstelė plačiai užapvalinta, sienelė nesustorėjusi.

Rūšis aptikta dumblingame smėlyje, ant makrofitų. Epipelone ir epifitone vystėsi kartu su *P. tinctorium*. Lietuvoje labai reta (priedo 3 lentelė). Paplitimas Europoje: rūšis labai dažna temperatinėje zonoje. Paplitusi gėluosiuose stovinčiuose vandenyse, bet daugiausiai šaltose mineralingose versmėse (ELENKIN, 1949; GOLLERBAH et al., 1953; STARMACH, 1966; ALVAREZ-COBELAS & GALLARDO, 1988; KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS, 2005; GUIRY & GUIRY, 2011; CĂRĂUȘ, 2012).

Phormidium tinctorium Kützing ex Gomont 1892 (priedo 29 pav.)

Makroskopiniai sodriai mėlynos spalvos gniužulai. Siūlai susisukę į vijas. Plėvelinius gniužulus sudaro dumbliai su storomis ar neryškiomis 1,0–1,3 μm

storio gleivėmis, kuokštinius – gleivių neturintys dumbliai. Siūlai ties skersinėmis pertvarėlėmis aiškiai įsmaugti. Ląstelės kvadratinės arba šiek tiek ilgesnės nei plotis, (3,8–)5,1–7,9 × 5,7–7,9 μm, švelniai granuluotos. Apikalinė ląstelė piramidės formos, be kalptros.

Rūšis aptikta dumblingame smėlyje, ant akmenų, makrofitų, po vandeniui esančių medžio šakų. Epifitone, epilitone ir epidendrone vystėsi kartu su *Microcoleus subtorulosus*, *Phormidium retzii*. Lietuvoje dažna (priedo 3 lentelė). Paplitimas Europoje: rūšis labai dažna. Vystosi gėluosiuose vandenyse, upeliuose ir upėse. Bentosinė, dažniausiai epilitinė (ELENKIN, 1949; GOLLERBAH et al., 1953; STARMACH, 1966; ALVAREZ-COBELAS & GALLARDO, 1988; CĂRĂUȘ, 2003; 2012; KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS, 2005; GUIRY & GUIRY, 2011).

OSCILLATORIACEAE (S. F. Gray) Harvey ex Kirchner 1898

Homoeothrix juliana (Bornet et Flahault) Kirchner 1898 (priedo 30 pav.)

Mikroskopiniai, tamsiai mėlyni nešakoti iki 240 μm ilgio siūlai, apikalinėje dalyje siaurėja ir kartais pereina į plauką, prie substrato – plėtėja. Gleivės storos, 0,6–1,3(2,5) μm, ryškios, nuo balsvos iki gelsvos spalvos. Ląstelės 10,1 × (3,4)8,9–12,7 μm, apikalinėje dalyje – 3,1 × 2,3 μm.

Rūšis aptikta ant akmenų, makrodumblių *Scytonema crispum* gniužulų, makrofitų. Epilitone vystosi kartu su *Rivularia dura*. Lietuvoje reta (priedo 3 lentelė). Paplitimas Europoje: rūšis labai dažna. Vystosi gėluosiuose, tekančiuose, rečiau stovinčiuose vandenyse ir šaltiniuose. Perifitinė, epilitinė, daugiausiai vystosi ant kalkingų substratų, moliuskų geldelių. Visuomet tvirtinasi žemiausioje akmens vietoje, rečiau aptinkama tarp kitų dumblių ar kaip epifitinė (ELENKIN, 1949; GOLLERBAH et al., 1953; ABOAL, 1988; 1989; ALVAREZ-COBELAS & GALLARDO, 1988; WHITTON, 2002; KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS, 2005; GUIRY & GUIRY, 2011).

NOSTOCALES

ANABAENACEAE Elenkin

Cylindrospermum michailovskoënsë Elenkin 1911 (priedo 31 pav.)

Makroskopiniai gleivėti siūlai tampriai suspausti. Siūlai melsvi, ties skersinėmis pertvarėlėmis įsmaugti. Ląstelės granuliuotos, nuo kvadratinių iki cilindriškų, $2,5-5,6(6,3) \times 2,5-4,2 \mu\text{m}$. Heterocistos apikalinės, pailgos, $(4,2)5,1-12,6 \times 2,8-6,3(7,4) \mu\text{m}$. Bepalvės gleivingu paviršiumi akinėtės siūluose po vieną: cilindriškos (jauni siūlai), elipsoidiškos, $10,1-29,1 \times 5,1-14,7(-16,8) \mu\text{m}$. Subrendusių sporų gelsvas apvalkalas, $22,8-25,1 \times 13,9-15,2 \mu\text{m}$.

Rūšis aptikta ant makrodumblių *Spirogyra* spp. gniužulų, makrofitų. Lietuvoje labai reta (priedo 3 lentelė). Paplitimas Europoje: rūšis reta. Vystosi gėluosiuose stovinčiuose vandenyse (ežeruose, tvenkiniuose, balose) tarp kitų bentoso dumblių, makrofitų. Rečiau aptinkama šlapiame dirvožemyje, planktone, edafone (ELENKIN, 1938; GOLLERBAH et al., 1953; STARMACH, 1966; ALVAREZ-COBELAS & GALLARDO, 1988; CĂRĂUȘ, 2003; 2012; GUIRY & GUIRY, 2011).

SCYTONEMATACEAE (Kützing) Elenkin

Scytonema crispum (C. Agardh) Bornet 1889 (priedo 32 pav.)

Makroskopiniai melsvi tariamai šakoti siūlai, plotis $22,8-27,8 \mu\text{m}$. Siūlus dengia storos aiškiai sluoksnuotos gelsvos gleivės. Siūlai ties skersinėmis pertvarėlėmis stipriai įsmaugti. Ląstelės $3,8-6,3 \times 17,7-22,8 \mu\text{m}$. Heterocistos trumpos, apvaliai kvadratiškos, $11,6-30,4 \times (13,9)17,7-20,2 \mu\text{m}$.

Rūšis aptikta ant makrofitų. Epifitone vystėsi kartu su *Rhizoclonium hieroglyphicum*. Lietuvoje labai reta (priedo 3 lentelė). Paplitimas Europoje: rūšis reta. Vystosi gėluosiuose, stovinčiuose ir greitai tekančiuose vandenyse. Meroplanktoninė arba epifitinė, siūlais tvirtinasi ant makrodumblių, makrofitų (ELENKIN, 1938; GOLLERBAH et al., 1953; STARMACH, 1966; ALVAREZ-COBELAS & GALLARDO, 1988; WHITTON et al., 1998; WHITTON, 2002; KOMÁREK et al., 2003; GUIRY & GUIRY, 2011).

RIVULARIACEAE (Meneghin) Elenkin

Calothrix cf. *fusca* (Kützing) Bornet et Flahault 1886 (priedo 33 pav.)

Mikroskopiniai pavieniai siūlai, palaiptiesiems siaurėja, apikalinėje dalyje pereina į ilgą plauką. Siūlai ties skersinėmis pertvarėlėmis neišmaugti arba labai neryškiai, turi sluoksniuotas bespalves gleives. Ląstelės melsvos, $3,8-6,3 \times 7,6-12,7 \mu\text{m}$. Heterocistos bazalinės, $(5,1)6,3-7,6 \times (5,1)10,1-13,9 \mu\text{m}$.

Rūšis aptikta dumblingame smėlyje, ant akmenų, makrodumblių *Chaetophora elegans* gniužuluose. Lietuvoje labai reta (priedo 3 lentelė). Paplitimas Europoje: rūšis reta. Vystosi gėluosiuose vandenyse, kitų makrodumblių (pavyzdžiui, *Chaetophora*) gleivėse, taip pat kalkinėse nuosėdose (ELENKIN, 1949; GOLLERBAH et al., 1953; STARMACH, 1966; ABOAL & LLIMONA, 1984a,b; ABOAL, 1988; 1996; ALVAREZ-COBELAS & GALLARDO, 1988; ABOAL et al., 1996; WHITTON et al., 1998; WHITTON, 2002; CÄRÄUŞ, 2003; TASKIN et al., 2008; GUIRY & GUIRY, 2011).

Calothrix ramenskii Elenkin 1922 (priedo 34 pav.)

Mikroskopiniai pavieniai siūlai, apikalinėje dalyje palaiptiesiems siaurėja. Siūlas ties skersinėmis pertvarėlėmis neišmaugtas, turi sluoksniuotas bespalves gleives. Ląstelės trumpos $3,8 \times 34,2 \mu\text{m}$. Heterocistos bazalinės, $7,6 \times 22,8 \mu\text{m}$.

Rūšis aptikta ant *Scytonema crispum* gniužulų. Lietuvoje labai reta (priedo 3 lentelė). Paplitimas Europoje: rūšis reta. Vystosi ežeruose, epifitas ant makrodumblių (*Cladophora*, *Nostoc*), makrofitų (ELENKIN, 1949; GOLLERBAH et al., 1953; STARMACH, 1966; ABOAL, 1988; ALVAREZ-COBELAS & GALLARDO, 1988; TÄUSCHER, 2011; GUIRY & GUIRY, 2011).

Rivularia dura (Roth) Bornet et Flahault 1886 (priedo 35 pav.)

Makroskopinis sferiškas tvirtas iki 1 mm skersmens gniužulas. Siūlai išdėstyti kompaktiškai, neinkrustuoti, tiesūs, nešakoti, $(2,5)8,4-14,7(16,8) \mu\text{m}$ pločio, gniužule išsidėstę radialiai. Ties pamatine dalimi siūlai platesni, $(4,2)5,2-$

6,3(8,4) μm , apikalinėje dalyje užsibaigia ilgu plauku, turi nesluoksniuotas ar neryškiai sluoksniuotas gleives. Ląstelės (1,5)2,5–4,2(6,3) \times 3,2–4,2(6,3) μm . Viena bazalinė sferiška heterocista, skersmuo (3,2)4,2 (5,0) μm .

Rūšis aptikta ant akmenų, makrofitų. Epilitone ir epifitone vystėsi kartu su *Chaetophora elegans*, *Homoeothrix juliana*. Lietuvoje reta (priedo 3 lentelė). Paplitimas Europoje: rūšis apyretė, vystosi negausiai. Aptinkama stovinčiuose sekliuose, tekančiuose ir labai kalkinguose vandenyse. Aptinkamos ant akmenų, moliuskų geldelių, makrofitų (įskaitant *Chara*) (ELENKIN, 1949; GOLLERBAH et al., 1953; STARMACH, 1966; ABOAL & LLIMONA, 1984a,b; ABOAL, 1988; 1989; ALVAREZ-COBELAS & GALLARDO, 1988; WHITTON et al., 1998; WHITTON, 2002; CĀRĀUŠ, 2003; 2012; KOMÁREK et al., 2003; GUIRY & GUIRY, 2011).

RHODOPHYCEAE

GONIOTRICHALES

GONIOTRICHACEAE G. M. Smith 1933

Chroodactylon ornatum (C. Agardh) Basson 1979 (priedo 36 pav.)

Gniužulą sudaro netikro šakojimosi 38–810 μm ilgio siūlai. Siūlai sudaryti iš viena eile išsidėsčiusių elipsiškų ląstelių, (3,8)5,1–10,12(16,0) \times 4,8–8,9 μm . Ląstelės plotis (2,5)3,2–5,7(6,3) μm , turi bespalvį gleivingą apvalkalą. Chloroplastas žvaigždėškis, ląstelės centre vienas pirenoidas.

Rūšis aptikta ant *Cladophora glomerata*, *Heteroleibleinia ucrainica* ir *Ulva flexuosa* gniužulų. Lietuvoje labai reta (priedo 3 lentelė). Paplitimas Europoje: rūšis labai dažna, vystosi negausiai. Aptinkama gėluosiuose vandenyse, upėse, ežeruose, kieto vandens kūdrose, tvenkiniuose. Paplitusi švariuose bei organinėmis medžiagomis užterštuose vandens telkiniuose. Epifitas ant siūlinių dumblių (*Cladophora*, *Rhizoclonium*) ir makrofitų, meroplanktoninė (VINOGRADOVA et al., 1980; ALVAREZ-COBELAS, 1984; DIAPOULIS et al., 1986; ATHANASIADIS, 1987; VIS & SHEATH, 1993; NIELSEN et al., 1995; GUIRY, 1997; WHITTON et al., 1998; FURNARI et al., 1999; KUMANO, 2002; SHEATH & SHERWOOD, 2002; CĀRĀUŠ, 2003; HARDY & GUIRY, 2003; VRHOVSEK et al.,

2006; ELORANTA & KWANDRANS, 2007; WOŁOWSKI et al., 2007; ELORANTA et al., 2011; ir kt.).

ACROCHAETIALES

ACROCHAETIACEAE Fritsch ex Taylor 1957

Audouinella hermannii (Roth) Duby in de Candolle 1830 (priedo 37 pav.)

Makroskopinis rausvos spalvos siūlinis gniužulas, kuokštelių aukštis iki 2 mm. Siūlai netaisyklingai šakoti, šoninis šakojimasis $> 25^\circ$ kampu. Pagrindinio siūlo vegetatyvinės ląstelės cilindrinės, $(20,4-27,8-45,6 \times 7,2-12,7 \mu\text{m})$. Monosporangės sferiškos arba elipsės formos, $7,2-12,7 \times 4,8-10,1(-12,7) \mu\text{m}$, formuojasi ant šoninių šakučių, sudarytų iš 2–4 ląstelių, esančių pagrindinio siūlo vidurinėje dalyje. Chloroplastas juostiškas, be pirenoidų.

Rūšis aptikta ant akmenų, žvirgždo, makrodumblių *Cladophora glomerata* ir *Lemanea fluviatilis* gniužulų, makrofitų, pasinėrusių po vandeniu medžio šakų, antropogeninės kilmės substratų. Epilitone ir epidendrone vystėsi kartu su *Cladophora glomerata*, *Hildenbrandia rivularis*, *Batrachospermum* sp. ir kitomis *Audouinella* genties rūšimis. Lietuvoje apyretė (priedo 3 lentelė). Paplitimas Europoje: rūšis labai dažna borealinėje, temperatinėje zonoje. Vystosi gėluosiuose vandenyse: upėse, upeliuose ir upokšniuose. Tolerantiška organiniam užterštumui. Epifitinė ant siūlinių dumblių (*Lemanea*, *Cladophora*), makrofitų, epilitinė, epidendrinė (VINOGRADOVA et al., 1980; ALVAREZ-COBELAS, 1984; SABATER et al., 1989; ABOAL et al., 1996; ROTT et al., 1996; WHITTON et al., 1998; KUMANO, 2002; SHEATH & SHERWOOD, 2002; VRHOVSEK et al., 2006; ELORANTA & KWANDRANS, 2007; ELORANTA et al., 2011; GUIRY & GUIRY, 2011).

THOREALES

THOREACEAE (Reichenbach) Hassall 1845

Thorea hispida (Thore) Desvaux 1818 (priedo 38 pav.)

Makroskopinis tvirtas, rudos spalvos, 0,7–1,0 m ilgio, gausiai šakotas siūlinis gniužulas, 2,5 mm siūle yra 1–6 antrinių atšakų. Siūlai daugiaašiai, aiškus išorinis asimiliacinių siūlų ir vidinės šerdies sluoksniai. Siūlo skersmuo (1,6–)1,8–2,5 (–2,8) mm (rudeni iki 3,5 mm), turi gleivėtą apvalkalą. Vidinės šerdies skersmuo nuo 120–370(–400) μm (vasarą) iki 600–700(–800) μm (rudeni). Asimiliaciniai siūlai negausiai šakoti arba visai nešakoti, vasarą jų ilgis (300–)500–1000(–1100) μm , rudeni – (80–)90–110 μm . Siūlai sudaryti iš 15–28 ląstelių (30,4–)37,9–50,6(–55,7) \times (5,1–)6,3–7,6(–10,1) μm (platesnės rudeni (7,6–10,1(–12,7) μm)). Karposporangės elipsiškos ir plačiai kiaušiniškos, išsidėsčiusios gonimoblastinių siūlų terminalinėse dalyse grupėmis po 8, (17,7–)20,2–25,3(–27,8) \times (10,1)12,7–13,9(–15,2) μm . Monosporangės kiaušiniškos, išsidėsčiusios asimiliacinių siūlų pamatinėse dalyse grupėmis po 3, 17,7–25,3 \times 7,6–10,1 μm . Rudeni monosporangės siaurai kiaušiniškos, (20,2–)22,8–27,8(–35,4) \times 10,1–12,7(–15,2) μm . Pavieniais atvejais monosporangės aptinkamos asimiliacinių siūlų apikalinėse dalyse.

Rūšis aptikta ant akmenų, žvirgždo, po vandeniui esančių medžio šakų, antropogeninės kilmės substratų. Epilitone ir epidendrone vystėsi kartu su *Cladophora glomerata*, *Phormidium uncinatum*, *Vaucheria sessilis* ir *Audouinella genties* dumbliais. Lietuvoje labai reta (priedo 3 lentelė). Paplitimas Europoje: rūšis apyretė, vystosi negausiai. Aptinkama visoje temperatinėje zonoje, gėluosiuose, greitai arba lėtai tekančiuose šiltuose vandens telkiniuose, upėse, upokšniuose, grioviuose. Epipsamitas, epilitas. Kai kuriose šalyse rūšis įtraukta į raudonąją knygą (VINOGRADOVA et al., 1980; TOMÁS, 1981; JOHN et al., 1989; SCHNEPF, 1992; DEN HARTOG & LOKHORST, 1995; LUDWIG & SCHNITTLER, 1996; CVIJAN, 2000; KUMANO, 2002; SHEATH & SHERWOOD, 2002; ČARĀUŠ, 2003; SHEATH, 2003; TSEKOS et al., 2004; KUSBER et al., 2005; ELORANTA &

KWANDRANS, 2007; TASKIN et al., 2008; TEMNISKOVA et al., 2008; SIMIĆ et al., 2010; SIMIĆ & PANTOVIĆ, 2010; ELORANTA et al., 2011; GUIRY & GUIRY, 2011; KWANDRANS & JOHN, 2011; ir kt.).

XANTOPHYCEAE

MISCHOCOCCALES

***CHARACIOPSIDACEAE* Pascher**

Characiopsis* cf. *acuta (A. Braun) Borzí 1895 (priedo 39 pav.)

Mikroskopiniai vienaląščiai dumbliai. Ląstelė verpstiška, apikalinėje dalyje smailėja, $15,2 \times 5,1 \mu\text{m}$. Prie substrato tvirtinasi pamatinėje ląstelės dalyje esančia gleivinga kojele, $2,5 \mu\text{m}$ aukščio. Chloroplastai pasieniai dribsnio formos, su pirenoidais.

Rūšis aptikta ant makrodumblių *Vaucheria sessilis* gniužulų. Lietuvoje labai reta (priedo 3 lentelė). Paplitimas Europoje: rūšis reta. Vystosi įvairiuose vandens telkiniuose. Epifitas ant makrodumblių, makrofitų, kartais vystosi ant planktoninių vėžiagyvių (DEDUSENKO-ŠEGOLEVA & GOLLERBAH, 1962; ALVAREZ-COBELAS, 1984; WHITTON et al., 1998; JOHNSON, 2002; ČARĀUŠ, 2003; 2012; OTT & OLDHAM-OTT, 2003; GUIRY & GUIRY, 2011).

Characiopsis heeringiana Pascher 1925 (priedo 40 pav.)

Mikroskopiniai vienaląščiai dumbliai, pavieniai. Ląstelė lašo formos, apikalinėje dalyje nusmailėjusi, $10,6\text{--}16,9 \times (5,0\text{--})6,1\text{--}8,8 \mu\text{m}$. Prie substrato tvirtinasi pamatinėje ląstelės dalyje esančia trumpa gleivinga kojele, $1,4 \mu\text{m}$ aukščio, $1,2\text{--}3,3 \mu\text{m}$ pločio.

Rūšis aptikta ant makrodumblių *Oedogonium* spp. gniužulų. Lietuvoje labai reta (priedo 3 lentelė). Paplitimas Europoje: trūksta duomenų. Vystosi gėluosiuose vandenyse, epifitas (DEDUSENKO-ŠEGOLEVA & GOLLERBAH, 1962; OTT & OLDHAM-OTT, 2003).

Characiopsis heeringiana* f. *heeringiana Pascher (priedo 41 pav.)

Mikroskopiniai vienaląščiai dumbliai, pavieniai ar gausiomis kolonijomis. Ląstelė lašo formos, apikalinėje dalyje nusmailėjusi, ties pagrindu – stipriai išplatėjusi, $20,5\text{--}33,4 \times 15,2\text{--}20,3 \mu\text{m}$. Prie substrato tvirtinasi pamatinėje ląstelės dalyje esančia įvairaus ilgio $1,8\text{--}2,6 \mu\text{m}$ gleivinga kojele. Kojelė ties tvirtinimosi vieta išplatėjusi, plotis $3,3\text{--}5,7 \mu\text{m}$.

Rūšis aptikta ant *Cladophora glomerata*, *Oedogonium* spp. ir *Rhizoclonium hieroglyphicum* gniužulų, makrofitų. Lietuvoje apyretė (priedo 3 lentelė). Paplitimas Europoje: trūksta duomenų. Vystosi gėluosiuose vandenyse. Epifitas ant siūlinių dumblių (DEDUSENKO-ŠEGOLEVA & GOLLERBAH, 1962; OTT & OLDHAM-OTT, 2003).

Characiopsis microcysticola Skuja (priedo 42 pav.)

Mikroskopiniai vienaląščiai dumbliai, pavieniai ar gausiomis kolonijomis. Ląstelė verpstiška, abu galai lankiškai nusmailėję, $12,9\text{--}14,7 \times 3,2\text{--}3,8 \mu\text{m}$. Prie substrato tvirtinasi vienu ląstelės galu.

Rūšis aptikta ant *Cladophora glomerata*, *Oedogonium* spp., *Rhizoclonium hieroglyphicum*, *Spirogyra* spp., *Vaucheria sessilis* gniužulų. Lietuvoje apyretė (priedo 3 lentelė). Paplitimas Europoje: trūksta duomenų. Vystosi gėluosiuose vandenyse, ežeruose, tvenkiniuose. Epifitinė ant kitų dumblių, kartais tvirtinasi ant *Microcystis* kolonijų (DEDUSENKO-ŠEGOLEVA & GOLLERBAH, 1962; OTT & OLDHAM-OTT, 2003).

CHLOROPHYCEAE

SPHAEROPLEALES

CHARACIACEAE (Nägeli) Wittrock 1872

Pseudochlorothecium mucigenum Korshikov 1953 (priedo 43 pav.)

Mikroskopiniai vienaląščiai dumbliai, pavieniai. Ląstelė lašo formos, apikalinėje dalyje nusmailėjusi, ties pagrindu – stipriai išplatėjusi iki $32,9 \times$

22,8 µm. Prie substrato tvirtinasi pamatinėje ląstelės dalyje esančia gleivinga 2,5 µm ilgio kojele. Chloroplastai disko formos, pasieniai. Be pirenoidų.

Rūšis aptikta ant makrodumblių *Oedogonium* spp. gniužulų. Lietuvoje labai reta (priedo 3 lentelė). Paplitimas Europoje: trūksta duomenų. Vystosi gėluosiuose vandenyse, epifitinė ant kitų dumblių (KOMÁREK & FOTT, 1983).

CHAETOPHORALES

CHAETOPHORACEAE Greville 1824

Stigeoclonium carolinianum Islam (priedo 44 pav.)

Makroskopiniai šviesiai žali netvarkingai šakoti siūliniai gniužulai. Pagrindinio siūlo ląstelės cilindriškos, 9,2–15,2 × 8,9–13,3 µm. Siūlai ties skersinėmis pertvarėlėmis neįsmaugtos arba labai švelniai įsmaugtos. Galinės ląstelės kūgio formos. Pagrindinio siūlo pirmojo šakojimosi šakučių pamatinėse dalyse formuoja elipsoidines sporangių formos ląsteles, 16,8–31,0 × 7,0–9,7 µm.

Rūšis aptikta ant makrofitų. Lietuvoje labai reta (priedo 3 lentelė). Paplitimas Europoje: trūksta duomenų. Vystosi gėluosiuose švairiuose vandenyse, epilitas (STARMACH, 1972; MOŠKOVA & GOLLERBAH, 1986).

SCHIZOMERIDACEAE G. M. Smith 1933

Schizomeris leibleinii Kützing 1843 (priedo 45 pav.)

Makroskopinis nešakotas cilindro formos siūlinis gniužulas, tam tikrais intervalais įsmaugtas, skersmuo 21,9–53,6 µm. Pamatinė siūlo dalis vienaeilė, vėliau pereina į daugiaeilį tvirtą parenchiminį cilindrą. Ląstelės ties siūlo pagrindu cilindriškos, aukščiau – kvadratiškos, ląstelių ilgis 6,0–15,8 µm.

Rūšis aptikta tarp *Cladophora glomerata* ir *Rhozoclonium hieroglyphicum* gniužulų, makrofitų. Lietuvoje labai reta (priedo 3 lentelė). Paplitimas Europoje: rūšis apyretė, vystosi negausiai. Paplitusi gėluosiuose stovinčiuose ir tekančiuose vandenyse: upėse, ežeruose, tvenkiniuose, kanaluose. Paplitusi nežymiai užterštuose, stipriai eutrofiniuose ar nuotekomis paveiktuose telkiniuose. Vystosi ant įvairių substratų: akmenų, makrodumblių, makrofitų, po vandeniu esančių

medžio kamienų, moliuskų geldelių (STARMACH, 1972; ALVÁREZ-COBELAS & GALLARDO, 1986; MOŠKOVA & GOLLERBAH, 1986; CAMBRA SÁNCHEZ et al., 1998; WHITTON et al., 1998; JOHN, 2002a; 2003; CĂRĂUȘ, 2003; 2012; GUIRY & GUIRY, 2011).

ULVOPHYCEAE

ULVALES

ULVACEAE J. V. Lamouroux ex Dumortier 1822

Ulva flexuosa Wulfen 1803 (priedo 46 pav.)

Makroskopinis plokštelinis gniužulas, siūlai nuo siaurų vamzdelių iki 1,0–1,5 cm pločio, retai šakoti. Vamzdeliniuose ir jaunų šakelių siūluose ląstelės išsidėsčiusios taisyklingomis išilginėmis, plokštelinėse – išilginėmis bei skersinėmis eilėmis. Ląstelės keturkampės ar stačiakampės, $10,1\text{--}25,3 \times 7,6\text{--}17,7 \mu\text{m}$. Chloroplastuose po (1–)2–4 pirenoidus.

Rūšis aptikta ant akmenų. Epilitone vystėsi kartu su *Cladophora glomerata*, *Oedogonium* spp. ir *Phormidium* genties dumbliais. Lietuvoje reta (priedo 3 lentelė). Paplitimas Europoje: rūšis labai dažna. Vystosi įvairaus druskingumo vandens telkiniuose: jūrų uostuose, druskėtose pelkėse, tvenkiniuose, upių žiotyse, labai greitos ar lėtos tėkmės kalkingose upėse. Paplitusi švairiuose arba užterštuose vandens telkiniuose. Aptinkama krantų litoralinėje ir sublitoralinėje zonose, upių užutekiuose. Vystosi bentose: epilitone, epifitone ant kitų dumblių, makrofitų; meroplanktone (STARMACH, 1972; MOŠKOVA & GOLLERBAH, 1986; BURROWS, 1991; FURNARI et al., 1999; TITTLE, 2002; GOROSTIAGA et al., 2004; HAYDEN & WAALAND, 2004; BÁRBARA et al., 2005; BRODIE et al., 2007; TASKIN et al., 2008; ARAUJO et al., 2009; CIRES RODRIGUEZ & CUESTA MOLINER, 2010; HERNÁNDEZ et al., 2010; MESSYASZ et al., 2010a,b; RYBAK & MESSYASZ, 2010; MARES et al., 2011; SFRISO, 2011; BEROV et al., 2012; CĂRĂUȘ, 2012; CONDE-ALVAREZ et al., 2012; ir kt.).

ZYGNEMATOPHYCEAE

DESMIDIALES

CLOSTERIACEAE Bessey 1907

Closterium ehrenbergii* var. *malinvernianum (De Notaris) Rabenhorst (priedo 47 pav.)

Mikroskopinės išlenktos ląstelės. Ties ląstelės įsmaugimo vieta, ryškaus praplatėjimo nėra. Ląstelės $300\text{--}630 \times (50)89\text{--}119 \mu\text{m}$. Chloroplastai su gausiais pirenoidais.

Rūšis aptikta ant *Cladophora glomerata*, *Phormidium retzii*, *Rhizoclonium hieroglyphicum*, *Vaucheria sessilis* gniužulų, makrofitų. Lietuvoje dažna (priedo 3 lentelė). Paplitimas Europoje: rūšis apyretė. Vystosi gėluosiuose šarminiuose vandenyse, greitai tekančiuose upėse ir upeliuose, ežeruose, grioviuose. Aptinkama bentose, epifitas ant makrofitų (COESEL, 1983; LENZENWEGER, 1996; WHITTON et al., 1998; KOUWETS, 1999; BROOK & JOHNSON, 2002; ABDELAHAD et al., 2003; CĂRĂUȘ, 2003; PALAMAR'-MORDBINCEVA, 2003; VRHOVSEK et al., 2006; GUIRY & GUIRY, 2011).

4.2.4. FITOBENTOSO MAKRODUMBLIŲ MOLEKULINIAI TYRIMAI

Makrodumblių rūšių identifikavimas buvo atliktas remiantis *rbcL*, 18S rRNR genų ir ITS1 sričių sekoskaitos rezultatais. Atlikus DNR sekvenavimą gautos *rbcL* geno 20-ies pavyzdžių (fragmento ilgis 444–1243 bp), 18S rRNR – 4-ių pavyzdžių (732–850 bp), ITS1 – 71 pavyzdžio (460 bp) kokybiškos nukleotidų sekos.

Reofilinių žaliadumblių *Cladophora glomerata* genetinio polimorfizmo nustatymui klonuota ITS1 sritis, nes PGR reakcijos produkto kiekio nepakako atlikti sekvenavimą. Atlikta 14-os *C. glomerata* Babrungo upės pavyzdžių, 12-os – Kösterbeck, 11-os – Ančios, 9-ių – Siesarčio, po 7-is – iš Notės, Novos ir Versekos ir 4-ių Tatulos upės dumblių pavyzdžių ITS1 srities sekoskaita. Pagausinti DNR fragmentai apima tik ITS1 srities priekinę dalį, kurios sintezei

buvo naudotas ITS1 pradmuo, nes likusios srities DNR sintezės duomenys su ITS2 pradmeniu nebuvo gauti. Antrojo vidinio transkribuojamo tarpiklio (ITSII) DNR sekvenavimo, naudojant ITS3, ITS4 pradmenis, ir klonavimo duomenų taip pat nebuvo gauta.

4.2.4.1. Lietuvos upių makrodumblių rūšių identifikavimas ir genetinė įvairovė

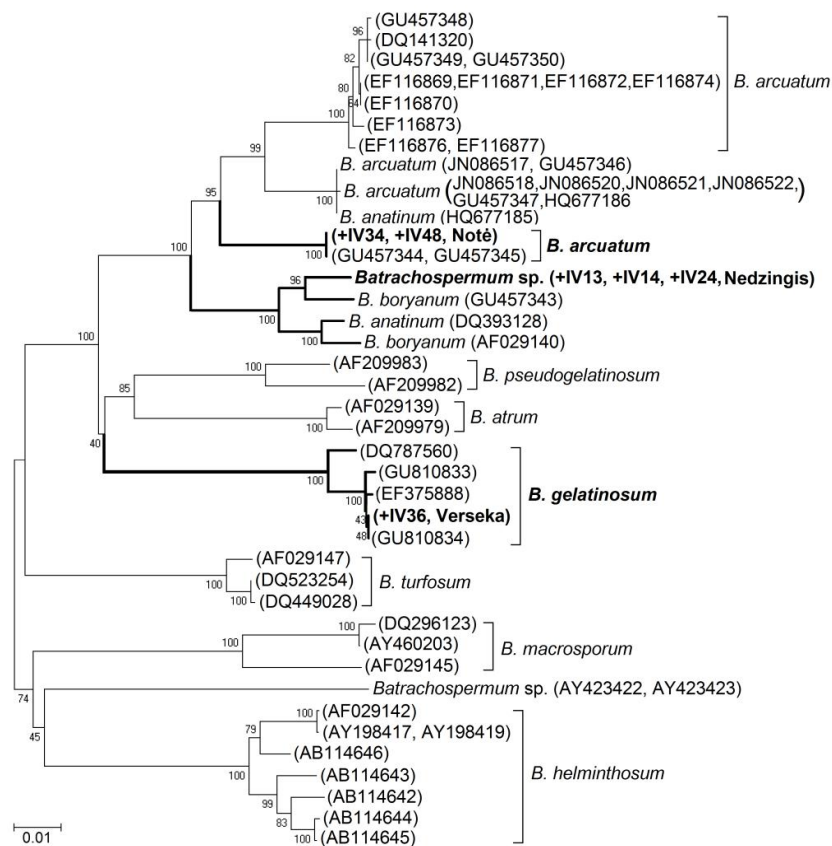
Atlikus bentoso makrodumblių populiacijų *rbcL* geno sekvenavimą gauti raudondumblių DNR fragmentai nuo 1182 iki 1243 bp, gelsvadumblių – nuo 898 iki 934 bp, o žaliadumblių – nuo 444 iki 706 bp. Pagal *rbcL* geno sekas nustatyta, kad *Cladophora glomerata* yra labiausiai genetiškai nutolusi (DNR sekų panašumas siekė 55,4–57,4 %) nuo kitoms sisteminėms grupėms priklausančių dumblių rūšių (priedo 11 lentelė). *C. glomerata* pavyzdžių surinktų iš Ančios ir Novos upių *rbcL* geno sekos identiškos (100 %). Raudondumblių *Hildenbrandia rivularis* pavyzdžiai paimti Novos ir Babrungo upėse skyrėsi nežymiai (sekų panašumas 99,7 %). Atlikus makrodumblių 18S rRNR geno sekvenavimą buvo gauti tik *Lemanea* ir *Thorea* raudondumblių duomenys, nes dėl nekokybiškų *Batrachospermum*, *Hildenbrandia*, *Vaucheria* ir *Cladophora* dumblių DNR sekų histogramos vaizdų geno sekos toliau nebuvo analizuotos. *Lemanea* ir *Thorea* dumblių 18S rRNR geno sekų panašumas 86,7–86,8 %.

Lietuvoje retų ir pagal morfologinius požymius sudėtingai būdinamų bentoso makrodumblių rūšių identifikavimas buvo atliktas, lyginant *rbcL* ir 18S rRNR genų bei ITS1 srities sekvenavimo duomenis su Genų banko (NCBI) duomenų bazėje esančiomis sekomis.

Batrachospermum genties raudondumblių pavyzdžių (+IV13, +IV14, +IV24, +IV34, +IV36, +IV48) *rbcL* geno sekos palygintos su NCBI duomenų bazėje esančiomis sekomis (12 pav.). Notės upės *B. arcuatum* populiacijos (+IV34, +IV48) pagal DNR sekas buvo identiškos Bulgarijoje aptiktoms rūšims (GU457344, GU457345), o Versekos upėje aptikta *B. gelatinosum* (+IV36) rūšis

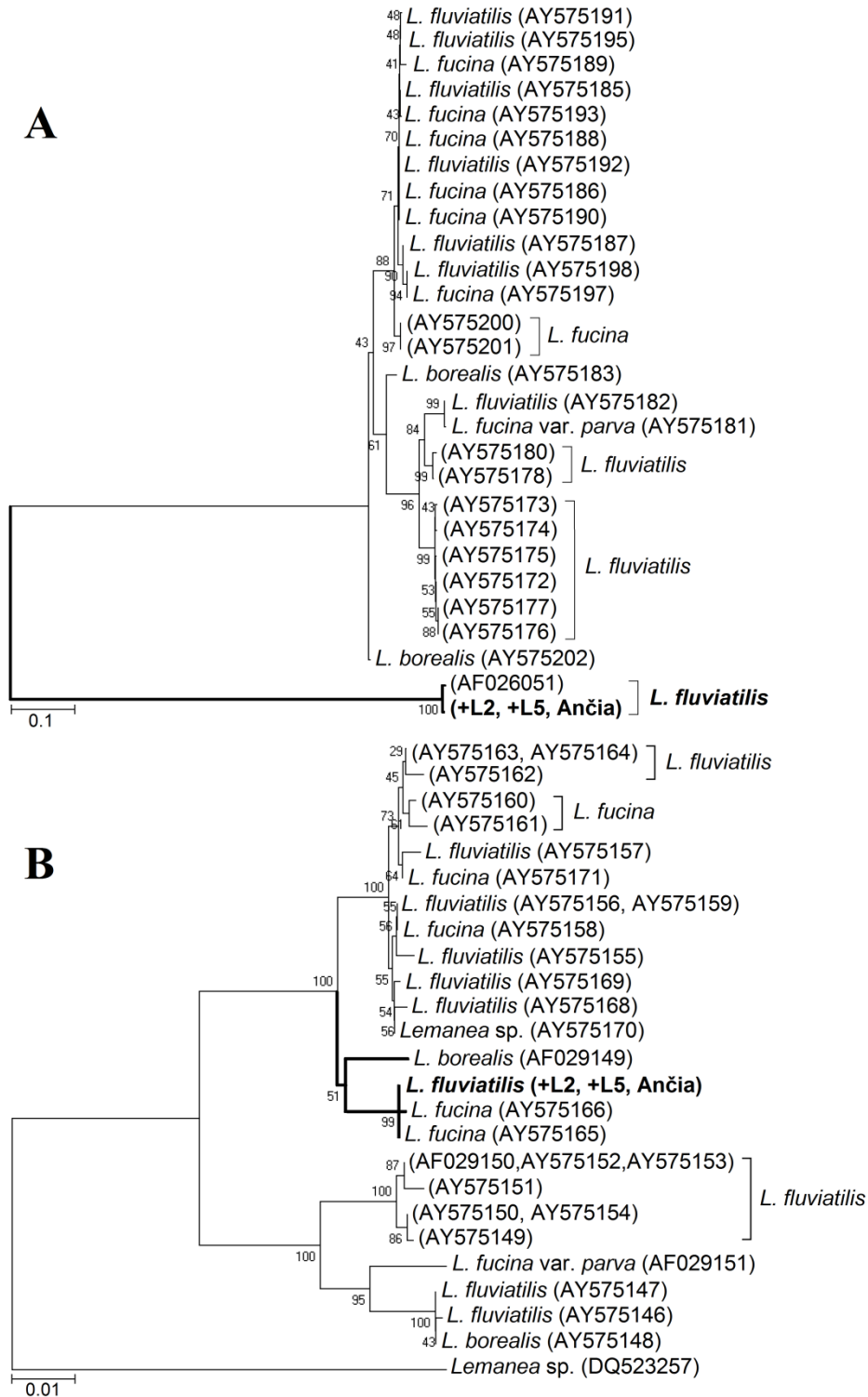
– Prancūzijoje paplitusiai rūšiai (GU810834). Nedzingio upėje aptiktos *Batrachospermum* (+IV13, +IV14, +IV24) jauni individai dar nebuvo suformavę lytinio dauginimosi organų, pagal kuriuos identifikuojama rūšis (KUMANO, 2002; ELORANTA et al., 2011). Šių raudondumblų pavyzdžių nepavyko apibūdinti iki rūšies ir molekuliniiais tyrimo metodais.

Raudondumblų *Lemanea fluviatilis* (+L2, +L5) rūšies apibūdinimas klasikiniiais metodais pagal morfologinius požymius buvo patvirtintas atlikus 18S rRNR geno sekų palyginimą su Genų banko duomenų bazėje esančiomis rūšies DNR sekomis (13 pav. A). Lietuvoje ir Kanadoje (AF026051) aptiktos *L. fluviatilis* pagal nustatytas 18S rRNR geno sekas buvo identiškios. Atlikti *L. fluviatilis rbcL* geno tyrimai identifikavimo rezultatų nedavė (13 pav. B).



12 pav. *Batrachospermum* genties raudondumblų *rbcL* geno sekų dendrograma, sudaryta artimiausių grupių apjungimo metodu naudojant 1205 bp ilgio DNR fragmentus.

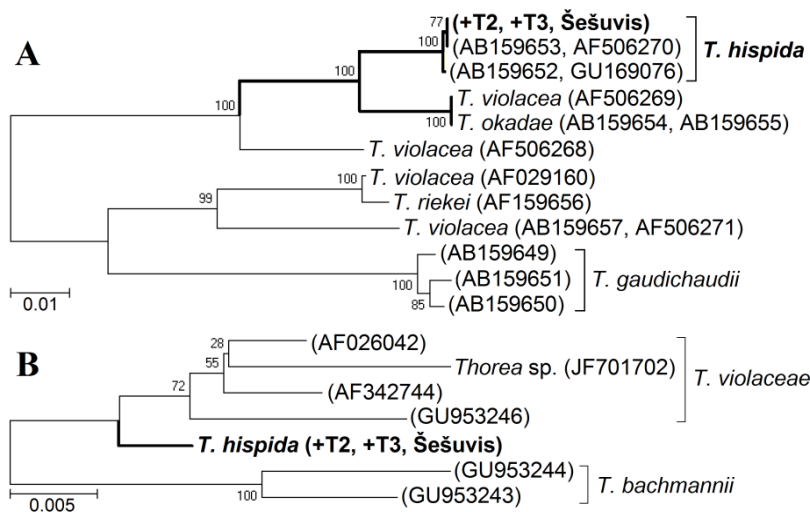
Paryškintos filogenetinio medžio atšakos – panašiausių rūšių pagal nukleotidų sekas grupė; paryškintas pavyzdys – makrodumblų pavyzdys paimtas iš Lietuvos upių.



13 pav. *Lemanea* dumblių 18S rRNR (A) ir *rbcL* (B) geno sekų dendrograma, sudaryta artimiausių grupių apjungimo metodu naudojant 721 bp (A) ir 1050 bp (B) ilgio DNR fragmentus.

Paryškintos filogenetinio medžio atšakos – panašiausių rūšių pagal nukleotidų sekas grupė; paryškintas pavyzdys – makrodumblių pavyzdys paimtas iš Lietuvos upių.

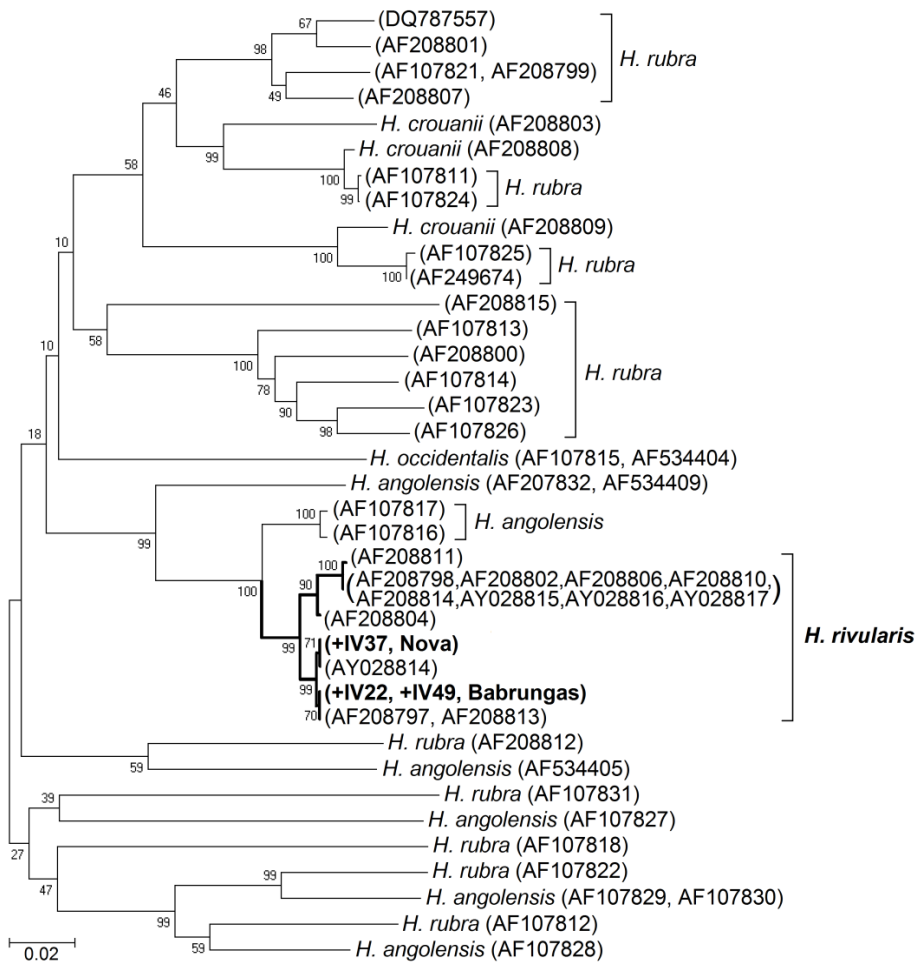
Kadangi Genų banke iki šiol nėra *Thorea hispida* 18S rRNR geno sekų, todėl klasikiniiais metodais apibūdintos *T. hispida* (+T2, +T3) *rbcL* ir 18S rRNR genų sekos palygintos su NCBI duomenų bazėje esančiomis visomis *Thorea* genties dumblių DNR sekomis (14 pav.). Tik *rbcL* geno sekų palyginimas leido patvirtinti *T. hispida* rūšies apibūdinimą pagal morfologinius požymius (14 pav. A). Lietuvoje aptiktos *T. hispida rbcL* geno seka yra identiška (100 %) Japonijoje (AB159653, AB159652), Kanadoje (AF506270) ir JAV (GU169076) aptiktų raudondumblių rūšių DNR sekoms.



14 pav. *Thorea* genties raudondumblių *rbcL* (A) ir 18S rRNR (B) geno sekų dendrograma, sudaryta artimiausių grupių apjungimo metodu naudojant 1189 bp (A) ir 899 bp (B) ilgio DNR fragmentus.

Paryškintos filogenetinio medžio atšakos – panašiausių rūšių pagal nukleotidų sekas grupė; paryškintas pavyzdys – makrodumblių pavyzdys paimtas iš Lietuvos upių.

Palyginus Novos (+IV37) ir Babrungo (+IV22, +IV49) upėse surinktų *Hildenbrandia rivularis* dumblių *rbcL* geno sekas su NCBI bazėje esančiais duomenimis (15 pav.), buvo patvirtinta pagal morfologinius požymius apibūdinta rūšis. Novos upėje rasti raudondumbliai buvo panašūs į Švedijoje (AY028814), o Babrungo upėje – į Austrijoje (AF208797) ir Velse (AF208813) aptinkamas *H. rivularis* rūšių populiacijas.



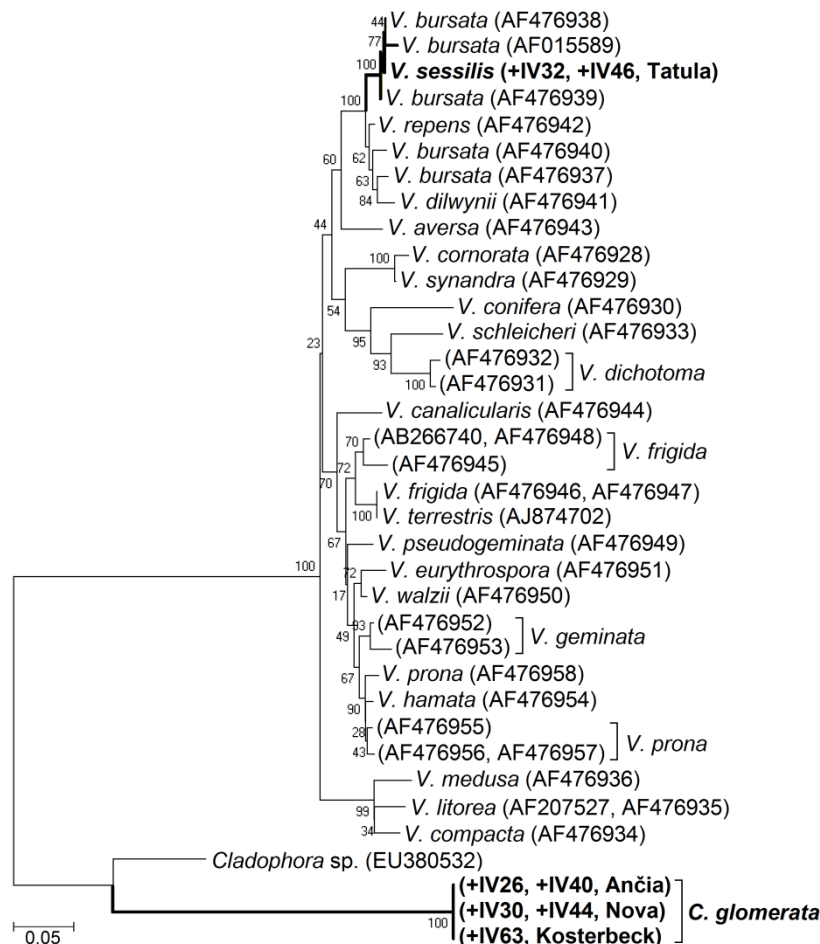
15 pav. *Hildenbrandia* genties raudondumblių *rbcL* geno sekų dendrograma, sudaryta artimiausių grupių apjungimo metodu naudojant 964 bp ilgio DNR fragmentus.

Paryškintos filogenetinio medžio atšakos – panašiausių rūšių pagal nukleotidų sekas grupė; paryškintas pavyzdys – makrodumblių pavyzdys paimtas iš Lietuvos upių.

Gelsvadumblių *Vaucheria sessilis* bei žaliadumblių *Cladophora glomerata rbcL* geno duomenų Genų banke nėra, todėl klasikiniiais metodais identifikuotos dumblių rūšys nebuvo patvirtintos. Lietuvoje aptinkamų rūšių *rbcL* geno sekos palygintos su NCBI bazėje esančiomis *Vaucheria* ir *Cladophora* genčių DNR sekomis (16 pav.). Tatulos (+IV32, +IV46) upėje aptikta *Vaucheria sessilis* pagal nustatytas nukleotidų sekas buvo genetiškai panaši (98,7 %) Danijoje paplitusiai *V. bursata* (O. F. Müller) C. Agardh 1811 rūšiai (AF015589, AF476938, AF476939), o Ančios (+IV26, +IV40), Novos (+IV30, +IV44) bei Vokietijos (Kösterbeck (+IV63)) upėse aptikta *Cladophora glomerata* buvo

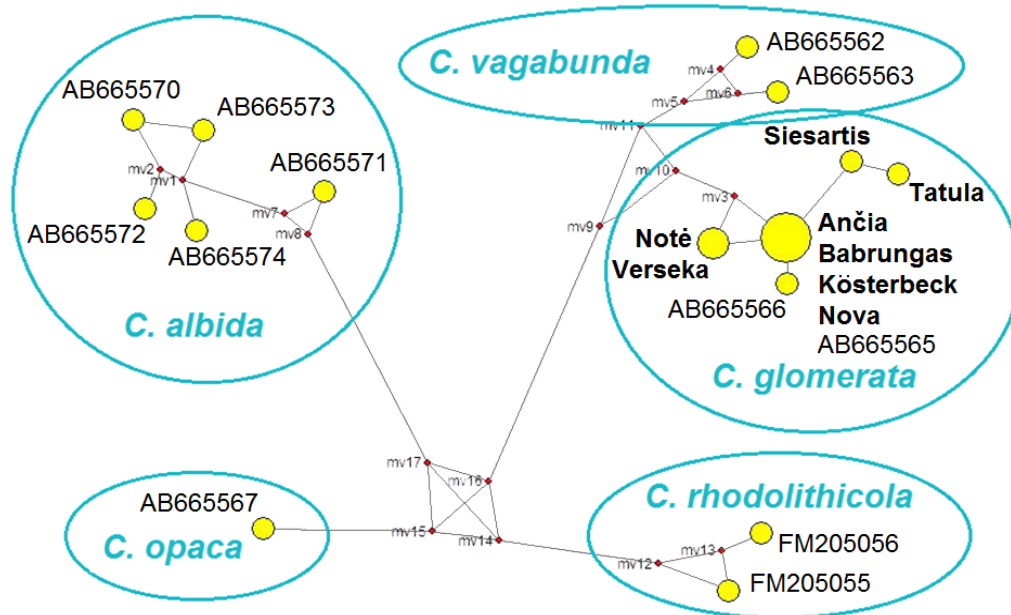
stipriai genetiškai nutolusi nuo Naujojoje Zelandijoje paplitusios *Cladophora* sp. rūšies (EU380532), nukleotidų sekų panašumas siekė tik 71,4 % (16 pav.).

Lietuvos upėse paplitusios *C. glomerata* rūšies apibūdinimas buvo patvirtintas atlikus ITS1 srities nukleotidų sekų ir NCBI duomenų bazėje esančių žaliadumblių DNR sekų palyginamąją analizę (17 pav.). Ančios, Babrungo, Novos, Kösterbeck upės bei Japonijos (AB665565) ežeruose paplitusios *C. glomerata* žaliadumblių ITS1 srities DNR sekos buvo identiškos.



16 pav. *Vaucheria* ir *Cladophora* genties dumblių *rbcL* geno sekų dendrograma, sudaryta artimiausių grupių apjungimo metodu naudojant 406 bp ilgio DNR fragmentus.

Paryškintos filogenetinio medžio atšakos – panašiausių rūšių pagal nukleotidų sekas grupė; paryškintas pavyzdys – makrodumblių pavyzdys paimtas iš Lietuvos ir Vokietijos upių.

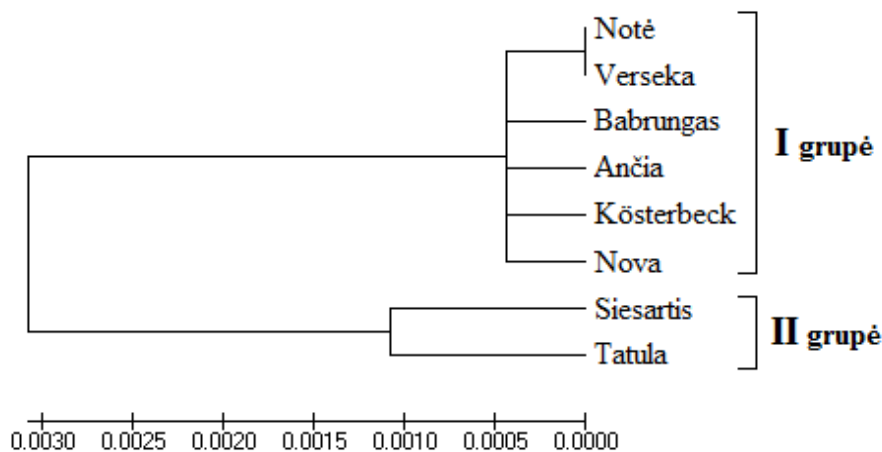


17 pav. *Cladophora* genties dumblių filogenetinis tinklas sudarytas pagal ITS1 srities 465 bp ilgio DNR sekas.

Paryškintas pavyzdys – makrodumblių pavyzdys paimtas iš Lietuvos ir Vokietijos upių.

4.2.4.2. *Cladophora glomerata* genetinio polimorfizmo tyrimas

Upėse plačiai paplitusios ir fitobentose dominuojančios *Cladophora glomerata* genetinio polimorfizmo įvertinimui buvo klonuoti 8 pavyzdžių surinktų iš skirtingų telkinių ITS1 srities DNR. Nustatytos dvi aiškios *C. glomerata* populiacijų grupės (18 pav.). Grupėje, kurią sudarė Siesarčio ir Tatulos upėje surinkti dumbliai, ITS1 srities DNR sekų panašumas buvo nuo 98,3 iki 99,3 %, (priedo 12 lentelė). Kitą grupę sudarė 6-ose upėse surinkti dumbliai. Nežymiai išsiskyrė Notės ir Versekos upėse surinktų pavyzdžių DNR sekos (genetinis panašumas su identiškais Ančios, Babrungo, Kösterbeck ir Novos upėse surinktų pavyzdžių sekomis siekė 99,8 %).



18 pav. Upių *Cladophora glomerata* populiacijų genetinis heterogeniškumas pagal ITSI srities DNR, taikant *Maximum Composite Likelihood* (nukleotidų sekos ilgis 464 bp).

4.2.5. FITOBENTOSO RŪŠIŲ ĮVAIROVĖS, GAUSUMO IR PAPLITIMO PRIKLAUSOMYBĖ NUO APLINKOS ABIOTINIŲ VEIKSNIŲ

Lietuvos upių bentoso dumblių rūšių įvairovės, gausumo ir paplitimą sąlygojančių veiksnių nustatymui buvo atlikta tyrimo metu aptiktų 102 fitobentoso rūšių (labai retos rūšys eliminuotos) ir 30 upių morfometrinių, hidrologinių, hidrofizikinių-cheminių rodiklių koreliacinė ir daugiamatės statistikos RDA analizė. Statistiškai reikšmingus koreliacinius ryšius su skirtingais rodikliais sudarė 72 fitobentoso rūšys (priedo 13 lentelė). Daugiausiai (po 23) reikšmingų ryšių nustatyta tarp dumblių rūšių ir srovės greičio, pakrantės užpavėsinimo augalija ir substrato riedulių. Srovės greitis sąlygojo melsvabakterių *Hydrococcus rivularis*, *Homoeothrix crustacea*, *Tapinothrix* sp., raudondumblių *Hildenbrandia rivularis* ir žaliadumblių *Cladophora glomerata* paplitimą ir gausumą ($r = 0,371-0,480$, $p < 0,01$). Šio rodiklio neigiama įtaka (r nuo $-0,318$ iki $-0,332$, $p < 0,01$) nustatyta gelsvadumblių *Characiopsis heeringiana* f. *heeringiana*, žaliadumblių *Oedogonium* sp.₁ ir melsvabakterių *Pseudanabaena catenata* rūšims.

Tarp dumblių rūšių ir upių pakrantės užpavėsinimo augalija nustatyta koreliacinių ryšių, 74 % jų buvo silpni neigiami (r nuo $-0,248$ iki $-0,333$,

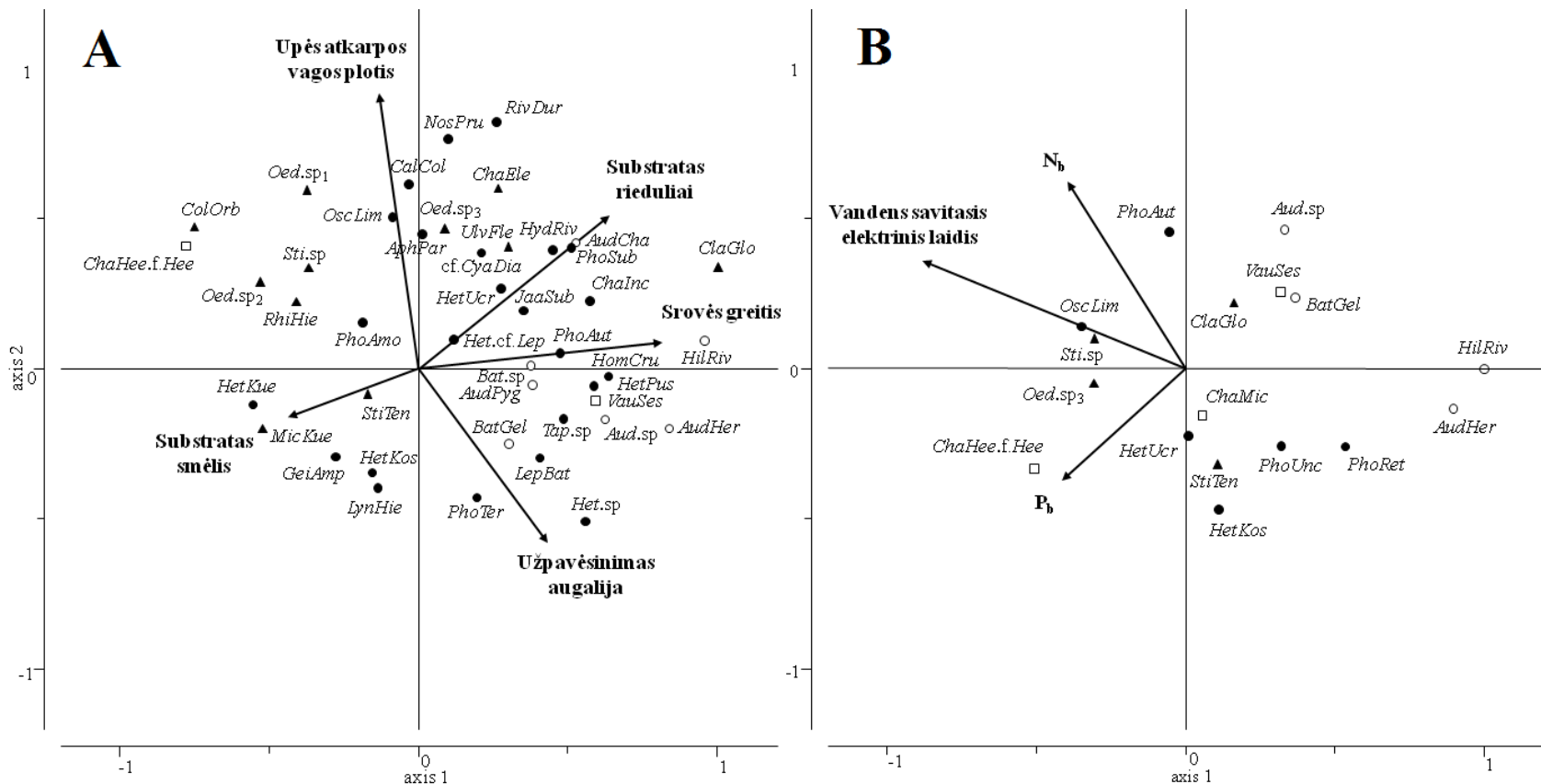
$p < 0,05$). Pakrantės užpavėsinimas labiausiai neigiamai sąlygojo *Komvophoron schmidlei*, *Characiopsis heeringiana* f. *heeringiana* ir *Coleochaete orbicularis* vystymąsi upėse. Nustatyti teigiami ryšiai tik su raudondumbliais *Audouinella hermannii*, *Hildenbrandia rivularis* ir melsvabakterėmis *Heteroleibleinia ucrainica*, *Homoeothrix crustacea*, *Oscillatoria limosa* ($r = 0,254-0,282$, $p < 0,05$) (priedo 13 lentelė).

Fitobentosos rūšių pasiskirstymui teigiamą įtaką turėjo substratas. Septyniasdešimt aštuoni % statistiškai reikšmingų koreliacinių ryšių nustatyti tarp fitobentosos rūšių ir riedulių. Šis rodiklis labiausiai sąlygojo *Audouinella hermannii*, *Cladophora glomerata*, *Hildenbrandia rivularis*, *Homoeothrix crustacea* ir *Tapinothrix* sp. rūšių vystymąsi ($r = 0,337-0,472$, $p < 0,01$).

Upių hidrofizikiniai-cheminiai rodikliai (APLINKOS..., 2005–2010; 2009) fitobentosos rūšims turėjo mažesnę reikšmę, lyginant su *in situ* nustatytais rodikliais. Statistiškai reikšmingus tarpusavio ryšius su skirtingais rodikliais sudarė 34 dumblių rūšys (priedo 14 lentelė). Daugiausiai (iki 12) reikšmingų koreliacinių ryšių nustatyta tarp dumblių rūšių ir bendro azoto (N_b), jo junginių bei vandens savitojo elektrinio laidžio. N_b ir jo junginių koncentracijos buvo esminiai rodikliai sąlygojantys melsvabakterių *Komvophoron schmidlei*, *Merismopedia punctata*, *M. tenuissima*, *Phormidium autumnale* ir raudondumblių *Audouinella* sp. vystymąsi bei paplitimą.

Vandens savitasis elektrinis laidis su fitobentosos rūšimis iš 10 statistiškai reikšmingų tarpusavio ryšių sudarė 6 neigiamas koreliacijas (r nuo $-0,221$ iki $-0,654$, $p < 0,1$) (priedo 14 lentelė). Šis rodiklis teigiamai koreliavo ($r = 0,267-0,352$, $p < 0,1$) su *Komvophoron schmidlei*, *Phormidium autumnale*, *Spirogyra* sp.2, *Stigeoclonium* sp. rūšimis.

Analogiškai rezultatai gauti atlikus daugiamatės statistikos RDA analizę. Statistiškai reikšmingi rodikliai, kurie paaiškino 74,6 % fitobentosos rūšių paplitimą Lietuvos upėse, buvo srovės greitis ($F = 3,820$, $p < 0,005$), substratas – rieduliai ($F = 2,113$, $p < 0,005$) ir upės vagos plotis ($F = 2,971$, $p < 0,01$) (19 pav.



19 pav. Fitobentosą formuojančių dumblių rūšių įvairovės, gausumo, paplitimo ir upių morfometrinių, hidrologinių (A), hidrofizikinių-cheminių rodiklių (B) tarpusavio sąveika, pritaikius daugiamatės statistikos (RDA) analizę.

Melsvabakterių rūšys (●): *AphPar* – *Aphanocapsa parasitica*, *CalCol* – *Calothrix columbiana*, *ChaInc* – *Chamaesiphon incrustans*, *cf.CyaDia* – *cf. Cyanobium diatomicola*, *GeiAmp* – *Geitlerinema amphibium*, *HetKos* – *Heteroleibleimia kossinskajae*, *HetKue* – *H. kuetzingii*, *Het.cf.Lep* – *H. cf. leptonema*, *HetPus* – *H. pusilla*, *HetUcr* – *H. ucrainica*, *Het.sp* – *Heteroleibleimia sp.*, *HydRiv* – *Hydrococcus rivularis*, *HomCru* – *Homoeothrix crustacea*, *JaaSub* – *Jaaginema subtilissimum*, *LepBat* – *Leptolyngbya batrachosperma*, *LynHie* – *Lyngbya hieronymusii*, *NosPru* – *Nostoc pruniforme*, *OscLim* – *Oscillatoria limosa*, *PhoAmo* – *Phormidium amoenum*, *PhoAut* – *P. autumnale*, *PhoRet* – *P. retzii*, *PhoSub* – *P. subfuscum*, *PhoTer* – *P. terebriforme*, *PhoUnc* – *P. uncinatum*, *RivDur* – *Rivularia dura*, *Tap.sp* – *Tapinothrix sp.*, raudondumblių rūšys (○): *AudCha* – *Audouinella chalybea*, *AudHer* – *A. hermannii*, *AudPyg* – *A. pygmaea*, *Aud.sp* – *Audouinella sp.*, *BatGel* – *Batrachospermum gelatinosum*, *Bat.sp* – *Batrachospermum sp.*, *HilRiv* – *Hildenbrandia rivularis*, gelsvadumblių rūšys (□): *ChaHee.f.Hee* – *Characiopsis heeringiana f. heeringiana*, *ChaMic* – *Characiopsis microcysticola*, *VauSes* – *Vaucheria sessilis*, žaliadumblių rūšys (▲): *ChaEle* – *Chaetophora elegans*, *CluGlo* – *Cladophora glomerata*, *ColOrb* – *Coleochaete orbicularis*, *MicKue* – *Microthamnion kuetzingianum*, *Oed.sp1* – *Oedogonium sp.1*, *Oed.sp2* – *Oedogonium sp.2*, *Oed.sp3* – *Oedogonium sp.3*, *RhiHie* – *Rhizoclonium hieroglyphicum*, *StiTen* – *Stigeoclonium tenue*, *Sti.sp* – *Stigeoclonium sp.*, *UlvFle* – *Ulva flexuosa*.

A). Upių srovės greitis ir substratas teigiamai įtakojo epilitinių raudondumblių ir melsvabakterių rūšių paplitimą. Taip pat buvo nustatyta, kad melsvabakterės *Aphanocapsa parasitica*, *Calothrix columbiana*, *Nostoc pruniforme*, *Oscillatoria limosa*, *Rivularia dura* ir žaliadumbliai *Oedogonium* sp.^{1,3} buvo aptinkami plačiose ir lėtos tėkmės upėse, o dauguma raudondumblių (*Audouinella hermannii*, *A. pygmaea*, *Audouinella* sp., *Batrachospermum gelatinosum*) ir melsvabakterės *Heteroleibleinia pusilla*, *Heteroleibleinia* sp., *Leptolyngbya batrachosperma*, *Phormidium terebriforme*, *Tapinothrix* sp. – stipriai užpavėsintose mažose, siaurose upėse.

Vandens savitasis elektrinis laidis ($F = 2,117$, $p < 0,05$) ir N_b kiekis vandenyje ($F = 1,304$, $p = 0,185$) buvo reikšmingi rodikliai, pagal RDA analizę jie paaiškino 78,2 % fitobentos rūšių paplitimą upėse (žr. 19 pav. B). Neigiamą priklausomybę su šiais rodikliais sudarė melsvabakterių *Heteroleibleinia kossinskajae*, *H. ucrainica*, *Phormidium retzii*, *P. uncinatum*, gelsvadumblių *Characiopsis microcysticola*, *Vaucheria sessilis*, žaliadumblių *Cladophora glomerata*, *Stigeoclonium tenue* ir visos raudondumblių rūšys.

4.3. FITOBENTOSAS VERTINANT UPIŲ VANDENS BŪKLĘ

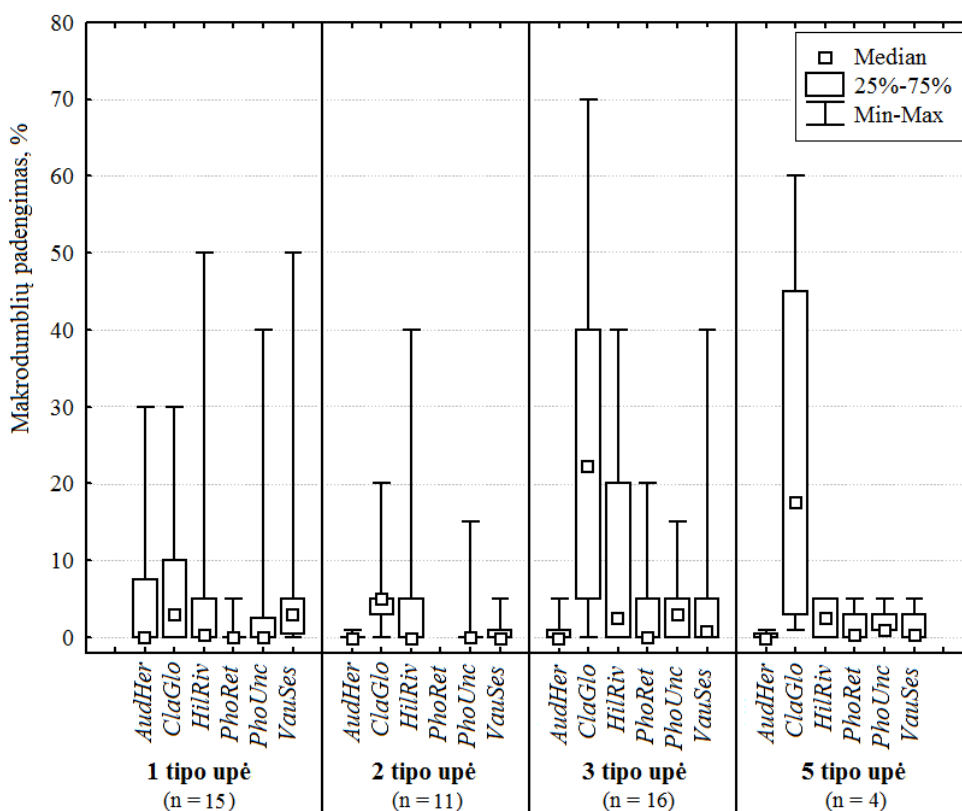
Lietuvos upių būklės nustatymui atrinktos indikatorinės makrodumblių rūšys, išskirtos jų projekcinio padengimo vertės bei įvertintos fitobentosos indekso (BI) taikymo galimybės. Upių ekologinės būklės vertinimas atliktas penkių tipų upėse pagal patvirtintą Lietuvos upių tipologiją (VAITIEKŪNIENĖ ir kt., 2011).

4.3.1. INDIKATORINIŲ MAKRODUMBLIŲ RŪŠIŲ IR DUMBLIŲ PROJEKCIŲ PADENGIMO VERČIŲ NUSTATYMAS SKIRTINGOS BŪKLĖS UPĖSE

Tyrimo laikotarpiu makrodumblių rūšys aprašytos 48-iose Lietuvos upėse ir įvertintas jų projekcinis padengimas procentais 16-oje 1 tipo upių, 12-oje – 2 tipo, 16-oje – 3 ir keturiose 5 tipo upėse (priedo 4, 5 lentelės). Indikatorinių makrodumblių rūšių atranka atlikta, įvertinus makrodumblių projekcinio padengimo verčių ir upių morfometrinių, hidrologinių, hidrofizikinių-cheminių rodiklių koreliacinius ryšius (priedo 15, 16 lentelės). Iš viso įvertinta 30 aplinkos rodiklių. Visi rodikliai sudarė silpnus, tačiau statistiškai reikšmingus koreliacinius ryšius su 40 aprašytų makrodumblių rūšių. Makrodumblių rūšys, kurių projekcinis padengimas upėse neviršijo 5 % ir nesudarė statistiškai reikšmingų koreliacinių ryšių su aplinkos rodikliais, nebuvo įtrauktos į indikatorinių rūšių sąrašą. *Batrachospermum arcuatum*, *B. gelatinosum*, *Oscillatoria ornata* ir *Thorea hispida* buvo labai gausios upių fitobentose, jų projekcinis padengimas siekė 40 %, tačiau, dėl mažo paplitimo, jos taip pat nebuvo įtrauktos į indikatorinių rūšių sąrašą. Nežiūrint į tai, kad žaliadumbliai *Spirogyra* sp.² buvo gausūs ir paplitę Lietuvos upėse, yra neatsparūs kintančiai vandens tėkmei ir formuoja ant substratų nestabilias populiacijas, todėl į tolimesnę analizę šios makrodumblių rūšys nebuvo įtrauktos. Išskirtos šešios indikatorinės, stabilios akmenuotų sraunumų makrodumblių rūšys – epilitinės melsvabakterės *Phormidium retzii* ir *P. uncinatum*, raudondumbliai *Audouinella hermannii* ir *Hildenbrandia rivularis*,

žaliadumbliai *Cladophora glomerata* bei epipsamitiniai gelsvadumbliai *Vaucheria sessilis*. Makrodumblių projekcinis padengimas upėse kito nuo 5 iki 70 %. Šių aprašytų makrodumblių rūšių projekcinio padengimo vertės sudarė statistiškai reikšmingus koreliacinius ryšius su 15 aplinkos rodiklių (priedo 15, 16 lentelės). Koreliacinė priklausomybė nustatyta tarp atskirų rūšių ir skirtingų rodiklių. Dauguma, 6 iš 9 *in situ* įvertintų aplinkos rodiklių, srovės greitis, vandens skaidrumas, pakrantės užpavėsinimas augalija ir substratas žvirgždas, rieduliai bei mergelis – sudarė teigiamas koreliacijas su makrodumblių projekciniu padengimu.

Išskirtų indikatorinių makrodumblių rūšių projekcinis padengimas buvo vertintas skirtingo tipo upėse (20 pav.). Visų tipų upėms būdingos žaliadumblių *Cladophora glomerata* ir raudondumblių *Hildenbrandia rivularis* rūšys, tačiau



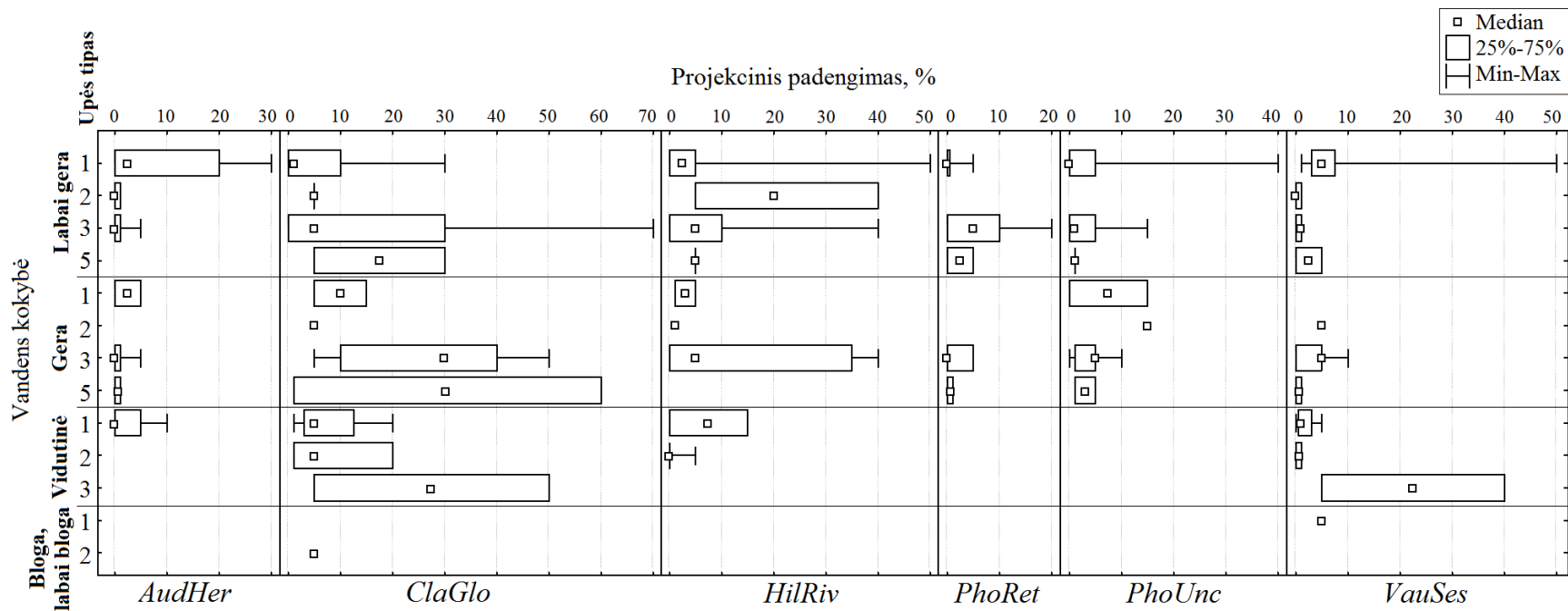
20 pav. Fitobentos makrodumblių projekcinis padengimas (%) įvairaus tipo Lietuvos upėse.

Santrumpos: *AudHer* – *Audouinella hermannii*, *ClaGlo* – *Cladophora glomerata*, *HilRiv* – *Hildenbrandia rivularis*, *PhoRet* – *Phormidium retzii*, *PhoUnc* – *Phormidium uncinatum*, *VauSes* – *Vaucheria sessilis*.

dumblių projekcinis padengimas jose skyrėsi. *Cladophora glomerata* padengimas 3-o ir 5-o tipo upėse buvo 60–70 %, o *Hildenbrandia rivularis* maksimalios vertės iki 50 % nustatytos 1-o tipo upėse, nežymiai mažesnės – 2-o ir 3-o tipo telkiniuose. Pirmo tipo upės išsiskyrė epilitinėmis raudondumblių *Audouinella hermannii* rūšimis, padengimas siekė 30 %, o trečio tipo upės – melsvabakterių *Phormidium retzii* ir *P. uncinatum* rūšimis, kurių projekcinis padengimas atitinkamai siekė 20 ir 15 %. Skirtingo tipo upėse *Vaucheria sessilis* gelsvadumblių projekcinio padengimo akivaizdžių skirtumų nebuvo nustatyta, 1-o ir 3-o tipo upėse padengimas siekė 10 % (rečiau iki 50 %) (žr. 20 pav.).

Atrinktų upėms būdingų makrodumblių rūšių projekcinio padengimo pokyčiai tirti skirtingos ekologinės būklės upėse pagal N_b ir P_b kiekį vandenyje (duomenys AAA (APLINKOS..., 2005–2010; 2009)) (21 pav.). Labai geros būklės upėse makrodumblių rūšių įvairovė ir padengimas buvo didžiausias, iki 70 %. Išsiskyrė 1-o ir 3-o tipo upės su joms būdingomis fitobentos rūšimis: 1-o tipo upėms – *Audouinella hermannii*, formavo iki 30 % padengimo populiacijas, 3-o tipo upėms – *Phormidium retzii* ir *P. uncinatum*, padengimas 15–20 %. Antro tipo labai geros būklės upėse didžiausiu padengimu (iki 40 %) pasižymėjo *Hildenbrandia rivularis* raudondumblių, o 5-o tipo upėse – žaliadumblių *Cladophora glomerata* padengimu, iki 30 %. Geros būklės upės išsiskyrė *C. glomerata*, *Hildenbrandia rivularis* bei *Phormidium uncinatum* rūšimis, kurių projekcinis padengimas kito plačiose ribose, nuo 15 iki 60 %.

Mažiausia indikatorinių makrodumblių rūšių įvairovė ir santykinai mažesnis rūšių projekcinis padengimas nustatytas vidutinės–labai blogos būklės upėse (21 pav.). Vidutinės būklės 1-o tipo upės išsiskyrė *Audouinella hermannii* ir *Hildenbrandia rivularis* didžiausiu padengimu, iki 15 %. Antro tipo upėse tik iki 20 % projekcinio padengimo populiacijas formavo *Cladophora glomerata* žaliadumbliai, o 3-o ir 5-o tipo upėse – aptiktų *C. glomerata* ir *Vaucheria sessilis*



Indikatorinės makrodumblių rūšys

21 pav. Makrodumblių projekcinis padengimas (%) skirtingos būklės, nustatytose pagal N_b^* ir P_b^* vertes, ir įvairaus tipo Lietuvos upėse.

* – duomenys AAA (APLINKOS..., 2005–2010; 2009). Santrumpos: *AudHer* – *Audouinella hermannii*, *ClaGlo* – *Cladophora glomerata*, *HilRiv* – *Hildenbrandia rivularis*, *PhoRet* – *Phormidium retzii*, *PhoUnc* – *Phormidium uncinatum*, *VauSes* – *Vaucheria sessilis*.

rūšių padengimas siekė 40–50 %. Blogos ir labai blogos ekologinės būklės upėse vystėsi tik pastarosios dvi rūšys, kurių padengimo vertės siekė 5 %. Kitų makrodumblių rūšių blogos būklės telkiniuose neaptikta.

Upių būklės klasifikacinės sistemos sudarymui ir etaloninių sąlygų nustatymui šiuo metu trūksta duomenų. Atrinktų upėms būdingų makrodumblių rūšių projekcinio padengimo pokyčiai skirtingo tipo upėse parodo tolimesnių darbų perspektyvą bei fitobentosos taikymo galimybes upių monitoringo vykdymui.

4.3.2. FITOBENTOSO INDEKSO (BI) TAIKYMAS UPIŲ BŪKLĖS ĮVERTINIMUI

Siekiant įvertinti fitobentosos indekso (BI) taikymo galimybes Lietuvos upių ekologinės būklės nustatymui, dumblių tyrimai pagal ES BVPD buvo atlikti skirtingo tipo upėse. Indeksas BI buvo įvertintas 70-yje upių ir pagal indekso vertes buvo nustatyta upių būklė. Iš tirtų upių 14 % telkinių vandens būklė nebuvo nustatyta pagal metodikoje pateiktus indekso skaičiavimo reikalavimus (žr. fitobentosos tyrimų medžiaga ir metodai).

Atsižvelgiant į GUTOWSKIO ir kt. (2004; 2006), SCHAUMBURGO ir kt. (2004; 2006) nustatytas indikacinių dumblių keturias grupes (A, B, C, D), mūsų tirtose upėse buvo aptiktos šioms grupėms priklausančios 43 indikacinės dumblių rūšys (13, 14, 15, 16 lentelės). Kai kurios fitobentosos rūšys (13, 14, 15 ir 16 lentelėse pažymėtos *) priskirtos grupėms, remiantis makrodumblių tyrimų Lietuvos upėse rezultatais, kadangi vokiečių tyrėjai priskyrė indikacines grupes ne konkrečioms dumblių rūšims, o jų gentims. *Vaucheria sessilis* ir *Microspora pachyderma* buvo priskirtos B grupei atlikus dumblių rūšių paplitimo Lietuvos upėse ir populiacijų formavimosi ypatybių analizę (22 pav.). *M. pachyderma* aptikta upėse, kuriose N_b kiekis siekė iki 2,968 mg/l. Tuo tarpu *Vaucheria sessilis* nors ir vystėsi upėse, kuriose N_b koncentracija siekė 9,367 mg/l, tačiau didžiausias

13 lentelė. Pirmo tipo upių ekologinė būklė pagal fitobentos indeksą (BI).

| Rūšis | Indikacinė grupė | Upė | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|------------------|----------|----------|----------|----------------|-----------|--------------|-----------|-----------|----------|------------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------------|----------|----------|--|
| | | Beržupis | Notė | Pelyša | Suraizos upelė | Vėiviržas | Žemoji Gervė | Armona | Ašva II | Kamatis | Kiršinas I | Nikajus | Saria | Šaltuona | Salantas | Virinta | Alkupis | Šeškinė | Gauja | Ašva I** | Bubinas*** | Jūrė** | Peteša** | |
| GAUSUMAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Audouinella chalybea</i> | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>A. hermannii</i> | | 4 | 4 | | 4 | 3 | 4 | | | | 3 | | | | | | | | | | | | | |
| <i>A. pygmaea</i> | A | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Audouinella</i> sp. | | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | 1 | 1 | | |
| <i>Merismopedia glauca</i> | | | | | 1 | | 2 | 1 | 2 | | | | | | | | | | | | 3 | | | |
| <i>Phormidium</i> cf. <i>corium</i> | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | |
| <i>Aphanothece stagnina</i> | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Batrachospermum gelatinosum</i> | | | | | | 4 | | | | | 3 | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Batrachospermum</i> sp. | | 1 | | | 1 | | | 1 | | | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | |
| <i>Chamaesiphon incrustans</i> | | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | |
| <i>Cladophora glomerata</i> | | 4 | 3 | 1 | 4 | 4 | 4 | 1 | | 3 | | 3 | 3 | | 1 | 1 | | | | | | | | |
| <i>Closterium kuetzingii</i> | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>C. moniliferum</i> | | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | 1 | 1 | |
| <i>C. strigosum</i> | B | | | | | | 1 | 1 | | 1 | | 1 | | | | | | 1 | | | | | | |
| <i>Hildenbrandia rivularis</i> | | 3 | 3 | 4 | 5 | 1 | 4 | | | | 3 | | | | 3 | | | | | | | | | |
| <i>Microspora pachyderma</i> * | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | |
| <i>Mougeotia</i> sp. ₁ | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | |
| <i>Mougeotia</i> sp. ₂ | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Mougeotia</i> sp. ₃ | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | |
| <i>Spirogyra</i> sp. ₁ | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Spirogyra</i> sp. ₂ | | | | 4 | | | 4 | | | 1 | 1 | | | | | 1 | | | | | | | | |
| <i>Spirogyra</i> sp. ₃ | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Vaucheria sessilis</i> * | | 3 | 3 | 1 | 3 | | 3 | 5 | 3 | 1 | 4 | 3 | | | 1 | 1 | | 1 | | | | | | |
| <i>Komvophoron constrictum</i> | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Microthamnion kuetzingianum</i> | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | |
| <i>Oscillatoria limosa</i> | | | | 1 | 1 | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | 1 | |
| <i>Oedogonium</i> sp. ₁ * | | | | | | | 1 | 1 | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | 1 | |
| <i>Oedogonium</i> sp. ₂ * | C | | | | 1 | | | | | | | 1 | | 1 | 1 | | | | | | | | | |
| <i>Oedogonium</i> sp. ₃ * | | | | | 1 | | 2 | 3 | | | 3 | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Phormidium retzii</i> | | | | | | | | | | | 1 | | | | 3 | | | | | | | | | |
| <i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i> | | | | | | | 1 | 1 | | | 2 | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Pseudanabaena catenata</i> | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | | | 1 | | | |
| <i>Stigeoclonium tenue</i> | D | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | | | |
| <i>Stigeoclonium</i> sp. | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | | | | | 1 | |
| Indikacinių rūšių skaičius | | 7 | 8 | 5 | 9 | 13 | 7 | 12 | 14 | 8 | 10 | 13 | 13 | 9 | 5 | 9 | 7 | 5 | 5 | 0 | 4 | 2 | 4 | |
| BI | | 73,3 | 63,0 | 54,8 | 54,3 | 56,0 | 57,8 | 42,7 | 28,7 | 34,2 | 29,4 | 30,9 | 41,9 | 32,4 | 20,0 | 12,0 | 21,4 | 30,0 | 76,9 | | | | | |
| Ekologinės būklės klasė | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 | | | | | |

* – priskirta indikacinė grupė, remiantis dumblių tyrimais Lietuvos upėse; ** – BI neskaiciuotas, upių būklė neįvertinta; ekologinės būklės klasė:

1 – labai gera, **2** – gera, **3** – vidutinė, **4** – bloga, **5** – labai bloga.

14 lentelė. Antro tipo upių ekologinė būklė pagal fitobentos indeksą (BI).

| Rūšis | Indikacinė grupė | Upė | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|------------------|---------------|----------|-----------|----------|-----------|----------|------------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|---------------|-----------|-----------|
| | | Baltoji Ančia | Strėva | Jūra | Nova | Siesartis | Šalčia | Šventoji I | Apaščia | Dysna | Mūša | Nevezis | Ringuva | Jara-Šetekšna | Šyša I | Šyša II |
| GAUSUMAS | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Audouinella chalybea</i> | A | 3 | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>A. hermannii</i> | | 3 | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>A. pygmaea</i> | | 3 | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Audouinella</i> sp. | | | | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Merismopedia glauca</i> | | 1 | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Phormidium</i> cf. <i>corium</i> | | 3 | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Aphanothece stagnina</i> | B | | | | | | | 1 | | | | | | | | |
| <i>Chamaesiphon incrustans</i> | | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| <i>Cladophora glomerata</i> | | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 1 | 3 | | | 1 | |
| <i>Closterium kuetzingii</i> | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| <i>C. moniliferum</i> | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| <i>C. strigosum</i> | 1 | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | | | | | |
| <i>Hildenbrandia rivularis</i> | 5 | 1 | 3 | 3 | 4 | | | | | | | | | | | |
| <i>Microspora abbreviata</i> * | | | | | | | | | | | | | | 1 | | |
| <i>M. pachyderma</i> * | | | | | | | | | | | | | | 1 | | |
| <i>Mougeotia</i> sp. ₂ | | | | | | | | | | | 1 | | | 1 | | |
| <i>Mougeotia</i> sp. ₃ | | | | | | | | 1 | | | | | 2 | 1 | | |
| <i>Spirogyra</i> sp. ₁ | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | |
| <i>Spirogyra</i> sp. ₂ | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | |
| <i>Spirogyra</i> sp. ₃ | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | |
| <i>Spirogyra</i> sp. ₄ | | | | | | | | 1 | | | | | 1 | 1 | 1 | |
| <i>Spirogyra</i> sp. ₆ | | | | | | | | | | 1 | | | | | | |
| <i>Vaucheria sessilis</i> * | 3 | 3 | | 1 | | | | | 1 | 1 | | | 1 | | | |
| <i>Microthamnion kuetzingianum</i> | | | | | | | | | | | | | | 1 | | |
| <i>Oscillatoria limosa</i> | | | | 1 | 1 | | | 1 | | | 1 | | 2 | 1 | | |
| <i>Oedogonium</i> sp. ₁ * | | 1 | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| <i>Oedogonium</i> sp. ₂ * | C | | | | | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | |
| <i>Oedogonium</i> sp. ₃ * | | | 2 | | | | | 3 | | | 3 | | 3 | 3 | 3 | |
| <i>Phormidium subfuscum</i> | | 3 | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i> | | | | | | | | | | | | | 1 | 3 | | |
| <i>Pseudanabaena catenata</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| <i>Stigeoclonium tenue</i> | D | | | | | | | | | | | | 1 | | | |
| <i>Stigeoclonium</i> sp. | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| Indikacinių rūšių skaičius | | 7 | 9 | 10 | 5 | 6 | 6 | 7 | 11 | 7 | 10 | 11 | 14 | 15 | 16 | 15 |
| BI | | 50,0 | 60,6 | 41,9 | 38,1 | 35,0 | 36,2 | 40,0 | 11,8 | 14,3 | 9,5 | 9,1 | 3,3 | -28,8 | -23,4 | -20,0 |
| Ekologinės būklės klasė | | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 |

* – priskirta indikacinė grupė, remiantis dumblių tyrimais Lietuvos upėse; ekologinės būklės klasė žr. 13 lentelė.

15 lentelė. Trečio tipo upių ekologinė būklė pagal fitobentosos indeksą (BI).

| Rūšis | Upė | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|------------------|----------|----------|-------------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|----------|-----------|------------|-----------|-------------|----------|-----------|----------|----------------|------------|-------------|-------------|---------------|---|
| | Indikacinė grupė | | | Upė | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Aitra | Merkys I | Tatula | Babrungas I | Babrungas II | Dotnuvėlė | Laukesa | Šušvė | Verknė | Verseka II | Ančia | Kražantė | Mera-Kūna | Varduva II | Bartuva | Kiršinas II | Šešupė | Varduva I | Visinčia | Akmėna-Danė ** | Lokysta ** | Rudamina ** | Širvinta ** | Verseka I *** | |
| GAUSUMAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Audouinella chalybea</i> | | | 3 | | | | | | 3 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>A. hermannii</i> | 3 | 2 | | 3 | 2 | 3 | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>A. pygmaea</i> | 3 | 1 | | 1 | | 1 | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Audouinella</i> sp. | A | 1 | | 1 | 1 | | | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | | | 1 | | 1 | | | | | | |
| <i>Merismopedia glauca</i> | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | 1 |
| <i>Phormidium</i> cf. <i>corium</i> | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | 1 | | | | | |
| <i>Aphanothece stagnina</i> | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Batrachospermum gelatinosum</i> | | 3 | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Batrachospermum</i> sp. | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Chamaesiphon incrustans</i> | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | 1 | | 1 | | | | | 1 | 1 |
| <i>Cladophora glomerata</i> | B | 5 | 3 | 5 | 5 | 5 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 3 | 4 | 1 | | 1 | | | | | | | | |
| <i>Closterium kuetsingii</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | |
| <i>C. moniliferum</i> | | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | |
| <i>C. strigosum</i> | | | | 1 | | | | | 1 | | | 1 | | | | | 1 | 1 | | | | | | | |
| <i>Hildenbrandia rivularis</i> | | 5 | | 5 | 5 | 4 | | 3 | 4 | | 3 | 3 | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Microspora pachyderma</i> * | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | |
| <i>Mougeotia</i> sp. ₁ | | | | 1 | | 1 | | | | | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | |
| <i>Mougeotia</i> sp. ₂ | | | | 1 | 1 | 1 | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Mougeotia</i> sp. ₃ | | | | 1 | | 1 | | | | | | | 1 | 3 | | | | | | | | | | | |
| <i>Spirogyra</i> sp. ₂ | | | | 1 | | 1 | | | | | 1 | | 1 | 2 | | 1 | | | | | | | | | |
| <i>Spirogyra</i> sp. ₃ | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | |
| <i>Spirogyra</i> sp. ₄ | | | | | | 1 | | | | | 1 | | 1 | 3 | 1 | | | | | | | | | | |
| <i>Spirogyra</i> sp. ₅ | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | |
| <i>Spirogyra</i> sp. ₇ | | | | | | | | | | | 4 | | 1 | | | | | | | | | | | | |
| <i>Vaucheria sessilis</i> * | 3 | 5 | | 3 | 2 | 3 | 1 | | 3 | 3 | | | | 2 | 1 | | 1 | | | | | | | | |
| <i>Komvophoron constrictum</i> | C | | | | | 1 | | | | | | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | |
| <i>Microthamnion kuetsingianum</i> | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | 1 | |
| <i>Oscillatoria limosa</i> | | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | 1 | | |
| <i>Oedogonium</i> sp. ₁ * | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | 1 | |
| <i>Oedogonium</i> sp. ₂ * | | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | 1 |
| <i>Oedogonium</i> sp. ₃ * | | | | 2 | | | | | | | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 | | | | | | | | | |
| <i>Phormidium retzii</i> | C | | | 3 | | 4 | | 3 | | | 4 | | 1 | 4 | | 3 | | | | | | | | | |
| <i>P. subfuscum</i> | | | | 3 | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | |
| <i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i> | | | | | | | | | | | 1 | | | | 4 | | | | | | | | | | |
| <i>Ulva flexuosa</i> * | | | | | | | | | | | 3 | | 3 | | | | | | | | | | | | |
| <i>Pseudanabaena catenata</i> | D | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | 1 | 1 |
| <i>Stigeoclonium tenue</i> | | | | | | | | | | | | | 1 | | 2 | 1 | | 1 | | | | | | 1 | |
| <i>Stigeoclonium</i> sp. | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Indikacinių rūšių skaičius | 12 | 5 | 8 | 14 | 20 | 8 | 21 | 10 | 12 | 8 | 22 | 6 | 14 | 19 | 19 | 7 | 8 | 13 | 7 | 4 | 3 | 2 | 3 | 4 | |
| BI | 59,6 | 51,3 | 54,7 | 40,7 | 31,2 | 35,4 | 26,4 | 30,0 | 36,4 | 48,9 | 18,9 | 4,5 | 15,9 | 11,1 | -13,6 | -20,0 | -6,3 | -23,8 | -14,3 | | | | | | |
| Ekologinės būklės klasė | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | | | | | |

* – priskirta indikacinė grupė, remiantis dumblių tyrimais Lietuvos upėse; ** – BI neskaičiuotas, upių būklė neįvertinta; ekologinės būklės klasė žr. 13 lentelė.

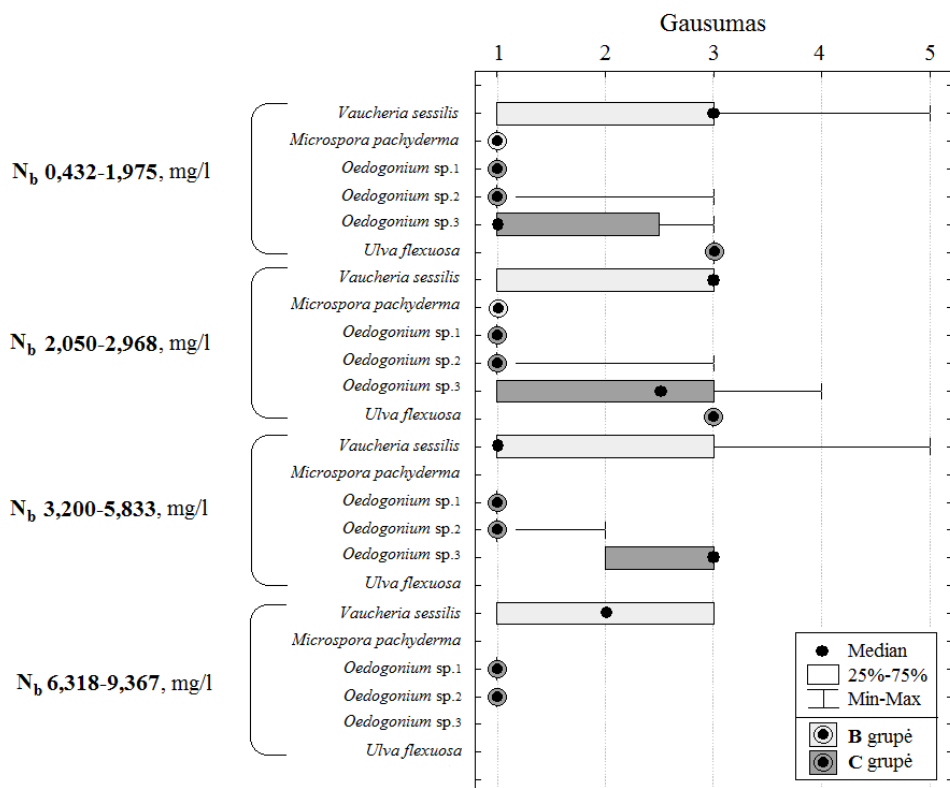
16 lentelė. Ketvirto ir penkto tipo upių ekologinė būklė pagal fitobentosos indeksą (BI).

| Rūšis | Indikacinė grupė | 4-o tipo upė | | 5-o tipo upė | | | | | | |
|--------------------------------------|------------------|--------------|----------|--------------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| | | Šventoji II | Venta I | Šešuvys | Merkys II | Žeimenė | Minija | Nemunėlis | Venta II | Dubysa ** |
| GAUSUMAS | | | | | | | | | | |
| <i>Audouinella chalybea</i> | A | | | 2 | 3 | | | | | |
| <i>A. hermannii</i> | | | | 2 | | | | | | |
| <i>A. pygmaea</i> | | | | 3 | | | | | | |
| <i>Audouinella</i> sp. | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| <i>Merismopedia glauca</i> | | | 1 | | 1 | 1 | 1 | | | |
| <i>Thorea hispida</i> * | | | | | 5 | | | | | |
| <i>Aphanothece stagnina</i> | | | | | | | | 1 | | |
| <i>Batrachospermum</i> sp. | | | | | | 1 | | | | |
| <i>Chamaesiphon incrustans</i> | | | 1 | | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 |
| <i>Cladophora glomerata</i> | | | 3 | 1 | 5 | 3 | 4 | | 1 | |
| <i>Closterium moniliferum</i> | | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| <i>C. strigosum</i> | | | | 1 | | 1 | 1 | | | |
| <i>Hildenbrandia rivularis</i> | | | | | 3 | 3 | | | | |
| <i>Mougeotia</i> sp. ₁ | B | | | 1 | | | | | | |
| <i>Mougeotia</i> sp. ₂ | | 1 | | | | | | 1 | | |
| <i>Mougeotia</i> sp. ₃ | | | | | | 1 | | 1 | 1 | |
| <i>Spirogyra</i> sp. ₁ | | 1 | | | | | | 1 | | |
| <i>Spirogyra</i> sp. ₂ | | 1 | | | 1 | | | | 1 | |
| <i>Spirogyra</i> sp. ₄ | | | | | 1 | | 1 | | 1 | |
| <i>Spirogyra</i> sp. ₅ | | | 1 | | 1 | | | | | |
| <i>Spirogyra</i> sp. ₆ | | | | | | | 3 | | | |
| <i>Spirogyra</i> sp. ₇ | | | | | | | | 1 | | |
| <i>Vaucheria sessilis</i> * | | 2 | | 1 | | 3 | | 1 | | |
| <i>Komvophoron constrictum</i> | C | | | | | 1 | | | | |
| <i>Oscillatoria limosa</i> | | 1 | | | | | 1 | 3 | 1 | |
| <i>Oedogonium</i> sp. ₁ * | | 1 | 1 | | | 1 | | 1 | 1 | |
| <i>Oedogonium</i> sp. ₂ * | | 1 | 1 | | | 1 | | 1 | 1 | |
| <i>Oedogonium</i> sp. ₃ * | | | | | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| <i>Phormidium retzii</i> | | | | | | 3 | | 2 | | |
| <i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i> | | | | | 1 | | | 1 | | |
| <i>Ulva flexuosa</i> * | | | | | | | | 3 | | |
| <i>Pseudanabaena catenata</i> | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Stigeoclonium carolinianum</i> | | D | | | | | | | | 1 |
| <i>S. tenue</i> | | | | 1 | | | | | | |
| <i>Stigeoclonium</i> sp. | | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| Indikacinių rūšių skaičius | | 12 | 6 | 18 | 8 | 17 | 9 | 18 | 12 | 4 |
| BI | | 32,6 | -33,3 | 51,6 | 35,4 | 35,2 | 5,6 | -13,3 | -8,3 | |
| Ekologinės būklės klasė | | 2 | 4 | 1 | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 | |

* – priskirta indikacinė grupė, remiantis dumblių tyrimais Lietuvos upėse;

** – BI neskaičiuotas, upių būklė neįvertinta; ekologinės būklės klasė žr. 13 lentelė.

rūšies gausumas nustatytas esant mažesniai N_b (nuo 0,432 iki 2,968 mg/l) kiekiui vandenyje. SCHAUMBURGAS ir kt. (2006) *Oedogonium* ir *Ulva* genčių rūšis priskyrė C grupei. Remiantis mūsų atliktais tyrimais ir kitų autorių (JOHN, 2003; SCHNEIDER & LINDSTRØM, 2011) tyrimų rezultatais *Oedogonium* sp._{1,2,3}, *Ulva flexuosa* rūšys taip pat buvo priskirtos C grupei. Retas Lietuvos upių *Thorea*



22 pav. Fitobentos rūšių indikacinės grupės nustatymas pagal rūšių gausumą Lietuvos upėse, esant skirtingai bendrojo azoto (N_b) koncentracijai vandenyje.

*hispid*a ir *Microspora abbreviata* rūšis priskyrėme indikacinėms grupėms pagal SCHAUMBURGĄ ir kt. (2006), atitinkamai A ir B grupėms.

Pagal paskaičiuotą ekologinės būklės vertinimo indeksą BI **pirmo tipo** šešiose upėse nustatyta labai gera, 7 upėse – gera, Salanto ir Virintos upėse – vidutinė, Alkupio ir Šeškinės upėse – bloga, o Gaujos upėje – labai bloga būklė (žr. 13 lentelė). Dėl mažo fitobentos indikacinių rūšių skaičiaus Ašvos I, Bubino, Jūrės ir Petešos upėse BI nepaskaičiuotas. Labai geros–geros būklės klasių upėse aptikta daugiausiai (iki 14 rūšių) indikacinių dumblių rūšių. Labai geros būklės upėse A grupės raudondumbliai *Audouinella hermannii*, B grupės žaliadumbliai *Cladophora glomerata* ir raudondumbliai *Hildenbrandia rivularis*, C grupės gelsvadumbliai *Vaucheria sessilis* formavo gausias (4 balai) populiacijas. Geros būklės upėse aptiktos retos šių rūšių populiacijos. Visose upėse gausiai (gausumas

iki 3 balų) vystėsi *Oedogonium* rūšys. Devynios indikacinės dumblių rūšys buvo įtrauktos, vertinant vidutinės ir blogos būklės upes. Šios rūšys formavo labai smulkias ir negausias, iki vieno balo gausumo, populiacijas.

Antro tipo upėse (Baltojoje Ančioje, Strėvoje) nustatyta labai gera, 5 upėse – gera, 5 upėse – vidutinė, o trijose upėse – bloga būklė (žr. 14 lentelė). Didžiausia (iki 16 rūšių) indikacinių fitobentos rūšių įvairovė nustatyta trijose blogos būklės telkiniuose. Trylika upėse rastų indikacinių rūšių priklauso B grupei, 6-ios rūšys – C grupei. Blogos būklės upėse aptiktų *Oedogonium* ir *Oscillatoria limosa* populiacijų gausumas siekė 2–3 balus. Indikacinės A grupės raudondumblių rūšys *Audouinella chalybea*, *A. hermannii*, *A. pygmaea* gausiausiai (gausumas 3 balai) vystėsi tik labai geros būklės upėse. B grupės rūšių *Cladophora glomerata*, *Hildenbrandia rivularis*, *Vaucheria sessilis* didžiausias gausumas (iki 4 balų) nustatytas labai geros ir geros būklės upėse.

Pagal paskaičiuotą ekologinės būklės vertinimo indeksą BI **trečio tipo** trijose upėse nustatyta labai gera, 7 – gera, keturiose – vidutinė ir 5 upėse – bloga būklė (žr. 15 lentelė). Akmenos-Danės, Lokystos, Rudaminos, Širvintos bei Versekos I upėse BI nepaskaičiuotas dėl mažo fitobentos indikacinių rūšių skaičiaus. Trečio tipo upėse aptikta didžiausia (38 rūšys) indikacinių rūšių įvairovė, leidžianti įvertinti upių ekologinę būklę. Didžiausias taksonų skaičius (35 rūšys) įtrauktas, išskiriant gerą ir vidutinę telkinių būklę. Indikacinės A grupės *Audouinella* genčių rūšys, jų gausumo rodikliai, buvo svarūs, išskiriant labai geros–vidutinės būklės upes. Žemesnės B grupės gelsvadumbliai *Vaucheria sessilis* formavo 2–3 balų gausumo, o C grupės melsvabakterės *Phormidium retzii* iki 4 balų gausumo populiacijas labai geros ir geros būklės upėse. B grupės *Cladophora glomerata* ir *Hildenbrandia rivularis* formavo iki 5 balų gausumo populiacijas labai geros–vidutinės būklės upėse. Išskirtinis trečio tipo upių bruožas yra tas, kad fitobentose aptikta didžiausia, lyginant su kitų tipų upėmis, siūlinių žaliadumblių *Mougeotia*, *Spirogyra*, *Oedogonium* rūšių įvairovė, kuri lemia upių būklės nustatymą.

Ketvirto tipo Šventosios II upei nustatyta gera, Ventos I – bloga būklė, **penkto tipo** Šešuvio upėje – labai gera, Merkio II ir Žeimenoje – gera, Miniijoje – vidutinė, o Nemunėlyje ir Ventoje II – bloga būklė (žr. 16 lentelė). Dėl mažo indikacinių fitobentosos rūšių skaičiaus ir jų gausumo BI nepaskaičiuotas Dubysos upėje. Ketvirto ir penkto tipo upėse aptiktos 35 indikacinės dumblių rūšys, leidžiančios įvertinti upių vandens būklę. Šių upių labai gera ir gera būklė įvertinta pagal A grupei priskirtus *Audouinella* genties raudondumblis ir B grupės *Cladophora glomerata*, *Hildenbrandia rivularis* ir *Vaucheria sessilis* rūšis. Blogos būklės upėms būdingas A indikacinės grupės raudondumblis *Audouinella* sp., C grupės žaliadumblis *Oedogonium* ir *Ulva flexuosa*, o D grupės – *Stigeoclonium* rūšių paplitimas.

Siekiant pagrįsti fitobentosos indekso (BI) taikymą, nustatant Lietuvos upių ekologinę būklę, buvo tirti indikacinių rūšių skaičiaus, indekso BI verčių ir upių morfometrinių, hidrologinių (*in situ*), hidrofizikinių-cheminių rodiklių (AAA duomenys) koreliaciniai ryšiai (17 lentelė). Atlikus tarpusavio ryšių analizę, buvo nustatyta, kad *in situ* sąlygomis įvertinti upių morfometriniai, hidrologiniai parametrai sudarė daugiausiai (iki 6) statistiškai reikšmingų koreliacinių ryšių su indekso BI vertėmis, lyginant su AAA nustatytais hidrologiniais, hidrofizikiniais-cheminiais rodikliais (17 lentelė). Pastarieji rodikliai sudarė tik kelis statistiškai reikšmingus tarpusavio ryšius.

Indikacinių rūšių kiekis sudarė statistiškai teigiamas koreliacijas su substrato mergeliu ir upės tipu ($r = 0,335-0,341$, $p < 0,01$), o neigiamą – tik su bendrojo azoto (N_b) kiekiu ($r = -0,261$, $p < 0,05$) (17 lentelė). Fitobentosos indekso (BI) vertė kartu su *in situ* įvertintu tėkmės greičiu, upės vandens skaidrumu, pakrantės užpavėsinimu augalija ir substrato žvirgždu sudarė teigiamus statistiškai reikšmingus tarpusavio ryšius ($r = 0,372-0,490$, $p < 0,01$). O nustatytos neigiamos indekso koreliacijos su upių vagos gyliu, substrato dumblingu smėliu ir upių grupėmis ($r = -0,348- -0,442$).

17 lentelė. Pirsono koreliacijos koeficientai tarp fitobentosos indikacinių rūšių skaičiaus, indekso BI vertės ir upių morfometrinių, hidrologinių, hidrofizikinių-cheminių rodiklių bei upių skirstymo.

| | | Indikacinių rūšių skaičius | Indekso BI vertė |
|---|-----------------------|----------------------------|------------------|
| <i>Lauko sąlygomis nustatyti morfometriniai, hidrologiniai rodikliai</i> | | | |
| Upės atkarpos vagos | plotis | ,264* | -,159 |
| | gylis | ,022 | -,442** |
| Srovės greitis, balais | | -,027 | ,490** |
| Vandens drumstumas | | -,162 | -,090 |
| Skaidrumas iki dugno, (id)/ne | | -,116 | ,375** |
| Upės vingiuotumas | | -,188 | ,094 |
| Upės natūralumas | | ,017 | ,102 |
| Užpavėsinimas, % | | -,152 | ,372** |
| Užpavėsinimas, balais | | -,234 | ,286* |
| Substratas | Dumblingas smėlis | -,035 | -,350** |
| | Priemolis | -,178 | -,022 |
| | Smėlis | -,194 | -,203 |
| | Žvirgždas, Ø iki 6 cm | ,070 | ,390** |
| | Rieduliai, Ø > 6 cm | ,285* | ,181 |
| | Mergelis | ,341** | ,004 |
| <i>AAA nustatyti hidrologiniai, hidrofizikiniai-cheminiai rodikliai¹</i> | | | |
| Srovės greitis, m/s | | -,098 | ,152 |
| Debitas, m ³ /s | | ,038 | -,069 |
| NH ₄ -N, mgN/l | | -,088 | -,210 |
| NO ₂ -N, mgN/l | | -,084 | -,064 |
| NO ₃ -N, mgN/l | | -,244 | -,011 |
| N _{min} , mg/l | | -,247 | -,042 |
| N _b , mg/l | | -,261* | -,030 |
| PO ₄ -P, mgP/l | | -,143 | -,184 |
| P _b , mg/l | | -,141 | -,176 |
| N _b /P _b | | -,125 | ,135 |
| Temperatūra, °C | | ,292* | -,014 |
| pH | | ,136 | ,290* |
| Savitasis elektrinis laidis, µS/cm | | -,200 | -,164 |
| Skendinčios medžiagos, mg/l | | -,049 | ,302* |
| O ₂ , mg/l | | -,004 | ,058 |
| BDS ₇ , mgO ₂ /l | | -,184 | -,002 |
| <i>Upių skirstymas</i> | | | |
| Upių grupė ² | | ,147 | -,348** |
| Upės tipas ³ | | ,335** | -,129 |

** – koreliacijos koeficiento vertė, kai reikšmingumo lygmuo $p < 0,01$; * – koreliacijos koeficiento vertė, kai reikšmingumo lygmuo $p < 0,05$; ¹ – duomenys AAA (APLINKOS..., 2005–2010; 2009); ² – išskirta upių grupė (M_L, V_{GR}, D_{L-GR}, D_L), remiantis atliktais tyrimais Lietuvoje; ³ – upių tipas pagal VAITIEKŪNIENĘ ir kt. (2011).

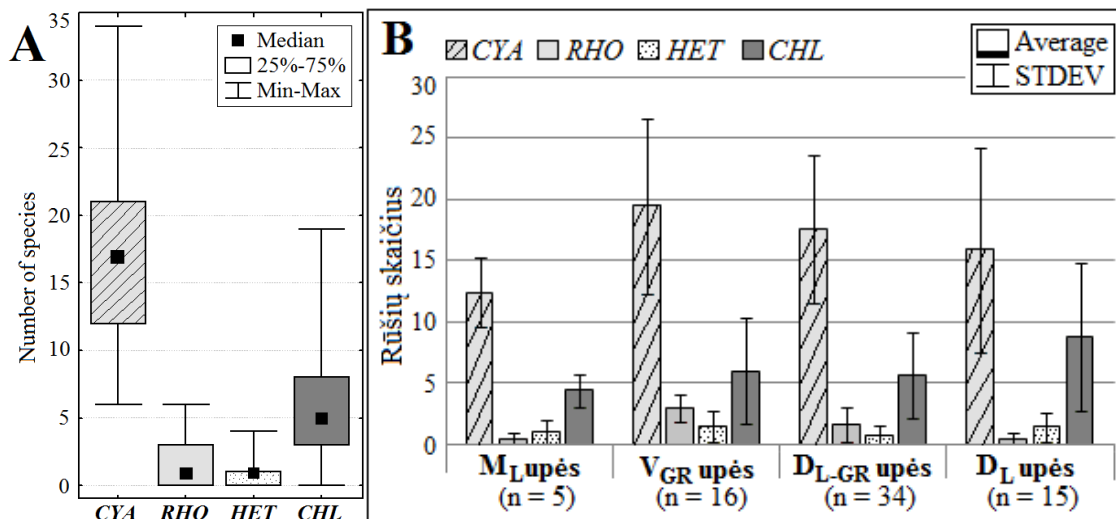
5. APIBENDRINIMAS

FITOBENTOSO STRUKTŪRA IR DUMBLIŲ VYSTYMO SI YPATUMAI LIETUVOS UPĖSE

Septyniasdešimt tirtų Lietuvos upių buvo suskirstytos pagal *in situ* nustatytus aplinkos rodiklius ir vyraujančias ekologines dumblių grupes. Išskirtos keturios upių grupės – mažos lėtos tėkmės upės (M_L , 5 upės), vidutinės greitos tėkmės upės (V_{GR} , 16), didelės lėtos–greitos tėkmės (D_{L-GR} , 34) ir didelės lėtos tėkmės upės (D_L , 15) (žr. 5 pav.). Iš upių grupes apibrėžiančių morfometrinių, hidrologinių rodiklių statistškai reikšmingi fitobentos rūšių gausumui ir paplitimui buvo upės plotis ($F = 2,971$, $p < 0,01$) ir tėkmės greitis ($F = 3,820$, $p < 0,005$) (žr. 19 pav. A). Nustatyti fitobentos rūšių įvairovės, dumblių ekologinių grupių ir rūšių paplitimo skirtumai ir tendencijos skirtingose upių grupėse. Tačiau fitobentos rodiklių taikymo galimybių upių ekologinės būklės vertinimui paieška, jų verčių nustatymas buvo atliktas penkių tipų upėse pagal Lietuvoje priimta upių tipologiją (žr. 1 lentelė) (LIETUVOS..., 2011; VAITIEKŪNIENĖ ir kt., 2011).

Upių fitobentosas. 2009–2012 m. tirtose Lietuvos upėse buvo aptiktos 149 fitobentos rūšys, priklausančios 4 skyriams, 9 klasėms ir 22 eilėms. Melsvabakterės ir žaliadumbliai, lyginant su kitomis sisteminėmis grupėmis, pagal rūšių kiekį yra skaitlingiausi ne tik Lietuvos, bet ir kitose pasaulio upėse (WHITTON, 2002; KOMÁREK, 2003; KOMÁREK et al., 2003). Lietuvos upėse *Cyanobacteria* išsiskyrė didžiausia rūšių įvairove (86 rūšys, 57,7 % bendro rūšių skaičiaus) (23 pav. A). Kitų pasaulio upių bentoso bendrijose melsvabakterės sudaro nežymiai mažesnę dalį (apie 30–44 % aptiktų rūšių kiekio) (SHEATH & COLE, 1992; SHEATH & MÜLLER, 1997; ALLAN & CASTILLO, 2007; KOMULAYNEN, 2008; ir kt.). Lietuvos upėse rastos 36 % melsvabakterių rūšių taip pat gausiai vystosi ežerų bentose, planktone (JANKAVIČIŪTĖ, 1996; VITĖNAITĖ, 2001; KAROSIENĖ, 2003; KAROSIENĖ & KASPEROVIČIENĖ, 2009; KOSTKEVIČIENĖ,

2009). Kai kurios rūšys *Chamaesiphon carpaticus*, *C. longus*, *C. starmachii*, cf. *Cyanobium diatomicola*, *Hydrococcus rivularis*, *Komvophoron schmidlei*, *Microcoleus subtorulosus*, *Phormidium retzii*, *P. tinctorium* ir *Rivularia dura* buvo būdingos tik upių fitobentosui. Daugiausiai melsvabakterių rūšių, vidutiniškai 19,4, aptinkama V_{GR} upėse, o didžiausias rūšių skaičiaus svyravimas – D_L upėse (23 pav. B).



23 pav. Skirtingiems skyriams priklausančių fitobentos rūšių pasiskirstymas Lietuvos upėse (A) ir skirtingose upių grupėse (B), 2009–2011 m.

Santrumpos: *CYA* – Cyanobacteria, *RHO* – Rhodophyta, *HET* – Heterokontophyta, *CHL* – Chlorophyta; upių grupės – žr. 5 pav.

Oscillatoriales eilei buvo būdinga didžiausia (43 rūšys) fitobentos melsvabakterių rūšių įvairovė. Daugiausiai rūšių (39) aptikta D_L-GR upėse (žr. 12 lentelė). Jos formuoja odiškas plėveles ant kietų, birių substratų ir yra gerai prisitaikiusios vystytis upėse (ALLAN, 1995; KOMÁREK et al., 2003; KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS, 2005; ALLAN & CASTILLO, 2007). *Nostocales* eilės melsvabakterės nėra būdingos tekantiems vandens telkiniams (KOSTKEVIČIENĖ & ŠPAKAITĖ, 2009), jos retos ir pasaulio upėse (WHITTON, 2002). Septynios *Nostocales* rūšys aptiktos D_L upėse (žr. 12 lentelė). Dėl santykinai lėtos vandens tėkmės upių pakrantėse vyraujančio substrato-riedulių, makrofitų ir/ar makrodumblių gausių populiacijų joms buvo palankios sąlygos vystytis.

Lietuvos upėse aptiktos 45 žaliadumblių rūšys sudarė 30,2 % bendro fitobentos rūšių skaičiaus (žr. 23 pav. A). Pasaulio upėse žaliadumblių įvairovė siekia apie 44–54 % bentose rastų dumblių rūšių (SHEATH & COLE, 1992; SHEATH & MÜLLER, 1997; ALLAN & CASTILLO, 2007; KOMULAYNEN, 2008; ir kt.). *Chlorophyta* rūšys dažniausiai aptinkamos mezotrofiniuose ir eutrofiniuose vandenyse (HYNES, 1972; ALLAN & CASTILLO, 2007), gausiai vystosi ne tik planktone, bet ir upių bentose (BROOK & JOHNSON, 2002; HUXLEY & PENTECOST, 2002; JOHN, 2002a–c; 2003; GERRATH, 2003). Tyrimų metu aptiktos žaliadumblių rūšys yra sutinkamos ir kitose Lietuvos upėse, ežeruose (POCIENĖ & STOČKUS, 1987; JANKAVIČIŪTĖ, 1996; BAKŪNAITĖ & KOSTKEVIČIENĖ, 1998; KOSTKEVIČIENĖ & SINKEVIČIENĖ, 2008). Didžiausia (15 rūšių) žaliadumblių rūšių įvairovė ir didžiausia rūšių skaičiaus kaita išsiskiria D_L upės (žr. 23 pav. B). D_L-GR, D_L upėse daugiausiai aptikta *Zygnematales* (iki 10 rūšių), *Chaetophorales* (iki 6) ir *Desmidiiales* (iki 6) eilių žaliadumblių (žr. 12 lentelė).

Retos upėse raudondumblių (*Rhodophyta*) rūšys (11 rūšių) sudarė 7,4 % bendro rūšių skaičiaus (žr. 23 pav. A). Pasaulio upėse raudondumbliai bentoso bendrijose sudaro apie 4–25 % rūšių kiekio (SHEATH & COLE, 1992; SHEATH & MÜLLER, 1997; ALLAN & CASTILLO, 2007; KOMULAYNEN, 2008; ir kt.), jie vystosi mažai antropogenizuotose vandens telkiniuose (KUMANO, 2002; SHEATH & SHERWOOD, 2002; SHEATH, 2003). *Acrochaetiales* ir *Batrachospermales* eilėms priklausė daugiausiai po 4 rūšis (žr. 12 lentelė). Raudondumbliai retai bei negausiai aptikti ir kitose Lietuvos upėse bei ežeruose, pvz., Grūdės, Jaros, Kieglės, Luknos, Skroblaus, Stirnės, Veržuvos upėse, Balsio ir Galvės ežeruose (RAGAIŠYTĖ, 1968; POCIENĖ & STOČKUS, 1987; KOSTKEVIČIENĖ, 2009; KOSTKEVIČIENĖ & LAUČIŪTĖ, 2005; 2009). Be devynių raudondumblių rūšių (*Audouinella chalybea*, *A. pygmaea*, *Batrachospermum anatinum* Sirodot 1884, *B. arcuatum*, *B. boryanum* Sirodot 1884, *B. gelatinosum*, *B. gelatinosum* f. *carpoinvolucrum*, *Hildenbrandia rivularis*, *Lemanea fluviatilis*), kurios vystosi tik upėse (POCIENĖ & STOČKUS, 1987; POCIENĖ & KALINAUSKAITĖ, 1991;

KOSTKEVIČIENĖ & SINKEVIČIENĖ, 2008), tyrimo laikotarpiu buvo rastos dar dvi rūšys *Audouinella hermannii* ir *Thorea hispida*. Greitos tėkmės upėse (V_{GR} , D_{L-GR}), kurios pasižymi stabilių vandens tėkmės atžvilgiu substratų įvairove, buvo aptikta daugiausiai po 9 raudondumblių rūšis (žr. 23 pav. B, 12 lentelė).

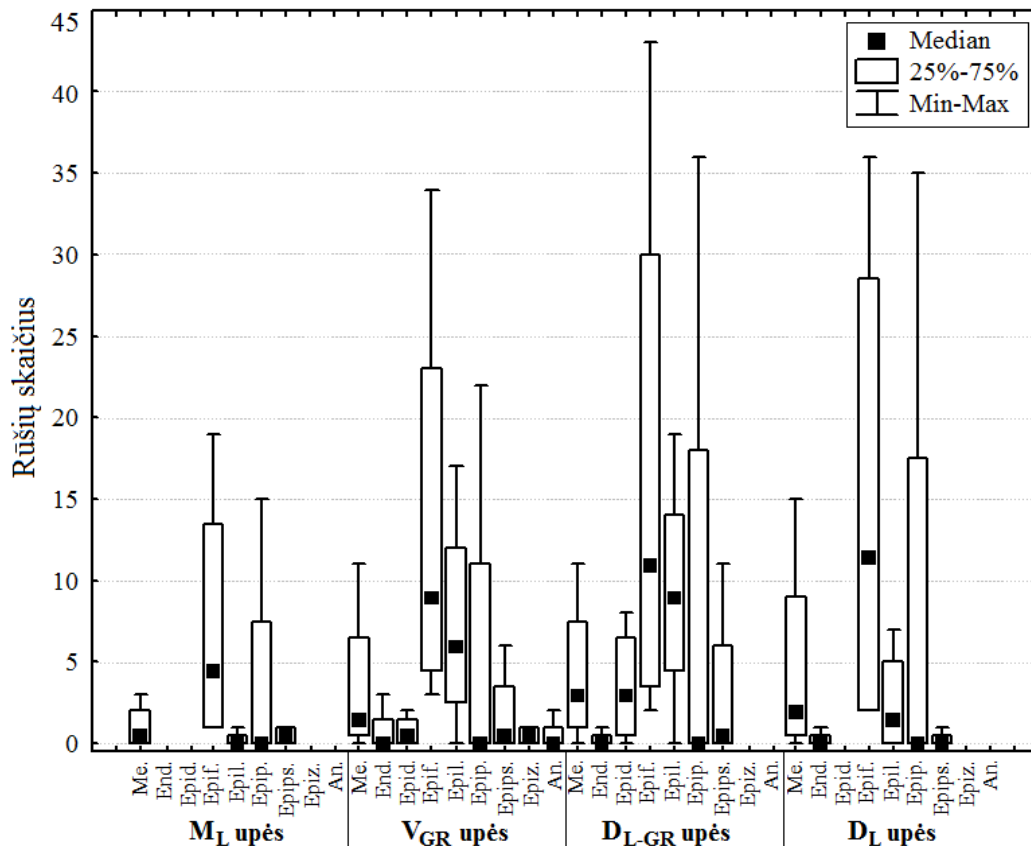
Heterokontofitai (*Heterokontophyta*) upėse išsiskyrė mažiausia rūšių įvairove (žr. 23 pav.), aptiktos 7 rūšys. Nors heterokontofitai rūšių įvairove nepasižymėjo, tačiau kelios gelsvadumblių *Tribonema vulgare* ir *Vaucheria sessilis* rūšys yra plačiai paplitusios Lietuvos upėse (KOSTKEVIČIENĖ & SINKEVIČIENĖ, 2008). Ypatingai gausias populiacijas upėse formuoja *V. sessilis*. Pagal JOHNSONĄ (2002), OTTĄ ir OLDHAM-OTTĄ (2003) rūšis yra didelių maistinių medžiagų kiekio vandenyje indikatorius.

Upių fitobentosos rūšys yra prisitaikiusios vystytis ant įvairių tipų substratų, kas užtikrina dumblių įsitvirtinimą ir plitimą (KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS, 1998; 2005; JOHN, 2002a; 2003; KUMANO, 2002; SHEATH & SHERWOOD, 2002; WHITTON, 2002; GERRATH, 2003; ALLAN & CASTILLO, 2007; ELORANTA et al., 2011). Kadangi dumbliai įsikuria ir vystosi ant skirtingų substratų, jos priskiriamos kelioms ekologinėms grupėms.

Lietuvos upėse aptikta daugiausiai (127) bentosinių dumblių rūšių, jos sudarė 85 % visų rūšių skaičiaus, meroplanktoninių rūšių aptikta septynis kartus mažiau (12 %). Likusią dalį sudarė dumblių rūšys, kurios vienose upėse buvo bentosinės, kitose meroplanktoninės. Mažas meroplanktoninių rūšių kiekis upėse yra sąlygotas ypatingai kintančio veiksnio – vandens srovės (ALLAN & CASTILLO, 2007). Silpnos vandens tėkmės ($\leq 0,6$ m/s) upėse dažniausiai vyravo *Spirogyra* spp., *Mougeotia* spp., *Zygnema* sp. ir kt. žaliadumblių rūšys.

Upių bentose dominavo epifitinės, epilitinės ir epipelitinės dumblių rūšys (24 pav.). Upių makrofitai ir/arba makrodumbliai kaip stabilus substratas (ALLAN & CASTILLO, 2007) sąlygojo epifitinių rūšių (36–43 rūšys) gausą tirtose Lietuvos upėse. RDA duomenų analizė parodė, kad didelės upės (D_{L-GR} , D_L) išsiskiria epifitinių rūšių *Microthamnion kuetzingianum*, *Heteroleibleinia kuetzingii*, *H.*

kossinskajae, *Geitlerinema amphibium*, *Rhizoclonium hieroglyphicum*, *Characiopsis heeringiana* f. *heeringiana*, *Stigeoclonium* sp. ir kt. įvairove, tačiau jų populiacijos buvo negausios (žr. 19 pav. A). Epilitinių dumblių gausa išsiskyrė greitos tėkmės upės (V_{GR} , D_{L-GR}) (24 pav.), kuriose vyraujantis substratas buvo smėlis, žvirgždas ir rieduliai. Atlikta statistinė analizė parodė srovės greičio ir substrato riedulių bei bentoso epilitinių dumblių rūšių teigiamą tarpusavio priklausomybę (žr. 19 pav. A). Substratas sąlygojo apie 70 % bentoso dumblių rūšių paplitimą upėse. ALLANAS (1995), ALLANAS ir CASTILLO (2007) taip pat išskiria substrato vaidmenį fitobentoso rūšių įvairovei. Epipelitinių dumblių gausa pasižymėjo didelės upės (D_{L-GR} , D_L) (24 pav.), nes jų plačiose pakrantėse vyravo



24 pav. Fitobentoso rūšių ekologinių grupių pasiskirstymas skirtingų grupių upėse.

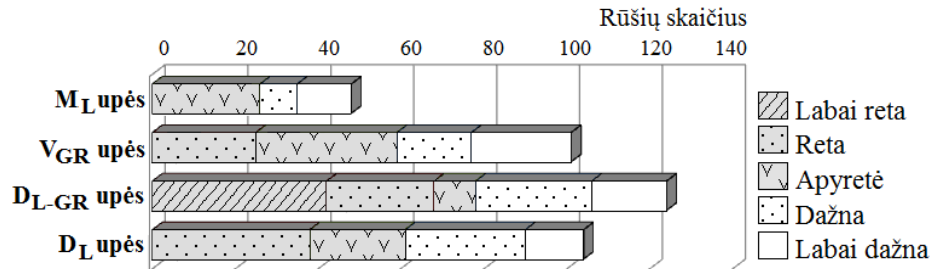
Santrumpos, ekologinės grupės: Me. – meroplanktoninė, End. – endofitinė, Epid. – epidendrinė, Epif. – epifitinė, Epil. – epilitinė, Epip. – epipelitinė, Epips. – epipsamitinė, Epiz. – epizoitinė, An. – antropogeninis substratas; upių grupės žr. 5 pav.

dumblingas smėlis. Nedidelį epifitinių ir epilitinių dumblių kiekį šiose upėse galėjo nulemti didelis telkinių gylis, nepakankamos apšviestumo sąlygos priedugniniame vandens sluoksnyje (VANNOTE et al., 1980; HILL, 1996).

Fitobentosos taksonominę rūšių sudėtį ir dumblių ekologinių grupių pasiskirstymą sąlygojo ir kiti aplinkos veiksniai. Tarp upių pločio ir užpavėsinimo augalija nustatyta statistiškai neigiama priklausomybė ($r = -0,333$, $p < 0,01$) parodė, kad mažesnis užpavėsinimas yra būdingas didelėms ir plačioms upėms (D_{L-GR} , D_L) (žr. 19 pav. A). Epifitinės žaliadumblių rūšys buvo dažniau aptiktos plačiomis vagomis ir dideliu šviesos apšviestumu pasižyminčiose upėse. Siaurose ir stipriai užpavėsiniose (iki 95 %) upėse, kur maksimalus šviesos intensyvumą apibrėžiantis fotonų srauto tankis būna $< 40 \mu\text{mol fotonų/m}^2/\text{s}$ (HILL et al., 1995; HILL, 1996; ALLAN & CASTILLO, 2007), daugiausiai vystėsi raudondumblių ir melsvabakterių rūšys. Žinoma, kad žaliadumblių fotosintezė optimali prie 440–700 nm bangos ilgio, fitobentose jie dominuoja kai fotonų srauto tankis viršija $100 \mu\text{mol fotonų/m}^2/\text{s}$. Prie mažesnio šviesos intensyvumo yra prisitaikiusios melsvabakterių ir raudondumblių rūšys. Šių dumblių fotosintezės optimumas nustatytas užpavėsiniose augalija upėse, esant fotonų srauto tankiui $< 100 \mu\text{mol fotonų/m}^2/\text{s}$ (ALLAN, 1995; DENICOLA, 1996; HILL, 1996; ALLAN & CASTILLO, 2007).

Labai retos ir retos rūšys, paplitusios iki 10 % tirtų Lietuvos upių sudarė didžiąją dalį (57,7 %) aptiktų dumblių skaičiaus. Retų dumblių paplitimą upėse lėmė: (i) vandens tėkmė, (ii) upių hidrofizikiniai-cheminiai rodikliai ir (iii) makrodumblių rūšys – augalai-šeimininkai. Vandens tėkmė, ypač V_{GR} ir D_{L-GR} upėse, sąlygojo epipelitinių, epipsamitinių ir meroplanktoninių rūšių, pvz., *Aphanothece*, *Arthrospira*, *Tribonema* ir kt. genčių, vystymąsi. Hidrofizikiniai-cheminiai upių rodikliai lėmė *Batrachospermum arcuatum*, *Chaetophora incassata*, *Chamaesiphon carpaticus*, *C. longus*, *C. starmachii*, *Draparnaldia acuta*, *Lemanea fluviatilis*, *Schizomeris leibleinii*, *Thorea hispida* rūšių paplitimą. Rastos kelios *Leptolyngbya* genties rūšys vystosi tik *Batrachospermum* dumblių

gniužuluose (KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS, 1998; 2005). D_{L-GR} upės dėl substratų įvairovės ir vandens tėkmės skirtumų išsiskyrė dideliu labai retų rūšių skaičiumi (25 pav.).



25 pav. Fitobentos rūšių paplitimas skirtingų grupių upėse. Santrumpos, upių grupės žr. 5 pav.

Ištyrus fitobentos ir upių hidrofizikinių-cheminių rodiklių priklausomybę daugiamatės statistikos RDA metodu buvo nustatyti dumblių paplitimą sąlygojantys rodikliai (žr. 19 pav. B). Daugiau nei pusės (apie 71 %) bentoso dumblių rūšių vystymąsi neigiamai įtakojo vandens savitasis elektrinis laidis ($F = 2,117$, $p < 0,05$) ir N_b koncentracija vandenyje ($F = 1,304$, $p = 0,185$). Šie rodikliai lemia ne tik dumblių vystymąsi ir paplitimą Lietuvos upėse, bet ir rūšių gausumo rodiklius.

Upių vandenyje, esant mažesniems ištirpusių mineralinių medžiagų kiekiams, dumblių gausumo rodikliai buvo didesni. Pavyzdžiui, upėse, kuriose vandens savitojo elektrinio laidžio vertės buvo 260–500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, melsvabakterės *Heteroleibleinia* ir *Jaaginema* (kiekvienos gausumas po 2 balus) bei raudondumbliai *Hildenbrandia rivularis* (iki 5 balų) formavo gausias populiacijas. Tačiau buvo nustatyta ir teigiama *Komvophoron schmidlei*, *Phormidium autumnale*, *Spirogyra* sp., *Stigeoclonium* sp. bei vandens savitojo elektrinio laidžio priklausomybė, r nuo 0,267 iki 0,352. Šios dumblių rūšys toleruoja didelę mineralinių medžiagų koncentraciją.

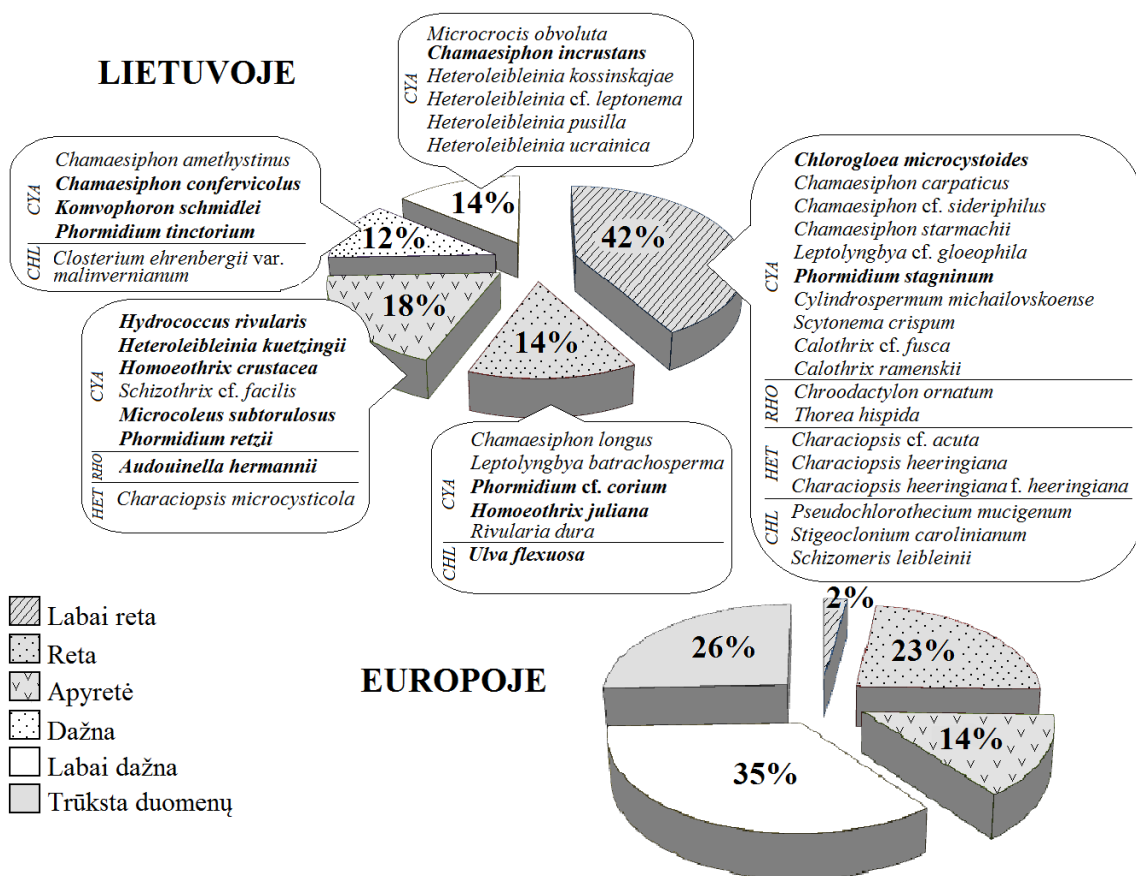
RDA analizė parodė N_b kiekio vandenyje neigiamą poveikį raudondumblių (*Audouinella hermannii*, *Batrachospermum gelatinosum*, *Hildenbrandia rivularis*) ir melsvabakterių (*Phormidium retzii*) rūšims, jų

gausumui ir paplitimui (žr. 19 pav. B). Raudondumblių rūšių gausiausios (4–5 balai) populiacijos buvo būdingos daugiausiai švariose/geros būklės upėse, N_b kiekiui esant apie 0,750–2,775 mg/l. Panašias raudondumblių vystymosi ypatybes nurodo ir kiti tyrėjai (VIS et al., 1996; GUTOWSKI et al., 2004; ELORANTA & KWADRANS, 2007; SIMIĆ, 2008; ŹELAZNA-WIECZOREK & ZIUŁKIEWICZ, 2008). *Phormidium retzii* buvo būdingos geros būklės upėms, didžiausias gausumas (4 balai) buvo upėse, kuriose N_b kiekis siekė 1,150 mg/l. Apie šių melsvabakterių paplitimą analogiškoje aplinkoje nurodo KOMÁREKAS ir ANAGNOSTIDIS (2005). Tačiau SCHAUMBURGAS ir kt. (2006) teigia, kad *P. retzii* gausiai vystosi eutrofiniuose telkiniuose ir priskyrė šią rūšį indikacinėms C dumblių grupės rūšims. Didelio N_b kiekio vandenyje tolerantiškoms rūšims priskirti gelsvadumbliai *Vaucheria sessilis* ir žaliadumbliai *Cladophora glomerata*. Tyrimai parodė, kad jos vystosi organiniais junginiais užterštose upėse, jų gausiausios (4–5 balai) populiacijos buvo upėse, kuriose N_b kiekis siekė 5,185 mg/l. Panašius rezultatus gavo ir kiti tyrėjai (JOHN, 2002b; 2003; JOHNSON, 2002), nors pagal SCHAUMBURGĄ ir kt. (2006) abi rūšys priskirtos indikacinei B dumblių grupei, t.y. rūšys paplitusios geros būklės upėse.

Pagal RDA analizės rezultatus be jau aptartų rodiklių, nustatyta *Characiopsis heeringiana* f. *heeringiana*, *Heteroleibleinia kossinskajae*, *H. ucrainica* ir *Oedogonium* sp.₃, *Stigeoclonium tenue* rūšių priklausomybė nuo P_b kiekio vandenyje (žr. 19 pav. B). Dumbliai aptikti upėse, kuriose P_b kiekis siekė dideles 0,346–0,767 mg/l vertes. Apie šių bentoso dumblių rūšių ekologiją literatūros šaltinių nėra daug, tačiau yra žinoma, kad *Stigeoclonium tenue* būdinga maistinėmis ir organinėmis medžiagomis bei dideliais sunkiųjų metalų kiekiais praturtintuose telkiniuose (JOHN, 2002a).

Upėse aptiktos 43 naujos Lietuvai fitobentoso rūšys, priklauso 4 skyriams, 6 klasėms, 11 eilių ir 24 gentims (26 pav.). *Cyanophyceae* klasei priklauso 31 rūšis, *Xantophyceae* – 4, *Rhodophyceae* ir *Chlorophyceae* klasėms po 3 rūšis, *Ulvophyceae* bei *Zygnematophyceae* – po vieną. Naujos dumblių rūšys sudarė 29

% visų aptiktų bentoso dumblių rūšių. Didelį naujų rūšių kiekį lėmė nepakankamas Lietuvos upių ištirtumas. Trylika melsvabakterių rūšių (30 % naujų rūšių skaičiaus) Europoje yra labai dažnos. Devynios melsvabakterės Europos gėluosiuose vandenyse – retos (ELENKIN, 1938; 1949; GOLLERBAH et al., 1953; STARMACH, 1966; KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS, 1998; 2005; ČARĀUŠ, 2003; 2012; KOMAREK et al., 2006; GUIRY & GUIRY, 2011), o apie 6 rūšių paplitimą – nepakanka duomenų.



26 pav. Naujų Lietuvai fitobentoso rūšių paplitimas Lietuvos ir Europos upėse (paryškinta dumblių rūšis – labai dažna Europoje).

Santrumpos: (CYA) – Cyanobacteria, (RHO) – Rhodophyta, (HET) – Heterokontophyta, (CHL) – Chlorophyta.

Iš aptiktų trijų naujų raudondumblių rūšių *Thorea hispida*, *Chroodactylon ornatum* Lietuvos upėse buvo labai retos, Europos vandenyse šios rūšys apyretės, tačiau jų formuojamos populiacijos, kaip ir Lietuvoje, yra negausios. Dėl

nepakankamo ištirtumo *C. ornatum* ir *Audouinella hermannii* nėra dažnos Lietuvos upėse, nors kiti tyrėjai nurodo, kad šios raudondumblių rūšys vystosi nuo labai geros iki blogos būklės upėse (VINOGRADOVA et al., 1980; VIS & SHEATH, 1993; ROTT et al., 1996; SHEATH & SHERWOOD, 2002; ELORANTA & KWANDRANS, 2007; WOŁOWSKI et al., 2007; ELORANTA et al., 2011). Apie naujų Lietuvai retų heterokontofitų rūšių paplitimą Europoje trūksta duomenų.

Naujos Lietuvai žaliadumblių *Schizomeris leibleinii* ir *Ulva flexuosa* rūšys, nors aptinkamos ant įvairios kilmės substratų, įvairios tėkmės ir užterštumo telkiniuose ir yra dažnos Europoje (STARMACH, 1972; MOŠKOVA & GOLLERBAH, 1986; BURROWS, 1991; TITTLE, 2002; JOHN, 2002a; 2003), tačiau Lietuvos upėse jos buvo aptiktos retai ir negausiai. *Stigeoclonium carolinianum* mažą paplitimą Lietuvos upėse galėjo lemti vandens būklė. Pagal STARMACHĄ (1972), MOŠKOVA ir GOLLERBAHĄ (1986) ši rūšis paplitusi tik švairiuose vandens telkiniuose. Tačiau *S. carolinianum* buvo aptikta tik Šyšos II upėje, kurios bloga būklė buvo nustatyta pagal P_b kiekį (0,346 mg/l) vandenyje.

Fitobentos rūšių apibūdinimą apsunkina morfologinių struktūrų, pagal kurias identifikuojamos rūšys, stoka (JOHNSON, 2002; KUMANO, 2002; ELORANTA et al., 2011). Didelė rūšių morfologinių požymių įvairovė gali kisti priklausomai nuo ekologinių sąlygų (VIS & SHEATH, 1992; KUČERA & MARVAN, 2004; KUČERA et al., 2008), dumblių vystymosi ciklo laikotarpio (VAN DEN HOEK, 1963; ROSS, 2006). Todėl Lietuvos upėse vyraujančių ir retų makrodumblių rūšių identifikavimo klasikiniais metodais, t.y. pagal morfologinius požymius, patvirtinimui buvo atlikti molekuliniai tyrimai, o gauti DNR sekoskaitos rezultatai palyginti su Genų banko (NCBI) duomenų bazėje esančiais duomenimis.

Batrachospermum genties raudondumblių apibūdinimas pagal morfologinius požymius buvo patvirtintas ištyrus *rbcL* geno sekas. *Batrachospermum rbcL* geno sekų sudaryta dendrograma parodė, kad Notės upės *B. arcuatum* populiacijos identiškos Bulgarijoje aptiktoms rūšims (GU457344, GU457345), o Versekos upės *B. gelatinosum* – Prancūzijoje paplitusiai rūšiai

(GU810834) (žr. 12 pav.). Nedzingio upėje aptiktos *Batrachospermum* sp. nepavyko apibūdinti iki rūšies nei pagal morfologinius požymius, kadangi jauni individai dar nebuvo suformavę lytinio dauginimosi organų, pagal kuriuos identifikuojama rūšis (KUMANO, 2002; ELORANTA et al., 2011), nei pagal *rbcL* geno sekas. *Batrachospermum* sp. yra genetiškai artima JAV paplitusioms *B. boryanum* (GU457343, AF029140) ir *B. anatinum* (DQ393128) rūšims. *B. helminthosum* Bory de Saint-Vincent 1808, *B. macrosporum* Montagne 1850 ir *B. turfosum* Bory de Saint-Vincent 1808 rūšys buvo genetiškai labiausiai nutolusios nuo kitų *Batrachospermum* rūšių. Šios dumblių rūšys taip pat išsiskiria jų vystymuisi būtinomis specifinėmis ekologinėmis vystymosi sąlygomis. *B. turfosum* vystosi švariose upeliuose ir ežeruose, dažnai distrofiniuose telkiniuose, kurių pH 4,2–7,6(8,0), o vandens temperatūra kinta plačiose ribose (11,0–26,0 °C) (KOSTKEVIČIENĖ & LAUČIŪTĖ, 2009; ELORANTA et al., 2011). Tuo tarpu *B. helminthosum* ir *B. macrosporum* vystymuisi optimalios sąlygos – pH apie 7,4, vandens temperatūra apie 20 °C (CHIASSEON et al., 2005; NECCHI JÚNIOR & ROBEIRO ZUCCHI, 2001; ROBEIRO ZUCCHI & NECCHI JÚNIOR, 2001; SHEATH & SHERWOOD, 2002; KATO et al., 2009; NECCHI JÚNIOR & DE OLIVEIRA, 2011). Skirtingus rezultatus gavo SHERWOODAS ir kt. (2008), atlikę *B. helminthosum* ir *B. macrosporum* *rbcL* ir *cox2-3* genų sekų tyrimus. Pagal juos *B. helminthosum* ir *B. macrosporum* yra priešingai, genetiškai artimos tirtoms *Batrachospermum* rūšims.

Raudondumblių *Lemanea fluviatilis* apibūdinimas klasikiniiais metodais buvo patvirtintas pagal 18S rRNR geno sekas (žr. 13 pav. A). Lietuvoje ir Kanadoje (AF026051) aptiktos *L. fluviatilis* buvo identiškios. Tačiau pagal *rbcL* geno sekas *L. fluviatilis* apibūdinti nepavyko. Atlikti *Lemanea* dumblių *rbcL* ir 18S rRNR genų sekų tyrimai akivaizdžiai įrodo, kad šios genties rūšys yra sunkiai identifikuojamos klasikiniiais metodais (VIS & SHEATH, 1992; KUČERA et al., 2008). Jos apibūdinamos pagal siūlų šakojimosi dažnumą, siūlo skersmenį ir gniūžulo pamatinės dalies morfologiją (SHEATH & SHERWOOD, 2002; SHEATH,

2003; ELORANTA et al., 2011), kurie kinta priklausomai nuo aplinkos sąlygų (KUČERA & MARVAN, 2004). Įvairiuose pasaulio regionuose aptinkamos *Lemanea* rūšys (*L. borealis* Atkinson 1904, *L. fluviatilis*, *L. fucina* Bory de Saint-Vincent 1808) pagal *rbcL* ir 18S rRNR genų sekas buvo panašios, nebuvo nustatyti nukleotidų sekų skirtumai (žr. 13 pav.).

Kadangi Genų banke nėra *Thorea hispida* 18S rRNR geno sekų, todėl pagal morfologinius požymius apibūdintos rūšies *rbcL* ir 18S rRNR genų sekos palygintos su NCBI duomenų bazėje esančiomis visomis *Thorea* genties dumblių DNR sekomis (žr. 14 pav.). Tik *rbcL* geno sekų palyginimas leido patvirtinti *T. hispida* rūšies apibūdinimą pagal morfologinius požymius (monosporangės, karposporangės) (VIS et al., 1998; NECCHI JÚNIOR et al., 2010). Ištyrus trijų *Thorea* genties raudondumblių: *T. violacea* Bory de Saint-Vincent 1808 (AF506269), *T. okadae* Yamada 1949 (AB159654, AB159655) ir naujos bei retos Lietuvoje *T. hispida* – *rbcL* geno sekas, buvo nustatytas didelis (97,1 %) rūšių genetinis panašumas (žr. 14 pav. A). Patvirtinti kitų mokslininkų gauti rezultatai, kurie parodė, kad *T. riekei* Bischoff 1965 rūšis nesudaro atskiros grupės, dendrogramoje ji esanti greta *T. violacea* parodo, kad *T. riekei* gali būti vadinama *T. violacea* sinonimu (SHEATH et al., 1993; NECCHI JÚNIOR et al., 2010). Pagal 18S rRNR geno sekas dvi *Thorea* rūšys: *T. violacea* iš JAV (AF026042, AF342744) ir Brazilijos (GU953246) bei *T. bachmannii* C. Pujals ex R. G. Sheath, M. I. Vis & K. M. Cole iš Brazilijos (GU953244, GU953243), sudarė atskiras grupes (žr. 14 pav. B).

Upėse paplitusi *Hildenbrandia rivularis* buvo apibūdinta ir pagal morfologinius požymius ir pagal *rbcL* geno sekas (žr. 15 pav.). Novos upėje rasti raudondumbliai buvo panašūs į Švedijoje (AY028814), o Babrungo upėje – į Austrijoje (AF208797) ir Velse (AF208813) aptinkamas dumblių rūšis. Tarp kitų *Hildenbrandia* rūšių (*H. angolensis* Welwitsch ex West & G. S. West 1897 ir *H. rubra* (Sommerfelt) Meneghini 1841) rūšių *rbcL* geno sekų aiškaus skirtumo nebuvo nustatyta, nors pagal SHERWOODĄ ir SHEATH'Ą (2000) atliktus dumblių

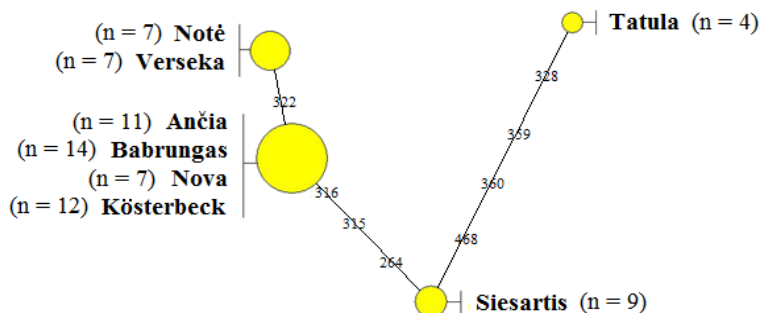
18S rRNR geno tyrimus jūrinė *H. rubra* ir gėlavandenė *H. angolensis* sudarė atskiras grupes.

Gelsvadumblių *Vaucheria sessilis* ir žaliadumblių *Cladophora glomerata* *rbcL* geno duomenų Genų banke nėra, todėl pagal morfologinius požymius identifikuotos rūšys nebuvo patvirtintos. Lietuvoje aptinkamų rūšių *rbcL* geno sekos palygintos su NCBI bazėje esančiomis *Vaucheria* ir *Cladophora* genčių DNR sekomis (žr. 16 pav.). Tatulos upėje rasta *Vaucheria sessilis* genetiškai panaši (98,7 %) su Danijoje aptinkama *V. bursata* (AF015589, AF476938, AF476939) parodė, kad *V. bursata* ir *V. sessilis* gelsvadumbliai gali būti, kaip siūlo ENTWISLE (1987), vadinami sinonimais. Šią prielaidą patvirtina ir abiejų rūšių didelis morfologinių požymių panašumas (JOHNSON, 2002). Be to, ANDERSENO ir BAILEY (2002) atlikti *Vaucheria* genties dumblių molekuliniai tyrimai parodė, kad *V. bursata*, *V. dillwynii* (F. Weber & Mohr) C. Agardh 1812, *V. trepens* Hassall 1843, ir *V. sessilis* rūšys sudaro monofiletinę grupę (sekciją *Corniculatae*).

Lietuvos (Ančia, Nova) ir šiaurės Vokietijos (Kösterbeck) upėse paplitusios *Cladophora glomerata* pagal *rbcL* geno sekas buvo identiškios, tačiau stipriai skyrėsi nuo Naujosios Zelandijos (EU380532) *Cladophora* sp. (žr. 16 pav.). Palyginti mažas kiekis NCBI duomenų bazėje *Cladophora* genties dumblių *rbcL* geno sekų parodo, kad *rbcL* genas yra konservatyvus ir tokiu atveju būtini kompleksiniai įvairių genų tyrimai (HALL et al., 2010). Lietuvos upėse paplitusios *C. glomerata* rūšies apibūdinimas buvo patvirtintas pagal ITS1 srities nukleotidų sekas (žr. 17 pav.). Ančios, Babrungo, Novos, Kösterbeck upėse ir Japonijos (AB665565) ežeruose paplitusios *C. glomerata* žaliadumblių ITS1 srities DNR sekos buvo identiškios.

Plačiai paplitusios dumblių rūšys genetiškai adaptuojasi prie kintančių aplinkos sąlygų (HAYAKAWA et al., 2012). Rūšių genetinio polimorfizmo nustatymui buvo pasirinktos ITS nekoduojančios DNR sritys, pasižyminčios greitu genomo kitimu (WHITE et al., 1990). Lietuvos upėse vyraujančios reofilinės

Cladophora glomerata genetinis polimorfizmas buvo patvirtintas klonuojant ITSI srities DNR. Atliktus 71 *C. glomerata* pavyzdžių ITSI srities sekoskaitą, buvo nustatyta, kad Ančios, Babrungo, Novos ir Kösterbeck upėse paplitę dumbliai yra identiškai, jie sudarė didžiausią grupę (27 pav.). Notės, Versekos upių *C. glomerata* DNR nuo didžiausios grupės skyrėsi vienu nukleotidu. Išsiskyrė ir šių dumblių augimo sąlygos, upių vandenyje nustatytas iki keturių kartų mažesnis NH₄-N kiekis (max. 0,013 mg/l) (APLINKOS..., 2005–2010). Daugiausiai *C. glomerata* mutacijų DNR sekose nustatyta Siesarčio ir Tatulos upėse. Abu telkiniai yra Lietuvos Vidurio fizinėje-geografinėje srityje (TARVYDAS, 1958; JABLONSKIS & JANUKĖNIENĖ, 1978), kur vyraujantys gruntai su prastomis infiltracinėmis savybėmis lemia stiprius upių nuosėkius, įšalimą iki dugno (KILKUS, 1998; KILKUS & STONEVIČIUS, 2011) ir sulaiko vandenyje didelį maistinių medžiagų (N_b, P_b) kiekį. Maistinių medžiagų, ypač N_b, kiekis (4,025–5,185 mg/l) ir kiekio pokyčiai skirtingais metais (priedo 48, 49 pav.) bei ištirpusių druskų kiekis (vandens savitasis elektrinis laidis 735,8–865,1 μS/cm) Siesarčio ir Tatulos upių vandenyje (APLINKOS..., 2001–2004; 2005–2010), lyginant su kitomis tirtomis upėmis, buvo didžiausi. Genetinį *C. glomerata* polimorfizmą Siesarčio ir Tatulos upėse galėjo lemti hidrologinių-cheminių rodiklių pokyčiai. Kaip matyti iš filogenetinio tinklo, Tatulos upėje rastų *C. glomerata* nuo Siesarčio upėje aptiktų dumblių DNR sekos skyrėsi keturiais nukleotidais (27 pav.).



27 pav. *Cladophora glomerata* genetinis polimorfizmas tirtose upėse. Filogenetinis tinklas sudarytas pagal ITSI srities 465 bp ilgio DNR sekas. Santrumpos: n – pavyzdžių skaičius; skaičius filogenetiniame tinkle – DNR sekoje pasikeitusio nukleotido vieta.

FITOBENTOSO TAIKYMAS UPIŲ EKOLOGINĖS BŪKLĖS VERTINIMUI

Paviršinių vandens telkinių ekologinės būklės įvertinimui pagal Europos Sąjungos (ES) Bendrąją Vandens Politikos Direktyvą (BVPD) (EU WFD, 2000/60/EC) rekomenduojami biologiniai kokybės elementai yra fitoplanktonas, fitobentosas, fitobentosos makrodumbliai, makrofitai, zoobentosas ir ichtiofauna (QUEVAUVILLER et al., 2008; SWD, 2012a–l). Vienas iš floros elementų – fitobentosos makrodumbliai atspindi žmogaus veiklos sąlygotus telkinių ekologinės būklės pokyčius (SCANLAN et al., 2006; BALLESTEROS et al., 2007; JUANES et al., 2008; JELIC MRCELIC et al., 2012; ir kt.). Kai kurios ES šalys: Airija, Jungtinė Karalystė, Lietuva, Olandija, Švedija ir Vokietija, tarpinių ir priekrantės vandenų būklės vertinimui įtraukia fitobentosos makrodumblių rūšis, jų rodiklius (SWD, 2012c,f,g,i,k,l). Kitose ES šalyse makrodumblių vertinimo metodikos nėra arba jos yra rengiamos. Lietuvos Baltijos jūros šiaurinės priekrantės ir tarpinių vandenų ekologiškai būklei vertinti taikomos makrodumblių *Furcellaria lumbricalis* (Hudson) J. V. Lamouroux 1813 projekcinio padengimo vertės pagal rūšies paplitimo gylį (OLENIN ir kt., 2012; SWD, 2012g). *F. lumbricalis* yra daugiametė raudondumblių rūšis, formuojanti buveines Lietuvos šiaurinėje priekrantėje. Upių ir ežerų makrodumblių rūšys kai kuriose Europos valstybėse (Airijoje, Belgijoje, Jungtinėje Karalystėje (KELLY et al., 2006b; VAN DE BUND, 2009; SWD, 2012b,f,l)) yra tiriamos kartu su makrofitais. Tačiau Lietuvos gėlujų vandenų būklei vertinti fitobentosos makrodumbliai ir jų projekcinis padengimas nėra taikomi.

Lietuvos upių ekologinės būklės vertinimui naudojami biologiniai vandens kokybės elementai, jų rodikliai: zoobentosos taksonominė sudėtis, rūšių gausumas (Danijos upių faunos indeksas DIUF) ir ichtiofaunos taksonominė sudėtis, rūšių gausumas ir amžiaus struktūra (Lietuvos žuvų indeksas LŽI) (ARBAČIAUSKAS, 2006; KONTAUTAS, 2008–2010; VIRBICKAS, 2008; 2009a,b; 2010; APLINKOS..., 2010; LIETUVOS..., 2011; VAITIEKŪNIENĖ ir kt., 2011). Kuriami metodai panaudojant ir kitus biologinius elementus – makrofitus

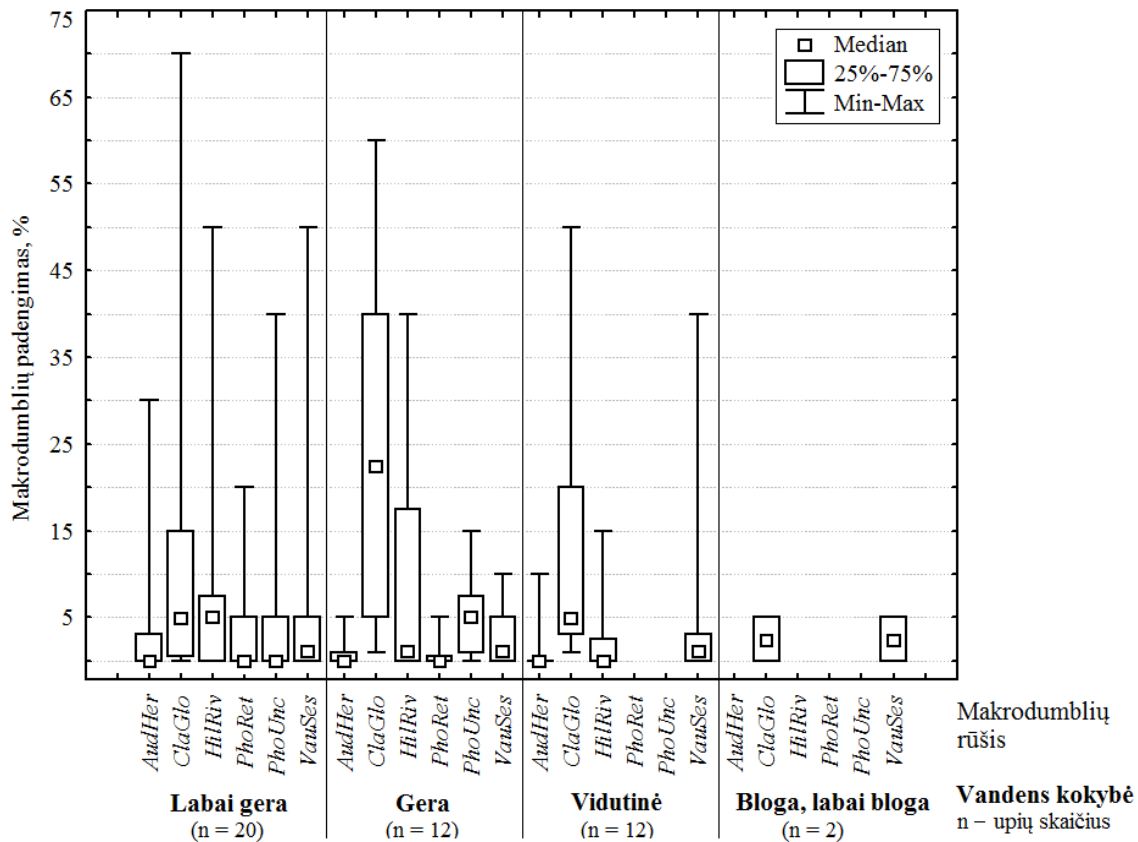
(makrofitų etaloninis indeksas RI) ir fitobentosos titnagdumbliaus (GUDAS, 2010; SINKEVIČIENĖ, 2010–2011; ZVIEDRE, 2013). Šie organizmai pasižymi skirtinga gyvenamąja aplinka, skirtingomis savybėmis ir reakcija į išorės poveikį. Ekologinės būklės vertinimo metodika pagal fitobentosos (be titnagdumblių) rodiklius (fitobentosos indeksas BI): indikacines dumblių rūšis ir jų gausumą (įvertintą 5-ių balų skalėje), buvo sukurta ir sėkmingai taikoma Vokietijoje (GUTOWSKI et al., 2004; FOERSTER et al., 2004; SCHAUMBURG et al., 2004; 2006; FEDERAL..., 2009; THEESFELD & SCHLEYER, 2011; SWD, 2012c). Universali metodika paskatino ištirti makrodumblių projekcinio padengimo vertes skirtingos būklės upėse ir įvertinti jo taikymo galimybes Lietuvos upių būklės *in situ* vertinimui. Darbe analizuojamos fitobentosos makrodumblių projekcinio padengimo ir indekso BI kaip atskirų rodiklių taikymo galimybės, įvertinama fitobentosos rūšių ir hidrofizikinių-cheminių kokybės rodiklių upėse statistinė priklausomybė.

Būklės vertinimas pagal makrodumblių projekcinį padengimą (%).

Upių bentoso makrodumblių bendrijų pokytis į pagrindinių maistinių medžiagų (N_b , P_b) kiekio vandenyje svyravimus yra pakankamai greitas (BIGGS, 1996; BIGGS & KILROY, 2000; BIGGS & SMITH, 2002; GUTOWSKI et al., 2004; FOERSTER et al., 2004; SCHAUMBURG et al., 2004). Duomenys naudojami preliminariam upių ekologinės būklės vertinimui *in situ*. Makrodumblių rūšių projekcinio padengimo įvertinimas buvo atliktas 48-iose Lietuvos upėse (69 % tirtų telkinių). Buvo atrinktos indikacinės makrodumblių rūšys ir įvertinta jų projekcinio padengimo kaita įvairios ekologinės būklės upėse nustatytose pagal N_b ir P_b kiekį vandenyje.

Lietuvos upių būklės vertinimui atrinktos 6 indikacinės bentoso makrodumblių rūšys: *Audouinella hermannii*, *Cladophora glomerata*, *Hildenbrandia rivularis*, *Phormidium retzii*, *P. uncinatum* ir *Vaucheria sessilis*. Rūšys lengvai identifikuojamos *in situ*, yra stabilios greitos tėkmės upėse ir yra dažnos (paplitusios > 21 % telkinių) Lietuvos upėse.

Tyrimo rezultatai išryškino makrodumblių projekcinio padengimo kaitos ypatumus skirtingos ekologinės būklės upėse. Nustatyta, kad, prastėjant upių būklei, mažėja indikatorinių rūšių sudėtis, kinta jų padengimas (28 pav.). Upėse, kurios pagal N_b ir P_b rodiklius atitiko labai gerą ekologinę būklę, nustatyta didžiausia makrodumblių rūšių įvairovė ir projekcinio (iki 70 %) padengimo vertės. Aiškiai išsiskyrė 1-o ir 3-o tipo upėms būdingos rūšys. Pirmo tipo labai geros būklės upėms būdinga *Audouinella hermannii*, ji formuoja iki 30 % padengimo populiacijas, 3-o tipo upėms – *Phormidium retzii* ir *P. uncinatum*, padengimas 15–20 % (žr. 21 pav.). Nors *P. retzii* pagal literatūros duomenis toleruoja vidutinišką organinį užterštumą (KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS, 2005),



28 pav. Makrodumblių projekcinis padengimas (%) skirtingos būklės Lietuvos upėse, nustatytose pagal N_b^* ir P_b^* vertes.

* – duomenys AAA (APLINKOS..., 2005–2010; 2009). Santrumpos: *AudHer* – *Audouinella hermannii*, *ClaGlo* – *Cladophora glomerata*, *HilRiv* – *Hildenbrandia rivularis*, *PhoRet* – *Phormidium retzii*, *PhoUnc* – *Phormidium uncinatum*, *VauSes* – *Vaucheria sessilis*.

tačiau pagal šios rūšies paplitimo ir projekcinio padengimo (iki 20 %) duomenis Lietuvos upėse, *P. retzii* yra labai geros būklės upių vertinimo požymis. Geros būklės upėse išsiskiria indikatorinės žaliadumblių *Cladophora glomerata*, raudondumblių *Hildenbrandia rivularis*, melsvabakterių *Phormidium uncinatum* rūšys ir jų padengimas. Rūšių projekcinis padengimas svyruoja 15–60 % ribose (žr. 28 pav.). Melsvabakterės *P. uncinatum* plačiau paplitusios geros būklės nei labai geros būklės upėse. Melsvabakterių padengimo vertės buvo reikšmingesnės geros būklės upėse, nors pagal SINGH'Ą ir kt. (2008) *P. uncinatum* vystosi plačios amplitudės ekologinėse sąlygose.

Vidutinės–labai blogos būklės upėse, AAA priskirtoms rizikos grupės vandens telkiniams (APLINKOS..., 2009), nustatytas ženkliai sumažėjęs indikatorinių makrodumblių rūšių paplitimas, projekcinis padengimas (žr. 28 pav.). Vidutinės būklės upėse išsiskyrė tik kelios padidėjusį maistinių medžiagų kiekį toleruojančios raudondumblių *Audouinella hermannii* ir *Hildenbrandia rivularis* rūšys (ELORANTA & KWANDRANS, 2007; ŻELAZNA-WIECZOREK & ZIUŁKIEWICZ, 2008; ELORANTA et al., 2011), jų padengimas (iki 15 %) buvo reikšmingas tik 1-o tipo upėse (žr. 21 pav.). Blogos ir labai blogos ekologinės būklės upėse nustatyta mažiausia makrodumblių rūšių įvairovė ir padengimas (žr. 28 pav.). Šiose upėse aptiktos organinį užterštumą toleruojančios *Cladophora glomerata* ir *Vaucheria sessilis* (JOHN, 2002b; 2003; OTT & OLDHAM-OTT, 2003) formavo mažiausias, lyginant su geresnės būklės upėmis, populiacijas (padengimas 5 %). Mažas šių rūšių projekcinis padengimas yra tinkamas Lietuvos upių prastos būklės rodiklis. ALLANAS (1995) ir BIGGSAS (1996) taip pat nustatė, kad blogos būklės upėse, kur yra padidėjęs maistinių medžiagų kiekis, dominuoja viena arba dvi dumblių rūšys (pvz., *Cladophora glomerata*, *Vaucheria* sp.), kitos rūšys sutinkamos labai retai arba iš viso nesivysto. Blogos, labai blogos ekologinės būklės Lietuvos upėse kitų makrodumblių rūšių neaptikta.

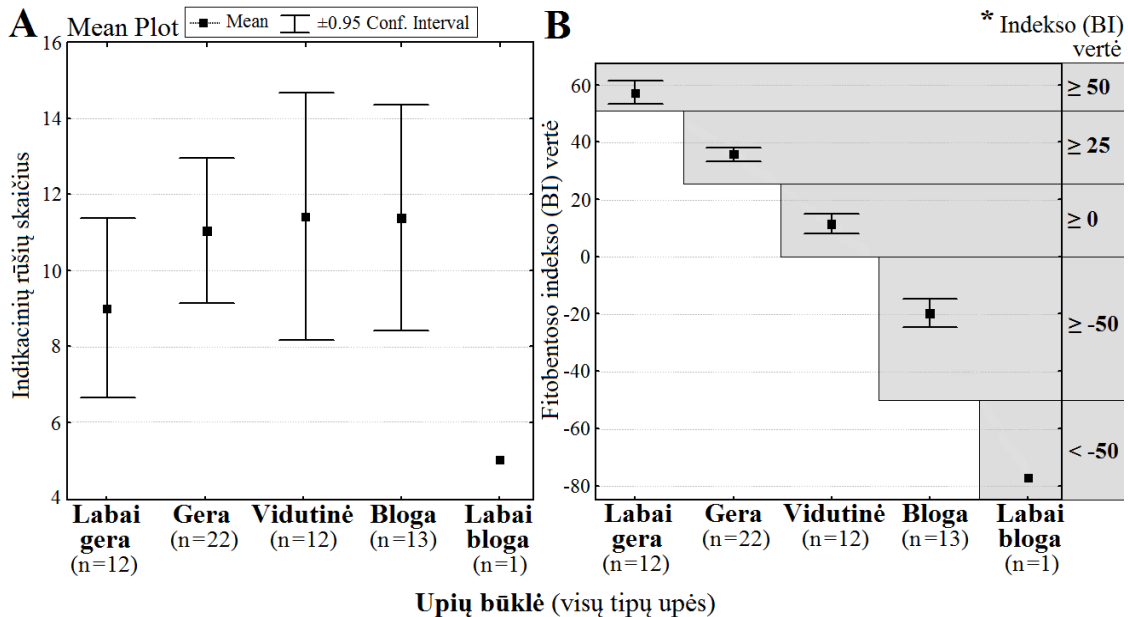
Atrinktų upėms būdingų makrodumblių rūšių projekcinio padengimo pokyčiai skirtingos ekologinės būklės įvairaus tipo upėse leidžia preliminariai in

situ atlikti upių būklės vertinimą (express test). Esant didesnei fitobentosos tyrimų duomenų bazei bus galima sudaryti upių būklės klasifikacinę sistemą ir nustatyti etalonines sąlygas pagal makrodumблиų projekcinio padengimo vertes.

Būklės vertinimas pagal fitobentosos indeksą (BI). Vandens ekosistemose fitobentosos yra svarbus ekologiniu ir ekonominiu aspektu, tačiau daugelyje ES šalių upėse jis žymiai mažiau ištirtas nei fitoplanktonas ar makrofitai. Todėl dėl santykinai mažos duomenų bazės sukurti tik keli gėlųjų vandenų būklės vertinimo metodai pagal fitobentosos rodiklius. Norvegijoje upių trofinės būklės vertinimui sukurtas perfitono indeksas (PIT) (SCHNEIDER & LINDSTRØM, 2011). Upių būklė nustatoma pagal bentosos dumблиų, neįtraukiant titnaginių, rūšių gausumą, įvertintą 5-ių balų skalėje ir indikacines dumблиų vertes, kurios nustatytos pagal dumблиų prierašumą vystytis esant tam tikram P_b kiekiui vandenyje. Indekso PIT verčių, atspindinčių skirtingas ekologinės būklės klases, sukūrimo metodika yra analogiška anksčiau sukurtam ir Vokietijos upių būklės vertinimui taikomam fitobentosos indeksui (BI) (GUTOWSKI et al., 2004; FOERSTER et al., 2004; SCHAUMBURG et al., 2004; 2006; FEDERAL..., 2009; THEESFELD & SCHLEYER, 2011; SWD, 2012c). Abiejose valstybėse taikomų indeksų skirtumus lemia upių hidrofizikinės-cheminės savybės ir jose vyraujančios dumблиų rūšys. Indeksų PIT ir BI esminis skirtumas – indikacinės dumблиų rūšys ir jų skaičius. Disertaciniame darbe, vertinant Lietuvos upių būklę, buvo pasirinktas fitobentosos indeksas (BI). Lietuvos upės yra panašios į Vokietijos karbonatingų žemumų regiono upes ir jose aptikta dvigubai daugiau indekso BI apskaičiavimui naudojamų indikacinių dumблиų rūšių (43 rūšys, 29 % visų Lietuvos upėse rastų fitobentosos rūšių), lyginant su indekso PIT indikaciniu rūšių (23) kiekiu.

Atliktas upių ekologinės būklės vertinimas pagal fitobentosos indekso (BI) principinius parametrus: indikacinių dumблиų rūšių skaičių ir indekso BI vertes (29 pav.). Didžiausias indikacinių rūšių skaičius, vidutiniškai iki 15 rūšių, nustatytas vidutinės ir blogos būklės Lietuvos upėse (29 pav. A). Penkios indikacinės rūšys buvo rastos tik vienoje tirtoje labai blogos būklės upėje. Lietuvos upėms

apskaičiuotos indekso BI vertės kito nežymiai, nesiekė ribinių indekso verčių pagal SCHAUMBURGO ir kt. (2006) sudarytą skalę skirtingoms vandens būklės upėms (29 pav. B).

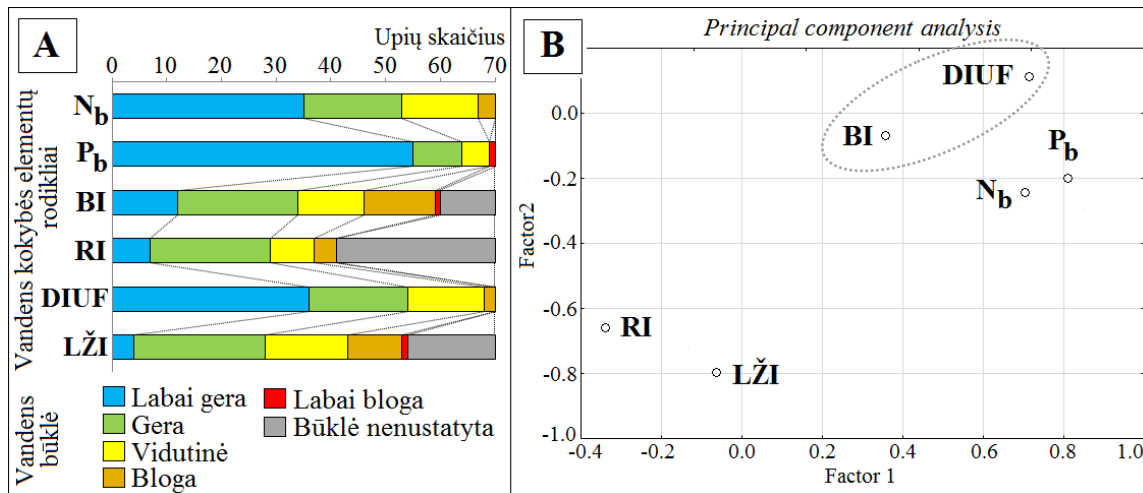


29 pav. Fitobentosos indikacinių rūšių skaičius (A) ir indekso BI vertės (B) skirtingos būklės Lietuvos upėse.

Santrumpos: n – upių skaičius, * – fitobentosos indekso (BI) verčių skalė pagal SCHAUMBURGĄ ir kt. (2006)

Pagal BVPD reikalavimus ES šalims taip pat ir Lietuvai svarbiausias tikslas yra iki 2015 m. pasiekti gerą paviršinių vandens telkinių būklę (VAITIEKŪNIENĖ ir kt., 2011). Iš tirtų Lietuvos upių 34 upės (49 % tirtų telkinių) pagal fitobentosos indekso (BI) vertes yra priskirtos labai geros ir geros būklės telkiniams (30 pav. A). Jos priklauso 11-ai Lietuvos saugomų teritorijų (KIRSTUKAS, 2004), kuriose yra palaikoma ekologinė pusiausvyra (LIETUVOS... , 1993). Palyginus upių būklę įvertintą pagal indeksą BI ir Lietuvoje vandens būklei vertinti aprobuotais ar ruošiamais hidrocheminiais (N_b , P_b) ir biologiniais (RI, DIUF, LŽI) kokybės elementų rodikliais, didžiausi skirtumai nustatyti upėse, kuriose ekologinė būklė buvo vertinama pagal hidrocheminius (N_b , P_b), ypač fosforo, ir Danijos upių faunos indekso (DIUF) rodiklius. Dažnai pagal šiuos rodiklius upių vandens būklė buvo geresnė negu pagal fitobentosą (30 pav. A).

Remiantis N_b , P_b ir DIUF rodiklių įvertinimu, daugiausiai (75–91 %) tirtų telkinių buvo geros būklės. Blogos ir labai blogos būklės upių daugiausiai įvertinta pagal fitobentosos (BI) ir Lietuvos žuvų indekso (LŽI) rodiklius, atitinkamai 20 ir 16 % upių. Santykinai vienodas skirtingos ekologinės būklės upių skaičius buvo nustatytas pagal indeksų BI ir LŽI vertes. Tačiau, nustčius atskirai kiekvienos upės būklę pagal skirtingus rodiklius, upių būklės įvertinimas buvo panašus pagal fitobentosos (BI) ir bentofaunos (DIUF) indeksus (30 pav. B).



30 pav. Upių ekologinės būklės įvertinimas pagal skirtingus vandens kokybės elementų rodiklius (A) ir skirtingo upių būklės įvertimo pagal rodiklius pasiskirstymas (B).

Santrumpos: N_b – bendras azotas, P_b – bendras fosforas, BI – fitobentosos indeksas, RI – makrofitų etaloninis indeksas, DIUF – Danijos indeksas upių faunai, LŽI – Lietuvos upių žuvų indeksas.

Palyginus tirtų upių įvertinimą pagal pirminių producentų rodiklius: fitobentosą (BI) ir makrofitų etaloninį indeksą (RI) (SINKEVIČIENĖ, 2010–2011), buvo nustatytas santykinai vienodas skirtingos ekologinės būklės upių skaičius (30 pav. A). Tačiau 34 telkiniuose, 48 % tirtų upių, makrofitų indeksas (RI) nebuvo nustatytas, nes indikacinių rūšių gausumo pakelto kubu suma buvo < 26 . Tik 9 upės, 13 % tirtų telkinių, pagal abu (BI, RI) indeksus priklausė tai pačiai būklės klasei (priedo 17 lentelė).

Siekiant įvertinti fitobentosos indekso (BI) taikymo galimybes Lietuvos upių būklės vertinimui, buvo analizuota indekso verčių ir hidrocheminių kokybės

elementų – N_b ir P_b kiekio upėse statistinė priklausomybė. Statistiškai reikšmingi koreliaciniai ryšiai nebuvo nustatyti. Tarpusavio ryšių tarp indekso BI rodiklių ir upių morfometrinių, hidrologinių, hidrofizikinių-cheminių rodiklių analizė parodė, kad *in situ* sąlygomis įvertinti upių morfometriniai ir hidrologiniai rodikliai yra reikšmingesni nei hidrofizikiniai-cheminiai (žr. 17 lentelė). Statistiškai reikšmingi fitobentosos indikacinių rūšių gausumui, jų paplitimui buvo upės plotis, substratas rieduliai ($r = 0,264-0,285$, $p < 0,05$) ir mergelis ($r = 0,341$, $p < 0,01$), o indeksui BI – srovės greitis, vandens skaidrumas iki dugno, užpavėsinimas augalija ir substrato žvirgždas ($r = 0,372-0,490$, $p < 0,01$). Neigiamos koreliacijos nustatytos tarp indekso BI ir upės gylio, dumblingo smėlio, $r = -0,350- -0,442$ ($p < 0,01$). N_b kiekis vandenyje buvo vienas iš hidrocheminių rodiklių, kuris neigiamai sąlygojo upių būklę įvertinančių indikacinių dumblių rūšių paplitimą, nustatyta silpna koreliacija ($r = -0,261$; $p < 0,05$). Tačiau, įvertinus indikacinių rūšių gausumą (5-ųjų balų skalėje), apskaičiuotų indekso BI verčių priklausomybė nuo N_b neišryškėjo. Kadangi atskirai kiekvienos upės ekologinė būklė buvo panaši pagal BI ir DIUF indeksų vertes (žr. 30 pav. B), todėl buvo atlikta DIUF ir N_b , P_b rodiklių koreliacinė analizė. Gautą statistiškai reikšmingą priklausomybę, atitinkamai $r = 0,300$ ($p < 0,05$) ir $0,404$ ($p < 0,01$). Lietuvos upių būklės vertinimui adaptuoto indekso DIUF statistiškai reikšminga priklausomybė N_b , P_b rodikliams rodo, kad telkinių vertinimas pagal indeksą BI taip pat gali būti sėkmingai adaptuotas. Tačiau šio tikslo įgyvendinimui reikalinga didesnė upių fitobentosos duomenų bazė ir atlikti vandens telkinių atranką, atsižvelgiant į N_b , P_b slenkstinius kiekius vandenyje. Taigi, šiuo metu indekso BI taikymo ekologinės būklės vertinimui metodo sukūrimo galimybės yra ribotos.

Atlikus indekso BI interkalibravimą Lietuvos upėms papildžius fitobentosos duomenų bazę, atlikus upių atranką ir išsamią dumblių rūšių priskyrimo indikacinėms grupėms analizę bei papildžius šių dumblių rūšių sąrašus, galimas upių ekologinės būklės vertinimo pagal fitobentosos indeksą (BI) metodo taikymas.

IŠVADOS

1. Fitobentosos tyrimų laikotarpiu (2009–2012 m.) 73-se upėse identifikuotos 4 skyrių, 9 klasių ir 22 eilių 149 dumblių rūšys ir vidurūšiniai taksonai. Didžiausiu rūšių skaičiumi išsiskyrė *Cyanophyceae* (86 rūšys), *Chlorophyceae* ir *Zygnematophyceae* (po 19) bei *Rhodophyceae* (11) klasės. Likusių klasių rūšys sudarė 9 % visų rūšių skaičiaus.
2. Fitobentose aptiktos 43 naujos Lietuvai rūšys: *Cyanophyceae* – 31 rūšis, *Xantophyceae* – 4, *Rhodophyceae* ir *Chlorophyceae* po 3, *Ulvophyceae* ir *Zygnematophyceae* po vieną. Šešios melsvabakterių *Microcrocis obvoluta*, *Chamaesiphon incrustans*, *Heteroleibleinia kossinskajae*, *H. cf. leptonema*, *H. pusilla*, *H. ucrainica* rūšys buvo labai dažnos upėse.
3. Išskirtos keturios upių grupės pagal upių morfometrinius, hidrofizikinius rodiklius ir vyraujančias dumblių ekologines grupes, atskleidė fitobentosos rūšių pasiskirstymo ypatumus. Melsvabakterės (iki 34 rūšių) aptiktos visų grupių upėse, žaliadumblių didžiausia įvairovė (19 rūšių) nustatyta didelėse lėtos tėkmės, raudondumblių – vidutinėse greitos ir didelėse lėtos–greitos tėkmės upėse (atitinkamai aptiktos 5 ir 6 rūšys).
4. Bentosinės dumblių rūšys sudarė 85 % upėse aptiktų dumblių rūšių, likusią dalį – meroplanktoninės (12 %) ir meroplanktoninės-bentosinės (3 %) rūšys. Epifitinės (iki 43 rūšių) ir epipelitinės (iki 36) rūšys buvo skaitlingos visų grupių upėse, epilitinės (iki 19) rūšys vyravo greitos ir lėtos–greitos tėkmės upėse.
5. Didžiausią dalį (58 %) fitobentosos rūšių sudarė labai retos ir retos dumblių rūšys. Labai retos *Chamaesiphon carpaticus*, *Chlorogloea microcystoides*, *Chroodactylon ornatum*, *Draparnaldia acuta*, *Schizomeris leibleinii*, *Stigeoclonium carolinianum* formavo negausias populiacijas. Apyretės, dažnos ir labai dažnos rūšys aptiktos panašiu santykiu.

6. Vyraujančios, retos Lietuvos upėse ir pagal morfologinius požymius sunkiai identifikuojamos *Batrachospermum arcuatum*, *B. gelatinosum*, *Hildenbrandia rivularis* ir *Thorea hispida* apibūdintos pagal *rbcL* geno, *Lemanea fluviatilis* – pagal 18S rRNR geno, *Cladophora glomerata* – pagal ITS1 srities nukleotidų sekas.
7. Nustatytas vyraujančių upėse žaliadumblių *Cladophora glomerata* genetinis polimorfizmas pagal klonuotos ITS1 srities DNR sekvenavimo duomenis. Nukleotidų sekų mutacijas galėjo sąlygoti skirtingos makrodumblių vystymosi ekologinės sąlygos.
8. Upių plotis, srovės greitis ir substratas buvo statistiškai reikšmingi fitobentos struktūrai. Plačiose, didelėse lėtos tėkmės ir neužpavėsintose upėse vyravo *Oedogonium* spp. žaliadumbliai, o siaurose, greitos tėkmės ir stipriai užpavėsintose pakrantės augalija – šviesos intensyvumo pokyčiams pakantūs *Audouinella*, *Batrachospermum* genčių raudondumbliai ir *Heteroleibleinia*, *Phormidium*, *Tapinothrix* genčių melsvabakterės. Greitos tėkmės upėse gausiausias populiacijas formavo epilitinės *Audouinella hermannii*, *Cladophora glomerata*, *Hildenbrandia rivularis* rūšys.
9. Fitobentos struktūrą daugiausiai įtakojo vandens savitasis elektrinis laidis ir bendrojo azoto (N_b) kiekis vandenyje. Mažas ištirpusių druskų jonų ir N_b kiekis lėmė raudondumblių *Audouinella hermannii*, *Batrachospermum gelatinosum*, *Hildenbrandia rivularis* ir melsvabakterių *Phormidium retzii*, *P. uncinatum*, o didelis – melsvabakterių *Oscillatoria limosa*, *Phormidium autumnale*, gelsvadumblių *Vaucheria sessilis* ir žaliadumblių *Cladophora glomerata*, *Oedogonium* sp.³ gausumą.
10. Išskirtų šešių indikatorinių makrodumblių rūšių skaičius ir jų projekcinio padengimo pokyčiai leidžia įvertinti įvairaus tipo upių būklę *in situ*. Blogėjant telkinių būklei, rūšių skaičius ir padengimo vertės (nuo 70 iki 5 %) mažėja. *Audouinella hermannii*, *Phormidium retzii*, *P. uncinatum* rūšių padengimas sudarė 20–40 % tik labai geros ir geros būklės upėse.

Hildenbrandia rivularis, *Cladophora glomerata* ir *Vaucheria sessilis* projekcinis padengimas ženkliai mažėjo keičiantis vandens būklei nuo vidutinės iki labai blogos.

11. Pagal fitobentosos indeksą (BI) 49 % tirtų Lietuvos upių yra labai geros ir geros, 37 % – vidutinės, blogos ir labai blogos būklės, likusių upių būklė nenustatyta. Indeksas BI patikimai atspindi skirtingo tipo Lietuvos upių ekologinę būklę esant vidutiniam N_b , P_b kiekiui vandenyje. Indekso patikimumas mažėja kai maistinių medžiagų kiekis būna mažas ar didelis.

LITERATŪRA

- ABDELAHAD N., BAZZICHELLI G., D'ARCHINO R., 2003: Catalogo delle Desmidiacee (Chlorophyta, Zygnematophyceae) segnalate in Italia. A checklist of Desmids (Chlorophyta, Zygnematophyceae) reported in Italy. – *Accademia Nazionale delle Scienze*, **11**: 1–102.
- ABOAL M., 1988: Aportación al conocimiento de las algas epicontinentales del Sudeste de España. III. Cianofíceas (Cyanophyceae Schaffner 1909). – *Anales Jardín Botánico de Madrid*, **45(1)**: 3–46.
- ABOAL M., 1989: Flora algal del río Benamor (Cuenca del Segura, SE de España). – *Limnética*, **5**: 1–11.
- ABOAL M., 1996: Epipellic algal communities in irrigation chanel of Southeastern Spain. – *Arch. Hydrobiol. Algological Studies*, **82**: 117–131.
- ABOAL M., LLIMONA X., 1984a: Aportaciones al conocimiento de la flora del río Mula, Murcia, SE de España. – *Limnética*, **1**: 141–147.
- ABOAL M., LLIMONA X., 1984b: Aportación al estudio algológico del sistema de Sierras de Ponce y Quipar (NO de Murcia, SE de España). – *Anales Biología*, **2**: 1–17.
- ABOAL M., PREFASI M., ASECIO A.D., 1996: The aquatic microphytes and macrophytes of the Trásvase Tajo-Segura irrigation systems, southeastern Spain. – *Hydrobiologia*, **340**: 101–107.
- AG ANALYTIK JENA, 2009: innuPREP Gel Extraction Kit. Life science unlimited, Manual. – Germany (www.bio.analytik-jena.com).
- AL-HOMAIKAN A.A., AL-GHANAYEM A.A., ALKHALIFA A.H., 2011: Green algae as Bioindicators of Heavy Metal Pollution in Wadi Hanifah Stream, Riyadh, Saudi Arabia. – *International Journal of Water and Arid Environments*, **1(1)**: 10–15.
- ALLAN J.D., 1995: Stream ecology. Structure and function of running waters. – Alden Press, Oxford.

- ALLAN J.D., CASTILLO M.M., 2007: Stream Ecology. Structure and Function of Running Waters, second edition. – Springer.
- ALVAREZ-COBELAS M., 1984: Catálogo de las algas continentales españolas. II. *Craspedophyceae*, *Cryptophyceae*, *Chrysophyceae*, *Dinophyceae*, *Euglenophyceae*, *Haptophyceae*, *Phaeophyceae*, *Rhodophyceae*, *Xanthophyceae*. – Acta Botanica Malacitana, **9**: 27–40.
- ALVÁREZ-COBELAS M., GALLARDO T., 1986: Catálogo de las algas continentales españolas. IV. *Chlorophyceae* Wille in Warming 1884. *Prasinophyceae* T. Christensen ex Silva 1980. – Acta Botanica Malacitana, **11**: 17–38.
- ALVAREZ-COBELAS M., GALLARDO T., 1988: Catálogo de las algas continentales españolas V. *Cyanophyceae* Schaffner 1909. – Acta Botanica Malacitana, **13**: 53–76.
- ANDERSEN R.A., BAILEY J.C., 2002: Phylogenetic analysis of 32 strains of *Vaucheria* (Xanthophyceae) using the *rbcL* gene and its two flanking spacer regions. – Journal Phycology, **38**: 583–592.
- APLINKOS APSAUGOS AGENTŪRA, 2001–2004: Paviršinių vandenų būklė. Valstybinio upių monitoringo duomenys (paskutinis prisijungimas 2012 m. rugsėjo 18 d.) (<http://vanduo.gamta.lt/cms/index?rubricId=9648a12b-93c8-45c5-bece-a81b93fce0fb>).
- APLINKOS APSAUGOS AGENTŪRA, 2005–2010: Paviršinių vandenų būklė. Valstybinio upių monitoringo duomenys (paskutinis prisijungimas 2013 m. sausio 31 d.) (<http://vanduo.gamta.lt/cms/index?rubricId=9648a12b-93c8-45c5-bece-a81b93fce0fb>).
- APLINKOS APSAUGOS AGENTŪRA, 2009: (paskutinis prisijungimas 2012 m. gruodžio 6 d.) (<http://gis.gamta.lt/baseinuvaldymas/#x=492567&y=6115527&l=1>).
- APLINKOS APSAUGOS AGENTŪRA, 2010: Paviršinių vandens telkinių vertinimas. – Vilnius.

- APLINKOS APSAUGOS AGENTŪRA, 2013: (paskutinis prisijungimas 2014 m. kovo 31 d.) ([http:// http://potvyniai.aplinka.lt/potvyniai/](http://potvyniai.aplinka.lt/potvyniai/)).
- ARAUJO R., BÁRBARA I., TIBALDO M., BERECIBAR E., DIAZ-TAPIA P., PEREIRA R., SANTOS R., SOUSA-PINTO I., 2009: Checklist of benthic marine algae and cyanobacteria of northern Portugal. – *Botanica Marina*, **52**: 24–46.
- ARBAČIAUSKAS K., 2006: Upių ekologinės būklės nustatymo pagal bentofaunos rodiklius rekomendacijos. – Vilniaus universitetas, Ekologijos institutas; ataskaita.
- ATHANASIADIS A., 1987: A survey of the seaweeds of the Aegean Sea with taxonomic studies on species of the tribe Antithamnieae (*Rhodophyta*). – Gothenburg.
- BAKKER F.T., OLSEN J.L., STAM W.T., 1995: Global phylogeography in the cosmopolitan species *Cladophora vagabunda* (Chlorophyta) based on nuclear rDNA internal transcribed spacer sequences. – *European Journal of Phycology*, **30**: 197–208.
- BAKKER F.T., OLSEN J.L., STAM W.T., VAN DEN HOEK C., 1994: The *Cladophora* complex (Chlorophyta): new views based on 18S rRNA gene sequences. – *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **3(4)**: 365–382.
- BAKŪNAITĖ J., KOSTKEVIČIENĖ J., 1998: Studies on algae in the Skroblus river basin (South East of Lithuania). – *Botanica Lithuanica*, **4(4)**: 389–402.
- BALLESTEROS E., TORRAS X., PINEDO S., GARCÍA M., MANGIALAJO L., DE TORRES M., 2007: A new methodology based on littoral community cartography dominated by macroalgae for the implementation of the European Water Framework Directive. – *Marine Pollution Bulletin*, **55**: 172–180.
- BÁRBARA I., CALVO S., CREMADES J., DÍAZ P., DOSIL J., PEÑA V., LÓPEZ VARELA C., NOVO T., 2003: Fragmenta chorologica occidentalia. – *Anales Jardín Botánico de Madrid*, **60(2)**: 409–416.

- BÁRBARA I., CREMADES J., CALVO S., LÓPEZ-RODRÍGUEZ M.C., DOSIL J., 2005: Checklist of the benthic marine and brackish Galician algae (NW Spain). – *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, **62**: 69–100.
- BARBIERO R.P., WELCH H., 1992: Contribution of benthic blue-green algal recruitment to lake populations and phosphorous translocation. – *Freshwater biology*, **27**: 249–260.
- BARRANGUET C., VEUGER B., VAN BEUSEKOM S.A.M., MARVAN P., SINKE J.J., ADMIRAAL W., 2005: Divergent composition of algal-bacterial biofilms developing under various external factors. – *European Journal of Phycology*, **40**: 1–8.
- BARSANTI L., GUALTIERI P., 2006: *Algae. – Anatomy, Biochemistry and Biotechnology*.
- BERNACKAITĖ L., 1999: Būkaverksnio upelio ir šalia jo esančių ežerų algoflora (Bakalauro darbas). – Vilnius.
- BEROV B., DEYANOVA D., GEORGIEVA I., GYOSHEVA B., HIEBAUM G., 2012: *Cystoseira* sp.-dominated macroalgal communities in the SW Black sea (Burgas Bay, Bulgaria). Current state and possible long-term effects of eutrophication. – *Comptes Rendus de l'Académie Bulgare des Sciences*, **65**: 821–830.
- BIGGS B.J.F., 1985: Algae: A blooming nuisance in rivers. – *Soil Water*, **21**: 27–31.
- BIGGS B.J.F., 1996: 2. Patterns in Benthic Algae of Streams. – Kn.: STEVENSON R. J., BOTHWELL M. L., LOWE R. L., *Algal Ecology. Freshwater Benthic Ecosystems*, **1**: 31–56. – Academic Press, California.
- BIGGS B.J.F., KILROY C., 2000: *Stream Periphyton Monitoring Manual*. – New Zealand.
- BIGGS B.J.F., SMITH R.A., 2002: Taxonomic richness of stream benthic algae: Effects of flood disturbance and nutrients. – *Limnology and Oceanography*, **47(4)**: 1175–1186.

- BMLFUW, 2006: Leitfaden für die Erhebung der Biologischen Qualitätselemente. Arbeitsanweisung Fließgewässer. A4-01a Qualitätselemente Makrophyten: Felderhebung, Probenahme, Probenaufbereitung und Ergebnismitteilung. Dezember 2006. – Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. – Wien.
- BORCHARDT M.A., 1996: 7. Nutrients. – Kn.: STEVENSON R. J., BOTHWELL M. L., LOWE R. L., Algal Ecology. Freshwater Benthic Ecosystems, **2**: 183–227. – Academic Press, California.
- BRANDS S.J., 1989: The Taxonomicon. Universal Taxonomic Services, Zwaag, The Netherlands (<http://taxonomicon.taxonomy.nl/>).
- BRODIE J., MAGGS C.A., JOHN D.M., 2007: Green seaweeds of Britain and Ireland. – London.
- BROOK A.J., JOHNSON L.R., 2002: Order *Zygnematales*. – Kn.: JOHN D.M., WHITTON B.A., BROOK A.J., The Freshwater Algal Flora of the British Isles. An Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae: 479–593. – Cambridge University Press, Cambridge.
- BROWN G.W., 1969: Predicting temperatures of small streams. – Water Resources Research, **5**: 66–75.
- BUBINAS A., BUKELSKIS E., 1998: Gėlavandenių hidrocentozijų struktūra ir jų tyrimo metodai (<http://taxonomicon.taxonomy.nl/>).
- BURKHOLDER J.M., 1996: 9. Interactions of Benthic Algae with Their Substrata. – Kn.: STEVENSON R.J., BOTHWELL M.L., LOWE R.L., Algal Ecology. Freshwater Benthic Ecosystems, **2**: 253–297. – Academic Press, California.
- BURKHOLDER J.M., WETZEL R.G., 1989: Microbial colonization on natural and artificial macrophytes in a phosphorus-limited, hardwater lake. – Journal of Phycology, **25**: 55–65.
- BURKHOLDER J.M., WETZEL R.G., KLOMPARENS K.L., 1990: Direct comparison of phosphate uptake by adnate and loosely attached microalgae within an

- intact biofilm matrix. – *Applied and Environmental Microbiology*, **56**: 2882–2890.
- BURROWS E.M., 1991: Seaweeds of the British Isles. *Chlorophyta*, **2**. – London.
- CALVO S., BÁRBARA I., CREMADES J., 1999: Benthic algae of salt-marshes (Corrubedo Natural Park, NW Spain): the flora. – *Botanica Marina*, **42**: 343–353.
- CAMBRA SÁNCHEZ J., ÁLVAREZ COBELAS M., ABOAL SANJURJO M., 1998: Lista florística y bibliográfica de los clorófitos (Chlorophyta) de la Península Ibérica, Islas Baleares e Islas Canarias: 1–614. – Burgos.
- CANTORAL UIZA E.A., ABOAL SANJURJO M., 2001: El marjal Pego-Oliva: evolución temporal de la flora de macroalgas. – *Limnetica*, **20(1)**: 159–171.
- CĂRĂUȘ I., 2003: Algae of Romania. A distributional checklist of actual algae. – *Biologie*, **7**: 1–694.
- CĂRĂUȘ I., 2012: The algae of Romania. A distributional checklist of actual algae. – Universitatea Bacau.
- CHIASSON W.B., SABO N.J., VIS M.L., 2005: Affinities of freshwater putative chantransia stages (*Rhodophyta*) from molecular and morphological data. – *Phycologia*, **44**: 163–168.
- CIRES RODRIGUEZ E., CUESTA MOLINER C., 2010: Checklist of benthic algae from the Asturias coast (North of Spain). – *Bol. Cien. Nat. RIDEA*, **51**: 135–212.
- CLEGG M.T., ZURAWSKI G., 1992: Chloroplast DNA and the study of plant phylogeny: present status and future prospects. – Kn.: SOLTIS P.S., SOLTIS D.E., DOYLE J.J. (red.), *Molecular Systematics of Plants*: 1–13. – Chapman and Hall, New York.
- COESEL P.F.M., 1983: De Desmidiaceen van Nederland - Sieralgen- Deel 2 Fam. Closteriaceae. – *Wetenschappelijke Mededelingen van de Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging*, **157**: 1–49.

- COLEMAN A.W., 2007: Pan-eukaryote ITS2 homologies revealed by RNA secondary structure. – *Nuclear Acids Research*, **35(10)**: 3322–3329.
- CONDE-ALVAREZ R.M., BAÑARES-ESPAÑA E., NIETO-CALDERA J.M., FLORES-MOYA A., FIGUEROA F.L., 2012: Submerged macrophyte biomass distribution in the shallow saline lake Fuente de Piedra (Spain) as function of environmental variables. – *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, **69(1)**: 119–127.
- COX E.J., 1990: Studies on the algae of a small softwater stream. I. Occurrence and distribution with particular reference to the diatoms. – *Archiv für Hydrobiologie/Supplement (Monographische Beiträge)*, **83**: 525–552.
- CVIJAN M., 2000: A review. Material for the algae flora of Serbia. II. *Rhodophyta* (Red algae). – *Archives of Biological Science Belgrade*, **54(1–2)**: 1–10.
- DEDUSENKO-ŠEGOLEVA N.T., GOLLERBAH M.M., 1962: Želtozelenye vodorosli. Xantophyta. Opredelitel' presnovodnyh vodoroslej SSSR, **5**. – Moskva.
- DEN HARTOG C., LOKHORST G.M., 1995: Occurrence of the Rhodophycean alga *Thorea ramosissima* Bory in the river Meuse. – *Netherlands Journal of Aquatic Ecology*, **29(1)**: 117–120.
- DENICOLA D.M., 1996: 6. Periphyton Responses to Temperature at Different Ecological Levels. – Kn.: STEVENSON R.J., BOTHWELL M.L., LOWE R.L., *Algal Ecology. Freshwater Benthic Ecosystems*, **2**: 149–181. – Academic Press, California.
- DIAPOULIS A., HARITONIDIS S., KOUSSOURIS T., 1986: Spring benthic flora of Rhodos Island, Greece. – *Thalassographica*, **9**: 49–57.
- DIAZ-TAPIA P., BÁRBARA I., 2005: Vegetación bentónica marina de la playa de Barrañán (A Coruña, Galicia). – *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)*, **14**: 13–42.
- DZIKAVIČIŪTĖ J., 1999: Gėlų vandeny bentosiniai dumbliai (Kursinis darbas). – Vilnius.
- DZIKAVIČIŪTĖ J., 2000: Upelių epilitiniai dumbliai (Bakalauro darbas). – Vilnius.

- ELENKIN A.A., 1938: Sinezelenye vodorosli SSSR, **1**. – Moskva–Leningrad.
- ELENKIN A.A., 1949: Sinezelenye vodorosli SSSR, **2**. – Moskva–Leningrad.
- ELORANTA P., KWANDRANS J., 2007: Freshwater red algae (Rhodophyta). Identification guide to European taxa, particularly to those found in Finland. – Saarijärven Offset Oy Saarijärvi.
- ELORANTA P., KWANDRANS J., KUSEL-FETZMANN E., 2011: Rhodophyta and Phaeophyceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa, **7**. – Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg.
- ENTWISLE T.J., 1987: An evaluation of taxonomic characters in the subsection Sessiles, section Corniculate, of *Vaucheria* (Vaucheriaceae, Chrysophyta). – Phycologia, **26**: 297–321.
- ENTWISLE T.J., VIS M.L., CHIASSON W.B., NECCHI JÚNIOR O., SHERWOOD A.R., 2009: Systematics of the Batrachospermales (*Rhodophyta*) – a synthesis. – Phycological Society of America, **45**: 704–715.
- ENTWISTLE T.J., 1989: Macroalgae in the Yarra River Basin: Flora and distribution. – Proceeding of the Royal Society of Victoria, **101**: 1–76.
- EU WFD, 2000/60/EC: Directive of the European Parliament and of the Council, 2000/60/EC Establishing a Framework for Community Action in the Field of Water Policy. European Commission, PE-CONS 36/39/1/100 Rev. – Luxemburg.
- FEDERAL MINISTRY FOR THE ENVIRONMENT, 2009: Water Framework Directive. The way towards healthy waters, Results of the German river basin management plans 2009. – Germany.
- FEMINELLA J.W., RESH V.H., 1991: Herbivorous caddisflies, macroalgae, and epilithic microalgae: dynamic interactions in a stream grazing system. – Oecologia, **87**: 247–256.
- FIAŁKOWSKA E., PAJDAK-STÓS A., 2002: Dependence of cyanobacteria defense mode on grazer pressure. – Aquatic Microbial Ecology, **22**: 149–157.

- FOERSTER J., GUTOWSKI A., SCHAUMBURG J., 2004: Defining types of running waters in Germany using benthic algae: A prerequisite for monitoring according to the Water Framework Directive. – *Journal of Applied Phycology*, **16**: 407–418.
- FORSTER P., 2011: Network 4.6.1.0. User Guide (Fluxus Technology) (www.fluxus-engineering.com/network_terms.htm).
- FURNARI G., CORMACI M., SERIO D., 1999: Catalogue of the benthic marine macroalgae of the Italian coast of the Adriatic Sea. – *Boccone*, **12**: 1–214.
- FURNARI G., GIACCONE G., CORMACI M., ALONGI G., SERIO D., 2003: Biodiversità marina delle coste italiane: catalogo del macrofitobenthos. – *Biologia Marina Mediterranea*, **10(1)**: 1–482.
- GAILIUŠIS B., JABLONSKIS J., KOVALENKOVIENĖ M., 2001: Lietuvos upės. Hidrografija ir nuotėkis. – Vilnius.
- GALOUX D., 2007: Reference conditions, high status definition and intercalibration exercise in Wallonia (Belgium) for R-C3 type rivers – macrophytes. – Gembloux.
- GARDES M., BRUNS T.D., 1993: ITS primers with enhanced specificity for basidiomycetes – application to the identification of mycorrhizae and rusts. – *Molecular Ecology*, **2**: 113–118.
- GE HEALTHCARE, 2007: Illustra plasmidPrep Mini Spin Kit. – UK (www.gelifesciences.com/illustra).
- GELWICK F.P., MATTHEWS W.J., 1992: Effects of an algivorous minnow on temperate stream ecosystem properties. – *Ecology*, **73**: 1630–1645.
- GERRATH J.F., 2003: 9. Conjugating green algae and desmids. – Kn.: WEHR J.D., SHEATH R.G., *Freshwater Algae of North America. Ecology and Classification*: 353–381. – Elsevier Science (USA).
- GILLER P.S., MALMQVIST B., 1997: *The Biology of Streams and Rivers*. – Oxford University Press.

- GOLLERBAH M.M., KOSINSKAÂ E.K., POLÂNSKIJ V.I., 1953: Sinizelenye vodorosli. Opredelitel' presnovodnyh vodoroslej SSSR, **2**. – Moskva.
- GOROSTIAGA J.M., SANTOLARIA A., SECILLA A., CASARES C., DÍEZ I., 2004: Check-list of the Basque coast benthic algae (North of Spain). – *Anales Jardín Botánico de Madrid*, **61**: 155–180.
- GRAHAM L.E., GRAHAM J.M., KRANZFELDER J.A., 1985: Light and temperature as factors regulating seasonal growth and distribution of *Ulothrix zonata* (Ulvophyceae). – *Journal of Phycology*, **21**: 228–234.
- GRAHAM L.E., GRAHAM J.M., KRANZFELDER J.A., 1986: Irradiance, daylength and temperature effects on zoosporogenesis in *Coleochaete scutata* (Charophyceae). – *Journal of Phycology*, **22**: 5–39.
- GRAHAM L.E., WILCOX L.W., 2000: *Algae*. – Upper Saddle River, NJ 07458.
- GRIMM N.B., FISHER S.G., 1986: Nitrogen limitation in a Sonoran Desert stream. – *Journal of the North American Benthological Society*, **5**: 2–15.
- GUDAS M., 2010: Lietuvos upių vandens būklės sisteminis vertinimas fizinių, cheminių ir hidrobiologinių parametrų kontekste. – Daktaro disertacijos santrauka. – Kaunas.
- GUIRY M.D., 1997: Benthic red, brown and green algae. – Kn.: HOWSON C.M., PICTON B.E. (red.), *The Species Directory of the Marine Fauna and Flora of the British Isles and Surrounding Seas*, 341–367. – Belfast, Ross-on-Wye.
- GUIRY M.D., GUIRY G.M., 2011: *AlgaeBase*. Worldwide electronic publication, National University of Ireland, Galway (www.algaebase.org/).
- GUTOWSKI A., FOERSTER J., 2006: Phytobenthos. – Kn.: SCHAUMBURG J., SCHRANZ C., STELZER D., HOFMANN G., GUTOWSKI A., FOERSTER J. (red.), *Instruction Protocol for the ecological Assessment of Running Waters for Implementation of the EC Water Framework Directive: Macrophytes and Phytobenthos*. – Augsburg.

- GUTOWSKI A., FOERSTER J., SCHAUMBURG J., 2004: The use of benthic algae, excluding Diatoms and Charales, for the assessment of the ecological status of running fresh waters: a case history from Germany. – *Oceanological and Hydrobiological Studies*, **33(2)**: 3–15.
- HAYAKAWA Y., OGAWA T., YOSHIKAWA S., OHKI K., KAMIYA M., 2012: Genetic and ecophysiological diversity of *Cladophora* (Cladophorales, Ulvophyceae) in various salinity regimes. – *Phycological Research*, **60**: 86–97.
- HAYDEN H.S., WAALAND J.R., 2004: A molecular systematic study of *Ulva* (Ulvaceae, Ulvales) from the northeast Pacific. – *Phycologia*, **43**: 364–382.
- HALL J.D., FUČÍKOVÁ K., LO C., LEWIS L.A., KAROL K.G., 2010: An assessment of proposed DNA barcodes in freshwater green algae. – *Cryptogamie, Algologie*, **31(4)**: 529–555.
- HALL T.A., 1999: BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. – *Nucleic Acids Symposium*, **41**: 95–98.
- HANAHAHAN D., 1983: Studies and transformation of *Escherichia coli* with plasmids. – *Journal of Molecular Biology*, **166**: 557–580.
- HARDY F.G., GUIRY M.D., 2003: A check-list and atlas of the seaweeds of Britain and Ireland, 1–435. – London.
- HAŠLER P., POULÍČKOVÁ A., 2010: Diversity, taxonomy and autecology of autochthonous epipellic cyanobacteria of the genus *Komvophoron* (Borziaceae, Oscillatoriales): a study on populations from Czech Republic and British Isles. – *Biologija*, **65(1)**: 7–16.
- HAŠLER P., ŠTĚPÁNKOVÁ J., ŠPAČKOVÁ J., NEUSTUPA J., KITNER M., HEKERA P., VESELÁ J., BURIAN J., POULÍČKOVÁ A., 2008: Epipellic cyanobacteria and algae: a case study from Czech ponds. – *Fottea*, **8(2)**: 133–146.

- HENDRICKX A., DENYS L., 2005: Toepassing van verschillende biologische beoordelingssystemen op vlaamse potentële interkalibratielocaties overeenkomstig de Europese kaderrichtlijn water: partim, „fytobenthos”. – Rapport van het Instituut voor Natuurbehoud, IN.R.2005.06. – Belgium.
- HERNÁNDEZ I., BERMEJO R., PÉREZ-LLORÉNS J.L., VERGARA J.J., 2010: Contribución al conocimiento de los macrófitos marinos del saco interno y caños adyacentes de la Bahía de Cádiz. ALGAS. – Boletín de la Sociedad Española de Ficología, **43**: 11–16.
- HIGGINS S.N., MALKIN S.Y., HOWELL E.T., GUILDFORD S.J., CAMPBELL L., HIRIART-BAER V., HECKY R.E., 2008: An ecological review of *Cladophora glomerata* (Chlorophyta) in the Laurentian Great Lakes. – Journal of Phycology, **44**: 839–854.
- HILL W., 1996: 5. Effects of Light. – Kn.: STEVENSON R. J., BOTHWELL M. L., LOWE R. L., Algal Ecology. Freshwater Benthic Ecosystems, **2**: 121–148. – Academic Press, California.
- HILL W.R., BOSTON H.L., STEINMAN A.D., 1992: Grazers and nutrients simultaneously limit lotic primary productivity. – Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science, **49**: 504–512.
- HILL W.R., KNIGHT A.W., 1988: Concurrent grazing effects of two stream insects on periphyton. – Limnology and Oceanography, **33**: 15–26.
- HILL W.R., RYON M.G., SCHILLING E.M., 1995: Light limitation in a stream ecosystem: Responses by primary producers and consumers. – Ecology, **76**: 1297–1309.
- HYNES H.B.N., 1972: The ecology of running waters. – The Blackburn Press.
- HOFFMANN J.P., GRAHAM L.E., 1984: Effects of selected physicochemical factors on growth and zoosporogenesis of *Cladophora glomerata* (Chlorophyta). – Journal of Phycology, **20**: 1–7.

- HOLMES N.T.H., WHITTON B.A., 1981: Phytobenthos of the River Tees and its tributaries. – *Freshwater Biology*, **11**: 139–168.
- HORNER R.R., WELCH E.B., SEELEY M.R., JACOBY J.M., 1990: Responses of periphyton to changes in current velocity, suspended sediment and phosphorus concentration. – *Freshwater Biology*, **24**: 215–232.
- HUSTEDT F., 1937–38: Systematische und ökologische Untersuchungen über der Diatomeen-Flora von Java, Bali und Sumatra, **I–III**. – *Arch. Hydrobiol Suppl.*, **15**: 131–809, **16**: 1–155, 274–394.
- HUXLEY J., PENTECOST A., 2002: Order *Oedogoniales*. – Kn.: JOHN D.M., WHITTON B.A., BROOK A.J., *The Freshwater Algal Flora of the British Isles. An Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae*: 409–433. – Cambridge University Press, Cambridge.
- ISTVÁNOVICS V., HONTIL M., 2011: Phytoplankton growth in three rivers: The role of meroplankton and the benthic retention hypothesis. – *Limnology and Oceanography*, **56**(4): 1439–1452.
- JABLONSKIS J., JANUKĖNIENĖ R., 1978: Lietuvos upių nuotėkio kaita. – Vilnius.
- JABLONSKIS J., PUNYS P., ŠAVELSKAS V., TAUTVYDAS A., 1996: Lietuvos mažosios hidroenergetikos žinynas. – Kaunas.
- JANKAVIČIŪTĖ G., 1996: Lietuvos vandenų vyraujantys dumbliai. – Vilnius.
- JANKEVIČIUS K.K., ANTANYNIENĖ A.S., BARANAUSKIENĖ A.J., BUNIKIS A.A., KASPEROVIČIENĖ J.P., MAŽEIKAITĖ C.I., ŠLAPKAUSKAITĖ G.V., JANKAVIČIŪTĖ G.J., 1987: Bioobrastanija sistemy tekhničeskogo vodosnabženija Ignalinskaj AES. – *Biologičeskie resursy vodoemov basejna Baltijskogo morja*: 226–228. – Vilnius.
- JELIC MRCELIC G., SLISKOVIĆ M., ANTOLIĆ B., 2012: Macroalgae fouling community as quality element for the evaluation of the ecological status in Vela Luka Bay, Croatia. – *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, **81**(3): 159–165.

- JOHN D.M., 2002a: Order *Chaetophorales*, *Klebsormidiales*, *Microsporales*, *Ulotrichales*. – Kn.: JOHN D.M., WHITTON B.A., BROOK A.J., The Freshwater Algal Flora of the British Isles. An Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae: 433–468. – Cambridge University Press, Cambridge.
- JOHN D.M., 2002b: Order *Cladophorales*. – Kn.: JOHN D.M., WHITTON B.A., BROOK A.J., The Freshwater Algal Flora of the British Isles. An Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae: 468–470. – Cambridge University Press, Cambridge.
- JOHN D.M., 2002c: Order *Coleochaetales*. – Kn.: JOHN D.M., WHITTON B.A., BROOK A.J., The Freshwater Algal Flora of the British Isles. An Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae: 470–473. – Cambridge University Press, Cambridge.
- JOHN D.M., 2003: 8. Filamentous and plantlike green algae. – Kn.: WEHR J.D., SHEATH R.G., Freshwater Algae of North America. Ecology and Classification: 311–252. – Elsevier Science (USA).
- JOHN D.M., JOHNSON L.R., MOORE J.A., 1989: Observations on *Thorea ramosissima* Bory (*Batrachospermales*, *Thoreaceae*), a freshwater red alga rarely recorded in the British Isles. – European Journal of Phycology, **24**: 99–102.
- JOHN D.M., TSARENKO P.M., 2002: Order *Chlorococcales*. – Kn.: JOHN D.M., WHITTON B.A., BROOK A.J., The Freshwater Algal Flora of the British Isles. An Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae: 327–409. – Cambridge University Press, Cambridge.
- JOHNSON L.R., 2002: Phylum *Xantophyta* (Yellow-Green Algae). – Kn.: JOHN D.M., WHITTON B.A., BROOK A.J., The Freshwater Algal Flora of the British Isles. An Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae: 245–269. – Cambridge University Press, Cambridge.

- JUANES J.A., GUIDA X., PUENTE A., REVILLA J.A., 2008: Macroalgae, a suitable indicator of the ecological status of coastal rocky communities in the NE Atlantic . – *Ecological indicators*, **8**: 351–359.
- JUKNYS R., 1994: Lietuvos gamtinė aplinka (būklė, procesai, tendencijos). – Vilnius.
- JUNDZIŁŁ S.B., 1791: Opisanie roślin w prowincji W.X.L. Naturalnie rosnących według układu Linneusza. – Wilno.
- KAROSIENĖ J., 2003: New for Lithuania species of epiphytic cyanobacteria. – *Botanica Lithuanica*, **9(4)**: 363–370.
- KAROSIENĖ J., 2008: Epifitono dumblių bendrijos, jų sezoniniai bei erdviniai formavimosi ypatumai įvairaus trofiškumo ežeruose (Daktaro disertacija). – Vilnius.
- KAROSIENĖ J., KASPEROVIČIENĖ J., 2008: Epiphyton *Chroococcales* cyanobacteria species new to algae flora of Lithuanian freshwaters. – *Botanica Lithuanica*, **14(3)**: 159–169.
- KAROSIENĖ J., KASPEROVIČIENĖ J., 2009: Filamentous epiphyton cyanobacteria (*Oscillatoriales*, *Nostocales*) new to algal flora of Lithuanian freshwaters. – *Botanica Lithuanica*, **15(2)**: 79–91.
- KAROSIENĖ J., KASPEROVIČIENĖ J., 2012: Peculiarities of epiphyton algal communities formation on different macrophyte species. – *Botanica Lithuanica*, **18(2)**: 154–163.
- KAROUNA N.K., FULLER R.L., 1992: Influence of grazers on periphyton communities associated with clay tiles and leaves. – *Hydrobiologia*, **245**: 53–64.
- KAŠTOVSKÝ J., HAUER T., KOMÁREK J., SKÁCELOVÁ O., 2010: The list of cyanobacterial species of the Czech Republic to the end of 2009. – *Fottea*, **10(2)**: 245–249.
- KATANA A., KWIATOWSKI J., SPALIK K., ZAKRYŚ B., SZALACHA E., SZYMAŃSKA H., 2001: Phylogenetic position of *Koliella* (Chlorophyta) as inferred

- from nuclear and chloroplast small subunit rDNA. – *Journal Phycology*, **37(3)**: 443–451.
- KATO A., MORITA N., HIRATSUKA T., SUDA S., 2009: Recent introduction of a freshwater red alga *Chantransia macrospora* (Batrachospermales, Rhodophyta) to Okinawa, Japan. – *Aquatic Invasions*, **4(4)**: 567–574.
- KAVALIAUSKIENĖ J., 1993: Mikro dumblių rūšinė struktūra ir jų vystymosi ypatumai Lietuvos ežeruose (Daktaro disertacija). – Vilnius.
- KAVALIAUSKIENĖ J., 1996: Lietuvos ežerų dumbliai. – Vilnius.
- KELLY M.G., BENNETT C., COSTE M., DELGADO C., DELMAS F., DENYS L., ECTOR L., FAUVILLE C., FERREOL M., GOLUB M., JARLMAN A., KAHLERT M., LUCEY L., CHATHAIN B.NI., PARDO I., PFISTER P., PICINSKA-FALTYNOWICZ J., ROSEBERY J., SCHRANZ C., SCHAUMBURG J., VAN DAM H., VILBASTE S., 2009: A comparison of national approaches to setting ecological status boundaries in phytobenthos assessment for the European Water Framework Directive: results of an intercalibration exercise. – *Hydrobiologia*, **621**: 169–182.
- KELLY M.G., JUGGINS S., BENNION H., BURGESS A., YALLOP M., HIRST H., KING L., JAMIESON K., GUTHRIE R., RIPPEY B., 2006a: Use of diatoms for evaluating ecological status in UK freshwaters. – Draft final report to Environment Agency.
- KELLY M.G., JUGGINS S., GUTHRIE R., PRITCHARD S., JAMIESON J., RIPPEY B., HIRST H., YALLOP M., 2008: Assessment of ecological status in U.K. rivers using diatoms. – *Freshwater biology*, **53(2)**: 403–422.
- KELLY M.G., RIPPEY B., KING L., NI CHATHÁIN B., MCQUILLAN C., POOLE M., 2006b: Use of phytobenthos for evaluating ecological status in Ireland. – Report to North-South Shared Aquatic Resource (NSShARe) project.
- KILKUS K., 1998: Lietuvos vandenų geografija. – Vilnius.
- KILKUS K., STONEVIČIUS E., 2011: Lietuvos vandenų geografija. – Vilnius.

- KINGSTON J.C., LOWE R.L., STOERMER E.F., LUDEWSKI T., 1983: Spatial and temporal distribution of benthic diatoms in northern Lake Michigan. – *Ecology*, **64**: 1566–1580.
- KIRSTUKAS M., 2004: Lietuvos gamta. Saugomos teritorijos. – Kaunas.
- KOMÁREK J., 2003: 3. Coccoid and colonial cyanobacteria. – Kn.: WEHR J. D., SHEATH R. G., *Freshwater Algae of North America. Ecology and Classification*: 59–116. – Elsevier Science (USA).
- KOMÁREK J., ANAGNOSTIDIS K., 1998: Cyanoprocariota 1. Teil: *Chroococcales*. Süßwasserflora von Mitteleuropa, **19(1)**. – Gustav Fischer, Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm. Science (USA).
- KOMÁREK J., ANAGNOSTIDIS K., 2005: Cyanoprocariota 2. Teil: *Oscillatoriales*. Süßwasserflora von Mitteleuropa, **19(2)**. – München.
- KOMÁREK J., FOTT B., 1983: *Chlorophyceae* (Grünalgen), Ordnung *Chlorococcales*. – *Das Phytoplankton des Süßwassers*, **7(1)**. – Stuttgart.
- KOMÁREK J., KLING H., KOMÁRKOVÁ, 2003: 4. Filamentous cyanobacteria. – Kn.: WEHR J. D., SHEATH R. G., *Freshwater Algae of North America. Ecology and Classification*: 117–196. – Elsevier Science (USA).
- KOMÁREK J., PLIŃSKI M., 2007: Sinice – Cyanobakterie (Cyanoprokaryota). Flora Zatoki Gdańskiej i wód przyległych (Bałtyk Południowy), **1**. – Gdańsk.
- KOMAREK J., TATON A., SULEK J., WILMOTTE A., KASTOVKSA K., ELSTER J., 2006: Ultrastructure and taxonomic position of two species of the cyanobacterial genus *Schizothrix*. – *Cryptogamie, Algologie*, **27**: 53–62.
- KOMULAYNEN S.F., 1999: Formirovanie i funkcionirovanie fitoperifitona v rekax. – Petrozavodsk.
- KOMULAYNEN S.F., 2008: The structure and distribution of phytoperiphyton community in the Teno River and its tributaries (Finnish Lapland). – *Boreal Environment Research*, **13**: 517–524.
- KONTAUTAS A., 2008–2010: Ichtiofaunos tyrimai bei ekologinės būklės pagal žuvų rodiklius įvertinimas vakarų Lietuvos upėse ir ežeruose. – Klaipėdos

universitetas, Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo institutas; ataskaita.

KOREIVIENĖ J., 2005: *Chlorococcales* eilės žaliadumблиų taksonominiai ir chorologiniai tyrimai Baltijos kalvyno rytinės dalies mažuose ežeruose (Daktaro disertacija). – Vilnius.

KOREIVIENĖ J., KASPEROVIČIENĖ J., 2003: Review of the family *Botryococcaceae* Wille in some lakes in Lithuania. – *Biologia, Bratislava* **58(4)**: 489–502.

KOREIVIENĖ J., KASPEROVIČIENĖ J., 2005: The checklist of *Chlorococcales* (*Chlorophyta*) from water bodies of Lithuania (*Chlorococcaceae–Coelastraceae*). – *Botanica Lithuanica*, **11(4)**: 221–234.

KOSTKEVIČIENĖ J., 2001: Lietuvos upių ir upelių fitoplanktonas (Daktaro disertacija). – Vilnius.

KOSTKEVIČIENĖ J., 2009: Algologija. – Bendrasis vadovėlis aukštųjų mokyklų biomedicinos mokslo studijų programų studentams, Vilniaus universiteto leidykla.

KOSTKEVIČIENĖ J., LAUČIŪTĖ R., 2005: The freshwater red algae species of *Batrachospermum* sect. *Batrachospermum* (*Batrachospermales, Rhodophyta*) new to Lithuania. – *Botanica Lithuanica*, **11(3)**: 151–159.

KOSTKEVIČIENĖ J., LAUČIŪTĖ R., 2009: Contribution to the Lithuanian freshwater red algae. – *Botanica Lithuanica*, **15(2)**: 93–104.

KOSTKEVIČIENĖ J., SINKEVIČIENĖ Z., 2008: A preliminary checklist of Lithuanian macroalgae. – *Botanica Lithuanica*, **14(1)**: 11–27.

KOSTKEVIČIENĖ J., ŠPAKAITĖ I., 2009: Diversity and distribution of the genus *Nostoc* in Lithuania. – *Botanica Lithuanica*, **15(1)**: 31–40.

KOSTKEVIČIENĖ, 1995a: Phytoplankton and environmental factors in rivers Žeimena and Nevėžis. – *Biologija*, **3–4**: 89–91.

KOSTKEVIČIENĖ, 1995b: Studies of the phytoplankton in the stream of the river Merkys basin. – *Botanica Lithuanica*, **1**: 35–47.

- KOSTKEVIČIENĖ, 1997: Studies of the phytoplankton in the river Šešupė basin. – *Botanica Lithuanica*, **3(1)**: 53–69.
- KOSTKEVIČIENĖ, 1998: Phytoplankton composition and seasonal Dynamics in the river Šešupė (South–West Lithuania). – *Botanica Lithuanica*, **4(1)**: 55–64.
- KOUWETS F.A.C., 1999: A check-list of desmids (Chlorophyta, Zygnemaphyceae) of France. – *Patrimoines Natureles*, **41**: 1–148.
- KREBS C.H., 1989: Ecological methodology: 293–327. – University British Columbia, New York.
- KUČERA P., GRULICH V., FRÁNKOVÁ M., BUREŠ P., 2008: Distribution of freshwater red algal family *Lemaneaceae* (Rhodophyta) in Czech Republic: an update. – *Fottea*, **8(2)**: 125–128.
- KUČERA P., KERSTAN T., GROSS W., BUREŠ P., 2006: Molecular systematic investigation of the *Lemaneaceae* (Rhodophyta, Florideophycidae) based on 18S ribosomal DNA sequence data. – *Biológia*, Bratislava (submitted).
- KUČERA P., MARVAN P., 2004: Taxonomy and distribution of *Lemanea* and *Paralemanea* (*Lemaneaceae*, *Rhodophyta*) in Czech Republic.– *Preslia Praha*, **76**: 163–174.
- KUMANO S., 2002: Freshwater Red Algae of the World. – England.
- KUSBER W.-H., GEISSLER U., JAHN R., 2005: Rote Liste und Gesamtartenliste der Rotalgen (*Rhodophyceae*), Armleuchteralgen (*Charophyceae*) und Braunalgen (*Phaeophyceae*) von Berlin. – Kn.: Der Landesbeauftragte für Naturschutz und Landschaftspflege: Rote Listen der gefährdeten Pflanzen und Tiere von Berlin. – Berlin.
- KWANDRANS J., JOHN D., 2011: *Thorea hispida* (Thore) Desvaux – recent records of an interesting and rare freshwater red alga in Europe. – Kn.: MATUŁA J., RICHTER D., URBANIAK J. (red.), The past, present, future of phycological research. Its signification for man and environment protection. Book of Abstract. 30th International Conference of the Polish Phycological Society: 146–147. – Wrocław.

- LABANAUSKAS V., 1998: Baltijos jūros Lietuvos priekrantės šiaurinės dalies makrodumblių rūšių įvairovė ir paplitimas. – *Botanica Lithuanica*, **4(4)**: 403–413.
- LABANAUSKAS V., 2000: Baltijos jūros Lietuvos priekrantės bentoso makrofitų bendrijos. – *Botanica Lithuanica*, **6(4)**: 401–413.
- LAI S.D., CHEN P.C., HSU H.K., 2003: Benthic algae as monitors of heavy metals in various polluted rivers by Energy Dispersive X-Ray Spectrometer. – *Journal of environmental science and health. Part A, Toxic/hazardous substances and environmental engineering*, **38(5)**: 855–66.
- LAMBERTI G.A., ASHKENAS L.R., GREGORY S.V., STEINMAN A.D., 1987: Effect of three herbivores on periphyton communities in laboratory stream. – *Journal of North American Benthological Society*, **6**: 92–104.
- LAMBERTI G.A., GREGORY S.V., HAWKINS C.P., WILDMAN R.C., ASHKENAS L.R., DENICOLA D.M., 1992: Plant-herbivore interactions in streams near Mount St. Helens. – *Freshwater Biology*, **27**: 237–247.
- LAMBERTI G.A., RESH V.H., 1985: Distribution of benthic algae and macroinvertebrates along a thermal stream gradient. – *Hydrobiologia*, **63**: 13–21.
- LARSEN A., MEDLIN L.K., 1997: Inter- and intraspecific genetic variation in twelve *Prymnesium* (Haptophyceae) clones. – *Journal of Phycology*, **33**: 1007–1015.
- LASINSKAS M., 1991: Hidroenergetika Lietuvoje 1940–1990 metais. – *Energetika*, **4 (8)**: 41–61.
- LEYSEN A., ANDRIAENS P., DENYS L., PACKET J., SCHNEIDERS A., VAN LOOY K., VANHECKE L., 2005: Toepassing van verschillende biologische beoordelingssystemen op Vlaamse potentiële interkalibratielocaties overeenkomstig de Europese kaderrichtlijn water: partim „Macrofyten”. – Rapport IN.R.2005.05. – Brussels.

- LELIAERT F., 2004: Taxonomic and phylogenetic studies in the Cladophorophyceae (Chlorophyta) (Disertacinis darbas).
- LENZENWEGER R., 1996: Desmidiaceenflora von Österreich Teil 1. – Bibliotheca Phycologica, **101**: 1–162.
- LIETUVOS RESPUBLIKOS SAUGOMŲ TERITORIJŲ ĮSTATYMAS // Valstybės žinios. 1993, Nr. 63-1188; 2001, Nr. 108-3902.
- LIETUVOS RESPUBLIKOS VANDENS ĮSTATYMAS // Valstybės žinios. 1997, Nr. 104-2615.
- LIETUVOS RESPUBLIKOS VANDENS ĮSTATYMAS // Valstybės žinios. 2011, Nr. 109-5146.
- LIU C., SHI W., BRYANT S.H., 2010: The NCBI BioSystems database. – D492–D496 Nucleic Acids Research, **38**. – Database issue (doi:10.1093/nar/gkp858).
- LOWE R.L., PAN Y., 1996: 22. Benthic Algal Communities as Biological Monitors. – Kn.: STEVENSON R.J., BOTHWELL M.L., LOWE R.L., Algal Ecology. Freshwater Benthic Ecosystems, **2**: 705–739. – Academic Press, California.
- LUDWIG G., SCHNITTLER M., 1996: Rote Liste gefährdeter Pflanzen Deutschlands. Schriftenreihe für Vegetationskunde, **28**: 1–744.
- LUERLING M., VAN DONK E., 1997: Morphological changes in *Scenedesmus* induced by infochemicals released in situ from zooplankton grazers. – Limnology and Oceanography, **42**: 783–788.
- MARDOSAITĖ E., MINKEVIČIUS A., 1958: Dusios, Metelio ir Obelijos ežerų makrofitų bentosas ir fitoplanktonas. – Lietuvos TSR MA Biologijos instituto darbai, **3**: 55–72. – Vilnius.
- MARES J., LESKINEN E., SITKOWSKA M., SKÁCELOVÁ O., BLOMSTER J., 2011: True identity of the European freshwater *Ulva* (Chlorophyta, Ulvophyceae) revealed by a combined molecular and morphological approach. – Journal of Phycology, **47(5)**: 1177–1192.

- MARKEVIČIENĖ A., 1962: Kai kurie fitoplanktono bruožai Spermios, Bambenos, Dovinės upeliuose ir Simno bei žuvinto ežeruose. – Moksliniai pranešimai. Ežerotyra, **14(2)**: 171–177.
- MEILINGER P., SCNEIDER S., MELZER A., 2005: The References Index Method for the Macrophyte-Based Assessment of Rivers – a Contribution to the Implementation of the European Water Framework Directive in Germany. Internat. – International Review of Hydrobiology, **90(3)**: 322–342.
- MERRITT R.W., CUMMINS K.W., 1984: „An Introduction to the Aquatic Insects of North America”. – 2nd ed. Kendall/Hunt, Dubuque, IA.
- MESSYASZ B., RYBAK A., ŁĘSKA B., PTASZKIEWICZ M., 2010a: Heavy metals in the cells of freshwater forms of green algae *Ulva*. – Kn.: WOŁOWSKI K., KWANDRANS J., WOJTAL Z. (red.), Taxonomy the queen of science – The beauty of algae. Book of Abstract. 29th International Phycological Conference of the Polish Phycological Society: 130–131. – Kraków.
- MESSYASZ B., RYBAK A., SUCHIŃSKA A., 2010b: Diversifying communities of the phytoseston in small water ecosystems with green algae from the *Ulva* genus. – Kn.: WOŁOWSKI K., KWANDRANS J., WOJTAL Z. (red.), Taxonomy the queen of science – The beauty of algae. Book of Abstract. 29th International Phycological Conference of the Polish Phycological Society: 128–129. – Kraków.
- MILSTEIN D., OLIVEIRA M.C., 2005: Molecular phylogeny of Bangiales (Rhodophyta) based on small subunit rDNA sequencing: emphasis on Brazilian *Porphyra* species. – Phycologia, **44**: 212–221.
- MOLEN D.T., POT R. (red.), 2007: Referenties en maatlatten voor rivieren ten behoeve van de Kaderrichtlijn Water, update februari 2007. – Stowa-rapport 2004-43b. – Stowa.
- MONIZ M.B.J., KACZMARSKA I., 2010: Barcoding of Diatoms: Nuclear Encoded ITS Revisited. – Protist, **161**: 7–34.

- MOŠKOVA N.A., GOLLERBAH M.M., 1986: Zelenye vodorosli. Klass ulotriksovye, porâdok Ulotriksovye. Opredelel' presnovodnyh vodoroslej SSSR, **10(1)**. – Moskva.
- MÜLLER K.M., SHEATH R.G., VIS M.L., CREASE T.J., COLE K.M., 1998: Biogeography and systematics of *Bangia* (Bangiales, Rhodophyta) based on the Rubisco spacer, *rbcL* gene and 18S rRNA gene sequences and morphometric analyses. 1. North America. – *Phycologia*, **37**: 195–207.
- MÜLLER K.M., VIS M.L., CHIASSON W.B., WHITTICK A., SHEATH R.G., 1997: Phenology of a *Batrachospermum* population in a boreal pond and its implications for the systematics of section *Turfosa* (Batrachospermales, Rhodophyta). – *Phycologia*, **36(1)**: 68–75.
- MUNDIE J.H., SIMPSON K.S., PERRIN C.J., 1991: Responses of stream periphyton and benthic insects to increases in dissolved inorganic phosphorus in a mesocosm. – *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, **48**: 2061–2072.
- NECCHI JÚNIOR O., DE OLIVEIRA M.C., 2011: Phylogenetic affinities of "Chantransia" stages in members of the *Batrachospermales* and *Thoreales* (Rhodophyta). – *Journal of Phycology*, **47(3)**: 680–686.
- NECCHI JÚNIOR O., DE OLIVEIRA M.C., SALLES P., 2010: Molecular systematics of *Thorea* (Rhodophyta, Thoreales) species in Brazil. – *Revista Brasileira*, **33(2)**: 227–235.
- NECCHI JÚNIOR O., ENTWISLE T.J., 1990: A reappraisal of generic and subgeneric classification in the Batrachospermaceae (Rhodophyta). – *Phycologia*, **29(4)**: 478–488.
- NECCHI JÚNIOR O., ROBEIRO ZUCCHI M., 2001: Photosynthetic performance of freshwater Rhodophyta in response to temperature, irradiance, pH and diurnal rhythm. – *Phycological Research*, **49**: 305–318.

- NIELSEN R., KRISTIANSEN A., MATHIESEN L., MATHIESEN H., 1995: Distributional index of the benthic marine macroalgae of the Baltic Sea area. – *Acta Botanica Fennica*, **155**: 1–70.
- OKADA H., WATANABE Y., 2002: Effect of physical factors on the distribution of filamentous green algae in the Tama River. – *Limnology*, **3**: 121–126.
- OLENIN S., DAUNYS D., BUČAS M., BAGDANA VIČIŪTĖ I., 2012: Lietuvos Baltijos jūros aplinkos būklė: preliminarus vertinimas. – Klaipėda.
- OTT D. W., OLDHAM-OTT C.K., 2003: 11. *Eustigmatophyte*, *Rhaphidophyte*, and *Tribophyte* algae. – Kn.: WEHR J.D., SHEATH R.G., *Freshwater Algae of North America. Ecology and Classification*: 423–469. – Elsevier Science (USA).
- PADISÁK J., DOKULIL M., 1994: Meroplankton dynamics in a saline, turbulent, turbid shallow lake (Neusiedlersee, Austria and Hungary). – *Hydrobiologia*, **289**: 23–42.
- PAJDAK-STÓS A., FIAŁKOWSKA E., FYDA J., 2001: *Phormidium autumnale* (Cyanobacteria) defense against three ciliate grazer species. – *Aquatic Microbial Ecology*, **23**: 237–244.
- PALAMAR'-MORDBINCEVA G.M., 2003: Flora vodoroslei. Kontinental'nyh vodoemov Ukrainy, **1(1)**. – Kiev.
- PALL K., MOSER V., 2006: Leitbildbezogenes Bewertungsverfahren für Österreichische Fließgewässer anhand der Makrophyten gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Systema. – Wien.
- PALMER J.D., 1992: Mitochondrial DNA in plant systematics: applications and limitations. – Kn.: SOLTIS P.S., SOLTIS D.E., DOYLE J.J. (red.), *Molecular Systematics of Plants*: 36–49. – Chapman and Hall, New York.
- PAUL S.G., BJÖRN M., 1997: *The Biology of Streams and Rivers*. – Oxford University Press.

- PEÑA V., BÁRBARA I., 2002: Caracterización florística y zonación de las algas bentónicas marinas del puerto de A Coruña (NO Península Ibérica). – *Nova Acta Científica Compestelana (Biología)*, **12**: 35–66.
- PFISTER P., 1992: Artenspektrum des Algenaufwuchses in 2 Tiroler Bergbachen - Teil 1: Cyanophyceae, Chrysophyceae, Chlorophyceae, Rhodophyceae
Phytobenthos communities from 2 Tyrolean mountain streams. Part 1: Cyanophyceae, Chrysophyceae, Chlorophyceae, Rhodophyceae. – *Algological Studies*, **65**: 43–61.
- POCIENĖ Č., KALINAUSKAITĖ N., 1991: Gėlavandenės raudondumblių rūšys Lietuvoje. Lietuvos aukštųjų mokyklų mokslo darbai. – *Biologija*, **29**: 3–8. – Vilnius.
- POCIENĖ Č., STOČKUS A., 1987: Skroblaus upelio dumblių ekologinių grupuočių bendrijos. – Lietuvos TSR aukštųjų mokyklų mokslo darbai, *Biologija*, **25**: 16–21.
- POWER M.E., 1990a: Benthic turfs vs floating mats of algae in river food webs. – *Oikos*, **58**: 67–79.
- POWER M.E., 1990b: Effects of fish in river food webs. – *Science*, **250**: 811–814.
- PRINGLE C.M., BLAKE G.A., COVICH A.P., BUZBU K.M., FINKLE A., 1993: Effects of omnivorous shrimp in a montane tropical stream: Sediment removal, disturbance of sessile invertebrates and enhancement of understory algal biomass. – *Oecologia*, **93**: 1–11.
- PROMEGA CORPORATION, 2010: Technical Manual. pGEM-T and pGEM-T Easy Vector Systems. Instructions for use of products A1360, A1380, A3600 and A3610. – USA (www.promega.com/tbs/).
- QIAGEN, 2006: DNeasy Plant Handbook (www.qiagen.com).
- QUEVAUVILLER P., BORCHERS U., THOMPSON K.C., SIMONART T., 2008: The Water Framework Directive: Ecological and Chemical Status Monitoring. – United Kingdom.

- RADŽIŪNAITĖ A., 2000: Mažųjų Ūlos intakų dumbliai (Magistro darbas). – Vilnius.
- RAGAIŠYTĖ J., 1968: Luknos upelyje. – Mūsų gamta, **1**: 24.
- REDFIELD A.C., 1958: The biological control of chemical factors in the environment. – American Scientist.
- REGELIS K., 1931: Medžiaga Lietuvos florai pažinti, **1**. Metelių ežerų krašto augmenija. – Kaunas.
- REHNSTAM-HOLM A.-S., GODHE A., 2003: Genetic Engineering of Algal Species. – Kn.: DOELLE H.W. (red.), Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS). Biotechnology. – UNESCO, Eolss Publishers, Oxford, UK, (www.eolss.net).
- RINDOKAS Z., 1993: Nevėžio nuotėkio reguliavimas: hidrologiniai, ekologiniai ir ekonominiai aspektai. – Vilnius.
- RYBAK A., MESSYASZ B., 2010: Taxonomy of species from the *Ulva* genus (Chlorophyta) in Poland. – Kn.: WOŁOWSKI K., KWANDRANS J., WOJTAL Z. (red.), Taxonomy the queen of science – The beauty of algae. Book of Abstract. 29th International Phycological Conference of the Polish Phycological Society: 149–150. – Kraków.
- ROBEIRO ZUCCHI M., NECCHI JÚNIOR O., 2001: Effects of temperature, irradiance and photoperiod on growth and pigment content in some freshwater red algae in culture. – Phycological Research, **49**: 103–114.
- ROE B.A., CRABTREE J.S., KHAN A.S., 1996: Protocols for recombinant DNA isolation, cloning & sequencing. – Department of Chemistry and Biochemistry, The University of Oklahoma, Norman. – Oklahoma (www.scribd.com/doc/18478725/Protocols-for-Recombinant-Dna-Isolation).
- ROSEMOND A.D., MULHOLLAND P.J., ELWOOD J.W., 1993: Top-down and bottom-up control of stream periphyton: Effects of nutrients and herbivores. – Ecology, **74**: 1264–1280.

- ROSS S.J., 2006: Molecular Phylogeography and species Discrimination of Freshwater *Cladophora* (Cladophorales, Chlorophyta) in North America (Doktoro disertacija). – Canada.
- ROTT E., HOFMANN G., PALL K., PFISTER P., PIPP E., 1997: Indikationslisten für aufwuchsalgen. Teil 1: Saprobielle Indikation. Publ. Wasserwirtschaftskataster, BMfLF, 1–73.
- ROTT E., PFISTER P., VAN DAM H., PALL K., PIPP E., BINDER N., ORTLER K., 1996: Indikationslisten für aufwuchsalgen. Teil 2: Trophieindikation und autökologische Anmerkungen. – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wasserwirtschaftskataster.
- ROTT E., VAN DAM H., PFISTER P., PIPP E., PALL K., BINDER N., ORTLER K., 1999: Indikationslisten für aufwuchsalgen. Teil 2: Trophieindikation, geochemische Reaktion, toxikologische Anmerkungen. – Publ. Wasserwirtschaftskataster, BMfLF, 1–248.
- SABATER S., ABOAL M., CAMBRA J., 1989: Nuevas observaciones de Rodoficeas en agua epicontinentales del NE y SE de España. – *Limnética*, **5**: 93–100.
- SAITOU N., NEI M., 1987: The Neighbor-joining Method: A New Method for Reconstructing Phylogenetic Trees. – *Molecular Biology and Evolution*, **4(4)**: 406–425.
- SAKAYAMA H., HARA Y., ARAI S., SATO H., NOZAKI H., 2004: Phylogenetic analyses of *Nitella* subgenus *Tieffallenia* (Charales, Charophyceae) using nuclear ribosomal DNA internal transcribed spacer sequences. – *Phycologia*, **43(6)**: 672–681.
- SALOMAKI E., KWANDRANS J., ELORANTA P., KOSTKEVIČIENĖ J., VIS M., 2011: Cryptic speciation within *Batrachospermum* section *Helminthoidea* (*Batrachospermales*, *Rhodophyta*) revealed by multigene molecular analysis. – *Journal of phycology*, **47(2)**: S35.
- SAUNDERS G.W., KRAFT G.T., 1994: Small-subunit rRNA gene sequences from representatives of selected families of the Gigartinales and

- Rhodymeniales (Rhodophyta). I. Evidence for the Plocamiales ord. nov. – Can J. Bot., **72**: 1250–1263.
- SCANLAN C.M., FODEN J., WELLS E., BEST M.A., 2006: The monitoring of opportunistic macroalgal blooms for the water framework directive. – Marine Pollution Bulletin, doi:10.1016/j.marpolbul.2006.09.017 (in press).
- SCHAIBLE R., BERGMANN I., BÖGLE M., SCHOOR A., SCHUBERT H., 2009: Genetic characterisation of sexually and parthenogenetically reproductive populations of *Chara canescens* (Charophyceae) using AFLP, *rbcL*, and SNP makers. – Phycologia, **48(2)**: 105–117.
- SCHAUMBURG J., SCHMEDTJE U., KÖPF B., SCHRANZ C., SCHNEIDER S., MEILINGER P., STELZER D., HOFMANN G., GUTOWSKI A., FOERSTER J., 2005: Makrophyten und Phytobenthos in Flüssen und Seen. Leitbildbezogenes Bewertungsverfahren zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie. Informationsbericht Heft 1/05. – München.
- SCHAUMBURG J., SCHRANZ C., FOERSTER J., GUTOWSKI A., HOFMANN G., MEILINGER P., SCHNEIDER S., SCHMEDTJE U., 2004: Ecological classification of macrophytes and phytobenthos for rivers in Germany according to the Water Framework Directive. – Limnologia, **34**: 283–301.
- SCHAUMBURG J., SCHRANZ C., STELZER D., HOFMANN G., GUTOWSKI A., FOERSTER J., 2006: Instruction Protocol for the ecological Assessment of Running Waters for Implementation of the EC Water Framework Directive: Macrophytes and Phytobenthos. – Augsburg.
- SCHNEIDER S., LINDSTRØM E., 2011: The periphyton index of trophic status PIT: a new eutrophication metric based on non-diatomaceous benthic algae in Nordic rivers. – Hydrobiologia, **665(1)**: 143–155(13).

- SCHNEPF E., 1992: Electron microscopical studies of *Thorea ramosissima* (*Thoreaceae*, *Rhodophyta*): taxonomic implications of *Thorea* pit plug ultrastructure. – *Plant Systematics and Evolution*, **181**: 233–244.
- SCRIMGEOUR G.J., CULP J.M., BOTHWELL M.L., WRONA F.J., MCKEE M.H., 1991: Mechanisms of algal patch depletion: Importance of consumptive and non-consumptive losses in mayfly-diatom systems. – *Oecologia*, **85**: 343–348.
- SEGURA C., MCCUTCHAN J.H., LEWIS W.M. JR, PITLICK J., 2010: The influence of channel bed disturbance on algal biomass in a Colorado mountain stream. – *Ecohydrology* (www.interscience.wiley.com) DOI: 10.1002/eco.142.
- SFRISO A., 2011: Chlorophyta multicellulari e fanerogame acquatiche. Ambiente di transizione italiani e litorali adiacenti: 1–94. – Bologna.
- SHAMSUDIN L., SLEIGH M.A., 1995: Seasonal changes in composition and biomass of epiphytic algae on the macrophyte *Ranunculus penicillatus* in a chalk stream, with estimates of production, and observations on the epiphytes of *Cladophora glomerata*. – *Hydrobiologia*, **306**: 85–95. – Kluwer Academic Publishers, Belgium.
- SHEATH R.G., 2003: 5. Red algae. – Kn.: WEHR J.D., SHEATH R.G., *Freshwater Algae of North America. Ecology and Classification*: 197–224. – Elsevier Science (USA).
- SHEATH R.G., COLE K.M., 1992: Biogeography of stream macroalgae in North America. – *Journal of Phycology*, **28(4)**: 448–460.
- SHEATH R.G., MÜLLER K.M., 1997: Distribution of Stream Macroalgae in Four High Arctic Drainage Basins. – *Arctic*, **50(4)**: 355–364.
- SHEATH R.G., SHERWOOD A.R., 2002: Phylum *Rhodophyta* (Red Algae). – Kn.: JOHN D.M., WHITTON B.A., BROOK A.J., *The Freshwater Algal Flora of the British Isles. An Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae*: 123–143. – Cambridge University Press, Cambridge.

- SHEATH R.G., VIS M.L., COLE K.M., 1993: Distribution and systematics of the freshwater red algal family *Thoreaceae* in North America. – European Journal of Phycology, **28**: 231–241.
- SHERWOOD A.R., SHEATH R.G., 1999: Biogeography and systematics of *Hildenbrandia* (Rhodophyta, Hildenbrandiales) in North America: inferences from morphometrics and *rbcL* and 18S rRNA gene sequences analyses. – European Journal of Phycology, **34**: 523–532.
- SHERWOOD A.R., SHEATH R.G., 2000: Biogeography and systematics of *Hildenbrandia* (Rhodophyta, Hildenbrandiales) in Europe: inferences from morphometrics and *rbcL* and 18S rRNA gene sequences analyses. – European Journal of Phycology, **35**: 143–152.
- SHERWOOD A.R., VIS M.L., ENTWISLE T.J., ORLANDO NECCHI JR. PRESTING G.G., 2008: Contrasting intra versus interspecies DNA sequence variation for representatives of the Batrachospermales (Rhodophyta): Insights from a DNA barcoding approach. – Phycological Research, **56**: 269–279.
- SIMIĆ S., 2008: New finding of species *Hildenbrandia rivularis* (Liebmann) J. Agardh 1851 (Rhodophyta) in Serbia. – Biodiversity and Ecosystems, Biotechnology and Biotechnology.
- SIMIĆ S., PANTOVIĆ N., 2010: Observation on the rare alga *Thorea hispida* (Thore) Desvaux (Rhodophyta) from Serbia. – Cryptogamie, Algologie, **31(3)**: 343–353.
- SIMIĆ S., PANTOVIĆ N., VASILJEVIĆ B., 2010: Factors threatening the habitats of rare species of *Rhodophyta* in Serbia: 1–11.
- SINGH S.M., SINGH P., THAJUDDIN N., 2008: Biodiversity and distribution of Cyanobacteria at Dronning Maud Land, East Antarctica. – Acta Botanica Malacitana, **33**: 17–28.
- SINKEVIČIENĖ Z., 2010–2011: Makrofitų tyrimai upėse, ežeruose ir ekologinės būklės kokybės klasių pagal makrofitus parengimas. – Gamtos tyrimų centras, Botanikos institutas; ataskaita.

- SKABICHEVSKIJ A.P., 1974: Uslovija formirovanija rechnogo fitoplanktona. – Kn.: POPOVA T. G. (red.), Vodnyje i nazemnyje soobshestva nizshykh rastenij Sibiri, **5**: 3–13. – Novosibirsk.
- SKUJA A., 1948: Taxonomie des Phytoplanktons einiger Seen in Uppland, Schweden. – *Symbolae Botanicae Upsalienses*, **9(3)**: 1–399.
- SLUIMAN H.J., GUIHAL C., MUDIMU O., 2008: Assessing phylogenetic affinities and species delimitations in Klebsormidiales (Streptophyta): nuclear-encoded rDNA phylogenies and ITS secondary structure models in *Klebsormidium*, *Hormidiella*, and *Entransia*. – *Journal of Phycology*, **44(1)**: 183–195.
- SØRENSEN T., 1948: A method of establishing group of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content. – *Det Kong Danske Videnskabernes Biologiske Skrifter (Copenhagen)*, **5**: 1–34.
- SQUIRES L.E., RUSHFORTH S.R., BROTHERTON D.J., 1979: Algal response to a thermal effluent: Study of a power station on the Provo River, Utah, USA. – *Hydrobiologia*, **63**: 1011–1017.
- STARMACH K., 1966: Flora słodkowodna Polski. *Cyanophyta* – Sinice. *Glaucophyta* – Glaukofity, **2**. – Warszawa.
- STARMACH K., 1972: Flora słodkowodna Polski. Zielenice nitkowate, **10**. – Warszawa–Kraków.
- STEINMAN A.D., 1992: Does an increase in irradiance influence periphyton in a heavily-grazed woodland stream? – *Oecologia*, **91**: 163–170.
- STEINMAN A.D., 1996: 12. Effects of Grazers on Freshwater Benthic Algae. – Kn.: STEVENSON R.J., BOTHWELL M.L., LOWE R.L., *Algal Ecology. Freshwater Benthic Ecosystems*, **2**: 341–373. – Academic Press, California.
- STEINMAN A.D., MCINTIRE C.D., GREGORY S.V., LAMBERTI G.A., ASHKENAS L., 1987: Effect of herbivore type and density on taxonomic structure and

physiognomy of algal assemblages in laboratory streams. – Journal of North American Benthological Society, **6**: 175–188.

STEVENSON R.J., 1996: *1*. An Introduction to Algal Ecology in Freshwater Benthic Habitats. – Kn.: STEVENSON R.J., BOTHWELL M.L., LOWE R.L., Algal Ecology. Freshwater Benthic Ecosystems, **1**: 3–30. – Academic Press, California.

SWD, 2012a: Report from the commission to the European parliament and the council of the Implementation of the Water Framework Directive (2000/60/EC). River Basin Management Plans, **379(3/30)**. – Austria (<http://ec.europa.eu>).

SWD, 2012b: Report from the commission to the European parliament and the council of the Implementation of the Water Framework Directive (2000/60/EC). River Basin Management Plans, **379(4/30)**. – Belgium (<http://ec.europa.eu>).

SWD, 2012c: Report from the commission to the European parliament and the council of the Implementation of the Water Framework Directive (2000/60/EC). River Basin Management Plans, **379(8/30)**. – Germany (<http://ec.europa.eu>).

SWD, 2012d: Report from the commission to the European parliament and the council of the Implementation of the Water Framework Directive (2000/60/EC). River Basin Management Plans, **379(10/30)**. – Estonia (<http://ec.europa.eu>).

SWD, 2012e: Report from the commission to the European parliament and the council of the Implementation of the Water Framework Directive (2000/60/EC). River Basin Management Plans, **379(14/30)**. – France (<http://ec.europa.eu>).

SWD, 2012f: Report from the commission to the European parliament and the council of the Implementation of the Water Framework Directive

- (2000/60/EC). River Basin Management Plans, **379(16/30)**. – Ireland (<http://ec.europa.eu>).
- SWD, 2012g: Komisijos ataskaita Europos parlamentui ir tarybai dėl Vandens pagrindų direktyvos (2000/60/EB) įgyvendinimo. Upių baseinų valdymo planai, **379(18/30)**. – Lietuva (<http://ec.europa.eu>).
- SWD, 2012h: Report from the commission to the European parliament and the council of the Implementation of the Water Framework Directive (2000/60/EC). River Basin Management Plans, **379(20/30)**. – Latvia (<http://ec.europa.eu>).
- SWD, 2012i: Report from the commission to the European parliament and the council of the Implementation of the Water Framework Directive (2000/60/EC). River Basin Management Plans, **379(22/30)**. – Nytherlands (<http://ec.europa.eu>).
- SWD, 2012j: Report from the commission to the European parliament and the council of the Implementation of the Water Framework Directive (2000/60/EC). River Basin Management Plans, **379(23/30)**. – Poland (<http://ec.europa.eu>).
- SWD, 2012k: Report from the commission to the European parliament and the council of the Implementation of the Water Framework Directive (2000/60/EC). River Basin Management Plans, **379(26/30)**. – Sweden (<http://ec.europa.eu>).
- SWD, 2012l: Report from the commission to the European parliament and the council of the Implementation of the Water Framework Directive (2000/60/EC). River Basin Management Plans, **379(29/30)**. – United Kingdom (<http://ec.europa.eu>).
- SZOSZKIEWICZ K., ZBIERSKA J., JUSIK SZ., ZGOŁA T., 2006: Opracowanie podstaw metodycznych dla monitoringu biologicznego wód w zakresie makrofitów i pilotowe ich zastosowanie dla części wód reprezentujących

- wybrane kategorie i typy. Etap II, tom II – rzeki. – Warszawa–Poznań–Olsztyn.
- ŠALAR V.M., 1984: Fitoplankton rek Moldavii. – Kishinev.
- ŠAULYS V., 2007: Vandenu apsaugos politika ir teisė. Mokomoji knyga. – Vilnius.
- TAMINSKAS J., 1997: Kai kurie vandenskyrinio karsto hidrologiniai ypatumai. – Kn.: Hidrologija ir aplinka (Baltijos šalių hidrologų konferencijos darbai), 60–66. – Kaunas.
- TAMURA K., PETERSON D., PETERSON N., STECHER G., NEI M., KUMAR S., 2011: MEGA5: Molecular Evolutionary Genetics Analysis using Maximum Likelihood, Evolutionary Distance, and Maximum Parsimony Methods. – *Molecular Biology and Evolution*, **28**: 2731–2739.
- TARVYDAS S., 1958: Lietuvos TSR fizinis-geografinis rajonavimas. – Kn.: BASALYKAS A. (red.), BIELIUKAS K., CHOMSKIS V., ČERVINSKAS E., GARMUS P., GUDELIS V., KAUŠYLA K., MAČIONIS A., NATKEVIČAITĖ M., SEIBUTIS A., STYRA B., TARVYDAS S., Lietuvos TSR fizinė geografija, **I**. – Vilnius.
- TASKIN E., ÖZTÜRK M., KURT O., ÖZTÜRK M., 2008: The check-list of the marine algae of Turkey. – Manisa, Turkey.
- TÄUSCHER L., 2011: Checklisten und Gefährdungsgrade der Algen des Landes Brandenburg I. Einleitender Überblick, Checklisten und Gefährdungsgrade der Cyanobacteria/Cyanophyta, Rhodophyta und Phaeophyceae/Fucophyceae. – *Verhandlungen des Botanischen Vereins von Berlin und Brandenburg*, **144**: 177–192.
- TEMNISKOVA D., STOYNEVA P.M., KIRJAKOV K.L., 2008: Red List of the Bulgarian algae. I. Macroalgae. – *Phytologia Balcanica*, **14(2)**: 193–206.
- THEESFELD I., SCHLEYER C., 2011: Germany's Implementation of the EU Water Framework Directive – between Integration and Coordination in a Multi-level Context. – Conference at Boğaziçi University in Istanbul.

- TITTLE I., 2002: Order *Ulvales*. – Kn.: JOHN D.M., WHITTON B.A., BROOK A.J., The Freshwater Algal Flora of the British Isles. An Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae: 479. – Cambridge University Press, Cambridge.
- TOMÁS X., 1981: *Thorea ramosissima* en un canal del litoral valenciano. – Fol. Bot. Misc., **2**: 71–74.
- TSEKOS I., REISS H.-D., DELIVOPOULOS S.G., 2004: The supramolecular organization of photosynthetic membranes in the red alga *Thorea ramosissima*: spatial relationship between putative photosystem II core particles (EF-particles) and phycobilisomes. – Phycologia, **43**: 543–551.
- ŪSELYTĖ S., 1975: Sezonnaja dinamika fitoplanktona v nizovje Nemunas. – Kn.: Osnovy bioproduktivnosti vnutrennykh vodojomov Pribaltiki: 186–188.
- ŪSELYTĖ S., 1978: Fitoplanktonas. – Kn.: MANIUKAS J. (red.), Nemunas, **2**: 24–43 – Vilnius.
- VAILIONIS L., 1930: Medžiagos žiupsnys Lietuvos dumblių augmenijai pažinti. – Kosmos: 351–358. – Kaunas.
- VAITIEKŪNIENĖ J., VIRBICKAS T., DAUNYS D., TAMINSKAS J., 2011: Paviršinių vandens telkinių išskyrimas ir apibūdinimas. – Kn.: PAUKŠTYS B. (red.), Lietuvos vandens telkinių būklė ir ūkinės veiklos poveikis. – Vilnius.
- VAN DE BUND W., 2009: Water Framework Directive intercalibration technical report, Part 1: Rivers. – Italy.
- VAN DEN HOEK C., 1963: Revision of the European species of *Cladophora*. – Proefschrift...Rijksuniversiteit te Leiden.
- VAN DEN HOEK C., MANN D.G., JAHNS H.M., 1995: Algae. An introduction to Phycology. – Cambridge.
- VAN OPPEN M.J.H., DRAISMA S.G.A., OLSEN J.L., STAM W.T., 1995: Multiple trans-Arctic passages in the red alga *Phycodrys rubens*: evidence from nuclear rDNA ITS sequences. – Marine Biology, **123**: 179–188.

- VANNOTE R.L., MINSHALL G.W., CUMMINS K.W., MAGNUSSON J.J., 1980: The river continuum concept. – Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science, **37**: 130–137.
- VERBRUGGEN H., DE CLERCK O., N'YEURT A.D.R., SPALDING H., VROOM P.S., 2006: Phylogeny and taxonomy of *Halimeda incrassata*, including descriptions of *H. kanaloana* and *H. heteromorpha* spp. nov. (Bryopsidales, Chlorophyta). – European Journal of Phycology, **41(3)**: 337–362.
- VINOGRADOVA K.L., GOLLERBAH M.M., ZAUER L.M., SDOBNIKOVA N.V., 1980: Zelenye, krasnye i burye vodorosli. Opredelitel' presnovodnyh vodoroslej SSSR, **13**. – Moskva.
- VINSON D.K., RUSHFORTH S.R., 1989: Diatom species composition along a thermal gradient in the Portneuf River, Idaho, USA. – Hydrobiologia, **64**: 472–478.
- VIRBICKAS T., 2008: Ichtiofaunos monitoringas Lietuvos upėse, ežeruose ir žuvų rodiklių ežerų ekologinei būklei vertinti parinkimas. – Vilniaus universitetas, Ekologijos institutas; ataskaita.
- VIRBICKAS T., 2009a: Ichtiofaunos monitoringas Lietuvos upėse, ežeruose ir žuvų rodiklių ežerų ekologinei būklei vertinti parinkimas. – Vilniaus universitetas, Ekologijos institutas; ataskaita.
- VIRBICKAS T., 2009b: Ichtiofaunos tyrimai rytų Lietuvos upėse ir ežeruose. – Vilniaus universitetas, Ekologijos institutas; ataskaita.
- VIRBICKAS T., 2010: Ichtiofaunos tyrimai rytų Lietuvos upėse ir ežeruose. – Gamtos tyrimų centras; ataskaita.
- VIS M.L., SAUNDERS G.W., SHEATH R.G., DUNSE K., ENTWISLE T.J., 1998: Phylogeny of the Batrachospermales (Rhodophyta) inferred from *rbcL* and 18S Ribosomal DNA gene sequences. – Journal of Phycology, **34**: 341–350.

- VIS M.L., SHEATH R.G., 1992: Systematics of the freshwater red algal family *Lemaneaceae* in North America. – *Phycologia*, **31**: 164–179.
- VIS M.L., SHEATH R.G., 1993: Distribution and systematics of *Chroodactylon* and *Kyliniella* (*Porphyridiales*, *Rhodophyta*) from North American streams. – *The Japanese Journal of Phycology* (SORUI), **41**: 237–241.
- VIS M.L., SHEATH R.G., 1999: A molecular investigation of the systematic relationships of *Sirodotia* species (*Batrachospermales*, *Rhodophyta*) in North America. – *Phycologia*, **38**: 261–266.
- VIS M.L., SHEATH R.G., COLE K., 1996: Distribution and systematics of *Batrachospermum* (*Batrachospermales*, *Rhodophyta*) in North America. 8a. Section *Batrachospermum*: *Batrachospermum gelatinosum*. – *European Journal of Phycology*, **31(1)**: 31–40.
- VITĖNAITĖ T., 2001: Lietuvos vandens telkinių melsvadumblių (*Cyanophyta*) sąvadas. – *Botanica Lithuanica*, **7(4)**: 343–364.
- VRHOVSEK D., KOSI G., KLEMENCIC A.K., SMOLAR-ZVANUT N., 2006: Monografija sladkovodnih in kopenskih alg v Sloveniji. Monograph on freshwater and terrestrial algae in Slovenia: 7–172. – Ljubljana.
- WEHR J.D., SHEATH R.G., 2003: 2. Freshwater habitats of algae. – Kn.: WEHR J.D., SHEATH R.G., *Freshwater Algae of North America. Ecology and Classification*: 11–57. – Elsevier Science (USA).
- WELCH E.B., HORNER R.R., PTAMONT C.R., 1989: Prediction of nuisance periphytic biomass: A management approach. – *Water Research*, **23**: 401–405.
- WHITE T.J., BRUNS T., LEE S., TAYLOR J., 1990: Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. – Kn.: INNIS M.A., GELFAND D.H., SNISKY J.J., WHITE T.J. (red.), *PCR protocols: A guide To Methods and Amplifications*: 315–322. – Academic Press, San Diego, California.

- WHITTON B.A., 1975: Algae. – Kn.: WHITTON B.A. (red.) River ecology: 81–105. – University of California Press, Berkeley and Los Angeles, California.
- WHITTON B.A., 2002: Phylum *Cyanophyta* (Blue-Green Algae/Cyanobacteria). – Kn.: JOHN D.M., WHITTON B.A., BROOK A.J., The Freshwater Algal Flora of the British Isles. An Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae: 25–122. – Cambridge University Press, Cambridge.
- WHITTON B.A., JOHN D.M., JOHNSON L.R., BOULTON P.N.G., KELLY M.G., HAWORTH E.Y., 1998: A coded list of freshwater algae of the British Isles: 1–274. – Wallingford.
- WILLBY N., HILTON J., PITT J.-A., PHILIPPS G., 2006: Summary of approach used in LEAFPACS for defining ecological quality of rivers and lakes using macrophyte composition. – Interim Report June 2006. – Stirling.
- WINTERBOURN M.J., 1990: Interactions among nutrients algae and invertebrates in a New Zealand mountain stream. – *Freshwater Biology*, **23**: 463–474.
- WOLFE G.V., STEINKE M., KIRST G.O., 1997: Grazing-activated chemical defense in a unicellular marine alga. – *Nature*, **387**: 894–897.
- WOŁOWSKI K., KOWALSKA J., HINDÁK F., 2007: *Chroodactylon ornatum* (Rhodophyta, Porphyridiales) occurring in Poland and Slovakia. – *Biologia*, **62(6)**: 646–649.
- WOOTTON J.T., OEMKE M.P., 1992: Latitudinal differences in fish community trophic structure, and the role of fish herbivory in a Costa Rican stream. – *Environmental Biology of Fishes*, **35**: 311–319.
- ŻELAZNA-WIECZOREK J., ZIUŁKIEWICZ M., 2008: *Hildenbrandia rivularis* (Rhodophyta) in Central Poland. – *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, **77(1)**: 41–47.
- ZVIEDRE E., 2013: Makrofitų tyrimo Lietuvos upėse, ežeruose ir tvenkiniuose ataskaita; paviršinių vandens telkinių ekologinės būklės pagal makrofitų etaloninį indeksą įvertinimas. – Valstybinė įmonė UAB „Latvijos aplinkos apsaugos, geologijos ir meteorologijos centras“. – Ryga.

MOKSLINIŲ PUBLIKACIJŲ DISERTACIJOS TEMA SĄRAŠAS

Mokslo publikacijos Thomson Reuters Master Journal List sąrašė:

VITONYTĖ I., 2011: First record of red algae *Thorea hispida* in Lithuanian freshwaters – *Botanica Lithuanica*, **17(4)**: 165–175. – ISSN 1392-1665

VITONYTĖ I., KOSTKEVIČIENĖ J., 2008: New to Lithuania Cyanobacteria species in benthos of streams – *Botanica Lithuanica*, **14(4)**: 223–231. – ISSN 1392-1665

KOSTKEVIČIENĖ J., VITONYTĖ I., 2008: New data on red algae species *Audouinella hermannii* and *Chroodactylon ornatum* in Lithuania – *Botanica Lithuanica*, **14(3)**: 171–175. – ISSN 1392-1665

Mokslo publikacijos kituose recenzuojamuose leidiniuose:

VITONYTĖ I., KOSTKEVIČIENĖ J., 2009: Bentoso dumblių bendrijos skirtingos vandens kokybės Lietuvos upėse. – „Mokslas – Lietuvos ateitis“ [VGTU Aplinkos apsaugos inžinerija], **1(4)**: 86–91. – ISSN 2029-2341(print)/ISSN 2029-2252 (www.mla.vgtu.lt/index.php/mla/article/view/mla.2009.4.17)

Spausdinta konferencijų medžiaga ir tezės:

VITONYTĖ I., KASPEROVIČIENĖ J., 2013: Fitobentoso BI indekso taikymas vertinant Lietuvos upių vandens kokybę. – 16-oji Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencija „Mokslas – Lietuvos ateitis“ [VGTU Aplinkos apsaugos inžinerija] žodinis pranešimas. – Vilnius. (<http://jmk.aainz.vgtu.lt/index.php/conference/jmk2013>)

- VITONYTĖ I., KASPEROVIČIENĖ J., 2011: Ar upių fitobentosas aktualus rengiant tarpinių ir priekrantės vandenų ekologinės būklės klasifikacinę sistemą? – 5-oji mokslinė-praktinė konferencija „Jūros ir krantų tyrimai – 2011“, 206–263. – Klaipėda. – ISBN 978-9986-31-315-1
- VITONYTĖ I., KASPEROVIČIENĖ J., 2011: Phytobenthos as indicators of streams water quality. – 30th International Conference of the Polish Phycological Society „The past, present, future of phycological research. Its signification for man and environment protection“, 198. – Wrocław-Poawłowice, Poland. – ISBN 978-83-7717-045-8
- VITONYTĖ I., KASPEROVIČIENĖ J., KOREIVIENĖ J., 2010: Diversity and Distribution of Red Algae in the Streams of Different Water Quality in Lithuania. – 29th International Conference of the Polish Phycological Society „Taxonomy the queen of science – The beauty of algae“, 174. – Kraków-Niedzica, Poland. – ISBN 978-83-89648-83-9
- VITONYTĖ I., 2009: Benthic Algae Communities in Lotic Ecosystems of Lithuanian Protected Areas. – 28th International Phycological Conference „Algal biodiversity in ecosystems of protected areas“, 103–104. – Szczecin-Cieszyno Drawskie, Poland. – ISBN 978-83-923116-3-8

**DISERTACIJOS
PRIEDAI**

1 lentelė. Fitobentosos rūšių įvairovės ir makrodumblių projekcinio padengimo tyrimai Lietuvos upėse, 2009–2012 m.

| Upė | Tyrimų metai | Tyrimų vietos Nr. | Mėginių paėmimo koordinatės | | Mėginių skaičius | Mėginys rūšių įvairovė / makrodumblių projekcinis padengimas | |
|---------------|--------------|-------------------|-----------------------------|------------------|------------------|---|--|
| | | | 4 | 5 | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| Aitra | 2009 | 30 | 55° 41' 25,03" N | 22° 01' 49,89" E | 5 | + / + | |
| Akmena-Danė | 2010 | 62 | 55° 57' 25,54" N | 21° 16' 40,48" E | 1 | + / - | |
| Alkupis | 2009 | 15 | 55° 44' 00,26" N | 24° 08' 52,21" E | 1 | + / - | |
| Ančia | 2009 | 31 | 55° 24' 02,73" N | 22° 33' 31,01" E | 12 | + / + | |
| | 2011 | 32 | 55° 24' 05,55" N | 22° 33' 19,36" E | 2 | <i>Cladophora glomerata</i> * | |
| | 2012 | 32 | 55° 24' 00,75" N | 22° 33' 26,21" E | 2 | <i>Lemanea fluviatilis</i> * | |
| Apaščia | 2009 | 67 | 56° 23' 48,79" N | 24° 46' 04,86" E | 2 | + / + | |
| Armona | 2010 | 7 | 55° 11' 33,77" N | 24° 41' 19,33" E | 6 | + / + | |
| Ašva I | 2009 | 71 | 56° 20' 34,97" N | 22° 23' 01,53" E | 1 | + / - | |
| Ašva II | | 72 | 56° 22' 19,60" N | 22° 18' 29,07" E | 6 | + / + | |
| Babrungas I | 2009 | 48 | 55° 53' 07,78" N | 21° 45' 54,67" E | 11 | + / + | |
| | | 2011 | 49 | 55° 57' 21,31" N | 21° 53' 23,74" E | 2 | <i>Cladophora glomerata</i> *, <i>Hildenbrandia rivularis</i> *, <i>Vaucheria sessilis</i> * |
| | | | | | | 2 | |
| 1 | | | | | | | |
| Babrungas II | 2009 | 50 | 55° 54' 36,46" N | 21° 46' 05,36" E | 5 | + / + | |
| Baltoji Ančia | 2009 | 1 | 53° 57' 20,89" N | 23° 50' 01,31" E | 2 | + / + | |
| Bartuva | 2010 | 78 | 56° 13' 30,54" N | 21° 32' 23,51" E | 4 | + / + | |
| Beržupis | 2009 | 38 | 54° 14' 39,74" N | 24° 34' 27,98" E | 2 | + / + | |
| Bubinas | 2009 | 51 | 56° 04' 26,21" N | 21° 37' 00,97" E | 2 | + / + | |
| Dysna | 2009 | 79 | 55° 24' 27,54" N | 26° 23' 32,02" E | 1 | + / - | |
| Dotnuvėlė | 2010 | 16 | 55° 21' 33,50" N | 23° 53' 33,33" E | 3 | + / + | |
| Dubysa | 2010 | 60 | 55° 36' 09,98" N | 23° 04' 53,39" E | 1 | + / - | |
| Gauja | 2009 | 2 | 54° 10' 22,99" N | 25° 44' 36,43" E | 2 | + / + | |
| Jara-Šetekšna | 2009 | 8 | 55° 51' 37,74" N | 25° 18' 25,79" E | 1 | + / - | |
| Jūra | 2010 | 33 | 55° 33' 00,27" N | 21° 58' 08,42" E | 2 | + / + | |
| Jūrė | 2011 | 21 | 54° 44' 07,86" N | 23° 20' 38,44" E | 1 | + / - | |
| Kamatis | 2009 | 63 | 56° 11' 39,65" N | 24° 22' 21,48" E | 1 | + / + | |
| Kiršinas I | 2009 | 17 | 55° 39' 19,34" N | 23° 47' 27,22" E | 1 | + / + | |
| Kiršinas II | | 18 | 55° 41' 31,44" N | 23° 56' 11,74" E | 1 | + / - | |
| Krašuona | 2011 | 9 | 55° 29' 05,85" N | 25° 36' 40,82" E | 2 | <i>Vaucheria sessilis</i> * | |
| Kražantė | 2010 | 61 | 55° 39' 27,89" N | 23° 00' 05,71" E | 4 | + / + | |
| Laukesa | 2009 | 80 | 55° 43' 59,01" N | 26° 15' 37,96" E | 4 | + / + | |
| Lokysta | 2009 | 34 | 55° 28' 48,86" N | 22° 09' 43,45" E | 1 | + / - | |
| Mera-Kūna | 2010 | 57 | 55° 01' 14,97" N | 25° 52' 06,31" E | 3 | + / + | |
| Merkys I | 2009 | 39 | 54° 26' 55,15" N | 25° 30' 11,08" E | 7 | + / + | |
| Merkys II | | 40 | 54° 18' 23,48" N | 24° 39' 43,93" E | 4 | + / + | |
| Miniija | 2010 | 52 | 55° 44' 21,78" N | 21° 26' 01,75" E | 1 | + / - | |
| Mūša | 2010 | 64 | 56° 07' 46,86" N | 23° 29' 17,83" E | 2 | + / + | |
| Nedzingis | 2011 | 41 | 54° 11' 59,72" N | 24° 22' 16,30" E | 2 | <i>Batrachospermum</i> sp.*, <i>Cladophora glomerata</i> * | |
| | | | | | 2 | | |
| Nemunėlis | 2009 | 68 | 56° 22' 03,56" N | 24° 37' 50,08" E | 4 | + / + | |
| Nevėžis | 2010 | 19 | 55° 42' 00,70" N | 24° 25' 59,35" E | 2 | + / + | |
| Nikajus | 2009 | 81 | 55° 42' 04,53" N | 26° 08' 19,99" E | 4 | + / + | |

1 lentelė (tęsinys)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|----------------|------|-----------|------------------|------------------|---------------|--|
| Notė | 2009 | 53 | 56° 05' 31,78" N | 21° 39' 55,00" E | 7 | + / + |
| | 2011 | 54 | 56° 05' 31,78" N | 21° 39' 55,00" E | $\frac{2}{1}$ | <i>Batrachospermum arcuatum*</i> , <i>Cladophora glomerata*</i> |
| Nova | 2011 | 22 | 54° 51' 35,19" N | 22° 56' 42,23" E | 1 | + / + |
| | | 23 | | | $\frac{2}{2}$ | <i>Hildenbrandia rivularis*</i> , <i>Cladophora glomerata*</i> |
| Pelyša | 2009 | 10 | 55° 38' 59,08" N | 25° 06' 10,39" E | 1 | + / + |
| Peteša | 2009 | 28 | 54° 33' 11,04" N | 25° 18' 37,89" E | 1 | + / - |
| Ringuva | 2010 | 73 | 56° 03' 03,12" N | 22° 58' 20,75" E | 2 | + / + |
| Rudamina | 2009 | 29 | 54° 30' 59,21" N | 25° 15' 25,89" E | 1 | + / - |
| Salantas | 2009 | 55 | 56° 02' 43,43" N | 21° 42' 48,69" E | 1 | + / - |
| Saria | 2010 | 58 | 55° 03' 18,60" N | 25° 52' 20,58" E | 6 | + / + |
| Siesartis | 2011 | 25 | 54° 57' 56,21" N | 22° 57' 29,29" E | 1 | + / + |
| | | 26 | | | $\frac{2}{2}$ | <i>Cladophora glomerata*</i> |
| Strėva | 2010 | 3 | 54° 48' 27,17" N | 24° 16' 56,01" E | 7 | + / + |
| Suraižos upelė | 2009 | 11 | 55° 19' 46,12" N | 25° 32' 53,91" E | 3 | + / + |
| Šalčia | 2009 | 42 | 54° 20' 30,49" N | 24° 53' 51,20" E | 2 | + / + |
| Šaltuona | 2010 | 35 | 55° 18' 03,28" N | 23° 00' 38,95" E | 2 | + / + |
| Šeškinė | 2009 | 82 | 55° 23' 07,88" N | 26° 25' 20,23" E | 1 | + / - |
| Šešupė | 2011 | 24 | 54° 35' 47,27" N | 23° 23' 04,98" E | 1 | + / - |
| | | 36 | | | 10 | + / + |
| Šešuvis | 2011 | 37 | 55° 12' 51,59" N | 22° 17' 04,81" E | 2 | <i>Thorea hispida*</i> |
| | | 37 | | | 1 | <i>Thorea hispida*</i> |
| Širvinta | 2011 | 27 | 54° 36' 52,78" N | 22° 59' 05,48" E | 1 | + / - |
| Šyša I | 2009 | 4 | 55° 20' 59,12" N | 21° 30' 29,89" E | 5 | + / + |
| Šyša II | | 5 | | | 3 | + / + |
| Šušvė | 2010 | 20 | 55° 20' 53,71" N | 23° 39' 27,56" E | 4 | + / + |
| Šventoji I | 2009 | 12 | 55° 37' 00,86" N | 25° 33' 17,13" E | 1 | + / - |
| Šventoji II | | 13 | | | 1 | + / - |
| Tatula | 2009 | 65 | 56° 07' 22,22" N | 24° 28' 43,54" E | 3 | + / + |
| | | 2011 | | | 66 | 56° 08' 03,13" N |
| Vardaunia | 2011 | 43 | 54° 14' 17,74" N | 24° 28' 33,61" E | 1 | <i>Vaucheria sessilis*</i> |
| Varduva I | 2009 | 74 | 56° 19' 47,63" N | 22° 08' 15,18" E | 2 | + / + |
| Varduva II | | 75 | | | 5 | + / + |
| Veiviržas | 2009 | 56 | 55° 35' 39,59" N | 21° 35' 32,00" E | 6 | + / + |
| Venta I | 2010 | 76 | 56° 24' 58,14" N | 22° 12' 02,57" E | 1 | + / - |
| Venta II | 2009 | 77 | 56° 20' 21,90" N | 22° 14' 17,53" E | 3 | + / - |
| Verknė | 2010 | 6 | 54° 36' 04,53" N | 24° 05' 25,55" E | 5 | + / + |
| Verseka I | 2009 | 44 | 54° 18' 38,77" N | 24° 48' 04,05" E | 1 | + / - |
| | | 45 | | | 6 | + / + |
| Verseka II | 2011 | 46 | 54° 16' 04,44" N | 24° 48' 49,27" E | $\frac{2}{2}$ | <i>Batrachospermum gelatinosum*</i> , <i>Hildenbrandia rivularis*</i> , <i>Cladophora glomerata*</i> |
| | | | | | 1 | |
| Virinta | 2009 | 14 | 55° 19' 10,16" N | 25° 25' 18,22" E | 2 | + / + |
| Visinčia | 2009 | 47 | 54° 22' 22,24" N | 25° 13' 57,97" E | 2 | + / - |
| Žeimena | 2009 | 59 | 55° 04' 57,26" N | 25° 55' 31,12" E | 14 | + / + |
| | | 69 | | | 4 | + / + |
| Žemoji Gervė | 2011 | 70 | 56° 21' 10,17" N | 24° 47' 28,41" E | 2 | <i>Batrachospermum gelatinosum*</i> , <i>Cladophora glomerata*</i> |
| Kösterbeck | 2012 | nė- ra | 54° 03' 11,82" N | 12° 13' 00,67" E | 2 | <i>Cladophora glomerata*</i> |

¹ – numeris, atitinkantis tyrimų vietą situacinėje schemoje (5 pav.); „+“ – paimtas mėginys arba atlikti tyrimai; „-“ – neatlikti tyrimai; * – mėginiai paimti molekuliniais tyrimams.

2 lentelė. Lauko protokolas.

| Upė | Data | |
|-----------------------|---------------------|----|
| Upės | Atkarpos ilgis, m | ŠP |
| Vieta | | RI |
| Upės vingiuotumas: | Upės natūralumas: | |
| 0 – tiesi | 0 – ištiesinta | |
| 1 – silpnai vingiuota | 1 – pusiau natūrali | |
| 2 – vingiuota | 3 – natūrali | |
| 3 – labai vingiuota | | |

| | |
|---|--|
| Upės vagos užpavėsinimas pakrantės augalija procentais: | Užpavėsinimas pagal Wörlein (1992): |
| | 1 – visiškai saulės nušviesta (nuo saulėtekio iki saulėlydžio) |
| | 2 – saulės nušviesta (nuo saulėlydžio iki saulėtekio, kai šilčiausios dienos valandos) |
| | 3 – iš dalies užpavėsinta (daugiausiai saulėje, bet šilčiausios dienos valandomis pavėsis) |
| | 4 – pusiau užpavėsinta (daugiau nei puse dienos pavėsis, visuomet vidurdienį) |
| | 5 – visiškai užpavėsinta |

Tėkmės greitis pagal BLFW (1995):

- 1 – nepastebima (beveik nejudanti, sukuriuojanti)
- 2 – vos pastebima (srovė labai silpna, bet pastebima)
- 3 – silpna tėkmė (srovė pastebima vandens paviršius lygus)
- 4 – greita tėkmė (srovė su vidutinišku drumstumu)
- 5 – greita, smarki (turbulentinė tėkmė, stipriai sukurinė, ryškiai šniokšianti)

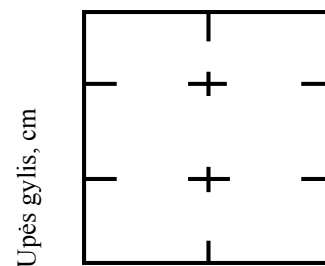
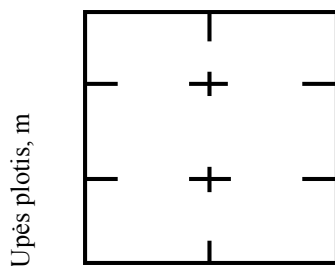
Vandens skaidrumas (id)/ne, dugnas matomas:

- taip
 ne

Vandens drumstumas:

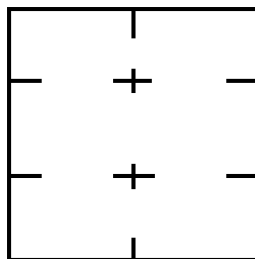
- 1 – nėra
- 2 – vidutiniškas
- 3 – stiprus

Dumblių ekologinė grupė:



Dugno padengimas substratais (%):

- dumblingas smėlis
- priemolis
- smėlis
- žvirgždas, iki 6 cm Ø
- rieduliai, > 6 cm Ø
- mergelis



Nuotraukos :

3 lentelė. Upių fitobentos rūšių sąvadas.

| Taksonas | Rūšies ekologinė grupė | Aitra | Akmėna-Danė | Alkūpis | Ančia | Apasčia | Armona | Ašva I | Ašva II | Babrungas I | Babrungas II | Baltoji Ančia | Bartuva | Beržupis | Bubinas | Dysna | Dotnuvėlė | Dubysa | Gauja | Jara-Šetekšna |
|--|------------------------|-------|-------------|---------|-------|---------|--------|--------|---------|-------------|--------------|---------------|---------|----------|---------|-------|-----------|--------|-------|---------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
| Sk. CYANOBACTERIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kl. Cyanophyceae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eil. Chroococcales | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Šm. Synechococcaceae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Aphanothece</i> cf. <i>clathrata</i> W. et G. S. West (= <i>Aphanothece gracilis</i> Schiller 1954) | Epip. | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | |
| <i>Aphanothece elabens</i> (Brébisson in Meneghini) Elenkin 1983 (= <i>Micraloa elabens</i> Brébisson 1942; <i>Microcystis elabens</i> (Brébisson) Kützing 1846) | Epip. | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Aphanothece</i> cf. <i>minutissima</i> (W. West) Komárková-Legnerová et Cronberg 1994 (= <i>Microcystis minutissima</i> W. West 1912; <i>Aphanothece pulverulenta</i> Bachmann 1921) | Epip. | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | |
| <i>Aphanothece stagnina</i> (Sprengel) A. Braun in Rabenhorst 1863 (= <i>Coccochloris stagnina</i> Sprengel 1807; <i>Aphanothece prasina</i> A. Braun 1863) | Epip. | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | |
| cf. <i>Cyanobium diatomicola</i> (Geitler) Komárek et al. 1999 (= <i>Synechococcus diatomicola</i> Geitler 1953) | Epif. | | | | 1 | 1 | | | | 1 | | 1 | 1 | 1 | | | 1 | | | |
| Šm. Merismopediaceae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Aphanocapsa incerta</i> (Lemmermann) Cronberg et Komárek 1994 (= <i>Polycystis incerta</i> Lemmermann 1899; <i>Microcystis incerta</i> (Lemmermann) Lemmermann 1907; <i>M. pulvereae</i> var. <i>incerta</i> (Lemmermann) Crow 1923; <i>M. pulvereae</i> f. <i>incerta</i> (Lemmermann) Elenkin 1938) | Epif. | | | 1 | | 1 | | | 1 | | 1 | | | | | 1 | | | | |
| <i>Aphanocapsa parasitica</i> (Kützing) Komárek et Anagnostidis 1995 (= <i>Microcystis parasitica</i> Kützing 1843; <i>M. pulvereae</i> f. <i>parasitica</i> (Kützing) Elenkin 1938) | Epif. | | 1 | | | | | | | 1 | | | 1 | | | | 1 | | | |
| <i>Merismopedia glauca</i> (Ehrenberg) Kützing 1845 (= <i>Merismopedia aeruginea</i> Brébisson in Kützing 1849; <i>M. nova</i> Wood 1872) | Epip. | 1 | | | 1 | 1 | 2 | | 1 | 1 | 1 | | 1 | | 3 | 1 | 1 | | | |

3 lentelė (tęsinys)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
|---|------------------|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <i>Merismopedia punctata</i> Meyen 1839 (= <i>Merismopedia kuetzingii</i> Nägeli 1849; <i>M. convoluta</i> f. <i>minor</i> Wille 1922; <i>M. haumanii</i> Kufferath 1942) | Epip. | 1 | | | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | | 1 | | | | | | | |
| <i>Merismopedia tenuissima</i> Lemmermann 1898 | Epip. | 1 | | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 1 | | 1 | | | 1 | | | | 1 |
| <i>Microcrocis obvoluta</i> (Tiffany) Frank et Landman 1988 (= <i>Holopedium obvolutum</i> Tiffany 1934; <i>Microcrocis dietelii</i> f. <i>obvoluta</i> (Tiffany) Fott 1972; <i>Microcrocis</i> sp. sensu Frank et Landman 1988 incl.) | Epip., Epips. | 1 | | | 1 | 1 | 2 | | 1 | | 1 | | 1 | | | | | | | 1 |
| Šm. <i>Microcystaceae</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Eucapsis alpina</i> Clements & Schantz 1909 (= <i>Merismopedia cubica</i> W. West 1912) | Epif. | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | |
| <i>Gloeocapsa</i> cf. <i>alpina</i> (Nägeli) Braun 1900 (= <i>Gloeocapsa ambigua</i> Nägeli in Kützing 1849; <i>G. fuscolutea</i> Kirchner 1878) | Epif. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Šm. <i>Chroococcaceae</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Chroococcus aphanocapsoides</i> Skuja 1964 | Epip. | | | | | | 1 | | | | | | | | | 1 | | | | |
| <i>Chroococcus dispersus</i> (Keissler) Lemmermann 1904 (= <i>Chroococcus</i> var. <i>subsalsus</i> Lemmermann 1901; <i>C. minor</i> var. <i>dispersus</i> Keissler 1902; <i>Gloeocapsa minor</i> f. <i>dispersa</i> (Keissler) Hollerbach in Elenkin 1938) | Epip. | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Chroococcus limneticus</i> Lemmermann 1898 (= <i>Chroococcus limneticus</i> var. <i>carneus</i> (Chodat) Lemmermann 1904; <i>Gloeocapsa limnetica</i> (Lemmermann) Hollerbach in Elenkin 1938; <i>Anacystis limnetica</i> (Lemmermann) Drouet et Daily 1952; <i>A. thermalis</i> f. <i>major</i> (Lagerheim) Drouet et Daily 1956) | Epip. | | | | | | 1 | 1 | | | 1 | 1 | | | | | 1 | | | |
| <i>Chroococcus minimus</i> (Keissler) Lemmermann 1904 (= <i>Chroococcus minutus</i> var. <i>minimus</i> Keissler 1901; <i>C. dispersus</i> var. <i>minor</i> G. M. Smith 1920; <i>Gloeocapsa minima</i> (Keissler) Hollerbach 1938; <i>Microcystis chroococcoidea</i> var. <i>minor</i> Nygaard 1949; <i>Gloeocapsa minima</i> f. <i>smithii</i> Hollerbach et. al. 1953) | Epip. | | | | | | 1 | | | | | | 1 | | | | | | | |
| <i>Chroococcus minor</i> (Kützing) Nägeli 1849 | Epip. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Chroococcus minutus</i> (Kützing) Nägeli 1849 (= <i>Protococcus minutus</i> Kützing 1834; <i>Chroococcus virescens</i> Hantzsch in Rabenhorst 1865; <i>Gloeocapsa minuta</i> (Kützing) Hollerbach in Elenkin 1938) | Epip. | | | | | | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | |

3 lentelė (tęsinys)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
|---|----------------------------|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <i>Phormidium terebriforme</i> (Agardh ex Gomont) Anagnostidis et Komárek 1988 (= <i>Oscillatoria terebriformis</i> Agardh ex Gomont 1892; <i>O. terebriformis</i> f. <i>amphigranulata</i> Elenkin et Kosinskaja ex Elenkin 1949 incl.; <i>Lyngbya okeni</i> var. <i>terebriformis</i> (Agardh) Schwabe in Hansgirg 1892) | Epif., Epil. | 1 | | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | 1 | 1 | | | | 1 |
| <i>Phormidium tergestinum</i> (Kützing) Anagnostidis et Komárek 1988 (= <i>Lyngbya phormidium</i> (Kützing) ex Hansgirg 1892; <i>Oscillatoria tergestina</i> Kützing 1836; <i>O. tenuis</i> var. <i>tergestina</i> Rabenhorst 1865; <i>Lyngbya tenuis</i> (Agardh) ex Hansgirg 1982; <i>Phormidium tenue</i> (Agardh ex Gomont) Anagnostidis et Komárek 1988) | Epif., Epil., Epips. | 2 | | | 1 | | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | | | | | |
| <i>Phormidium tinctorium</i> Kützing ex Gomont 1892 (= <i>Lyngbya tinctoria</i> (Kützing) Kirchner ex Forti 1907, sec. Compère; <i>P. tinctorium</i> var. <i>naegelianum</i> Kützing 1849 incl.) | Epif., Epil., Epil. | | | | | | 3 | | | 1 | | | | | | 1 | | | | |
| <i>Phormidium uncinatum</i> Gomont ex Gomont 1892 (= <i>Lyngbya uncina</i> (Gomont) Compère) | Epil., Epil., Epips. | | | | 4 | | | | 5 | 1 | 3 | | | | | | | | | |
| <i>Phormidium</i> sp. | Epif. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Šm. <i>Oscillatoriaceae</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| cf. <i>Blennothrix heterotricha</i> (Gomont ex Gomont) Anagnostidis et Komárek 1988 (= <i>Hydrocoleum heterotrichum</i> Gomont ex Gomont 1892) | Epil. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Homoeothrix juliana</i> (Bornet et Flahault) Kirchner 1898 (= <i>Lyngbya juliana</i> Meneghini 1841; <i>Calothrix juliana</i> Bornet et Flahault 1886; <i>Lyngbya paludinae</i> (Wittrock) ex Hansgirg 1892) | Epif., Epil. | | | | | | | | | 1 | 1 | | 2 | | | 1 | | | | |
| <i>Lyngbya hieronymusii</i> Lemmermann 1905 | Epil., Epips. | | | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | | | | |
| <i>Oscillatoria limosa</i> (Dillwyn) C. Agardh 1812 (= <i>Oscillatoria limosa</i> f. <i>constricta</i> Biswas 1929; <i>Lyngbya tenuis</i> var. <i>limosa</i> (Agardh) Kirchner ex Hansgirg 1892) | Epil. | 1 | | | 1 | 1 | | | | | 1 | | 1 | | | | | | | 2 |
| <i>Oscillatoria ornata</i> Kützing ex Gomont 1892 (= <i>Oscillatoria ornata</i> f. <i>planctonica</i> Elenkin 1949 = <i>Planktothrix planctonica</i> (Elenkin) Anagnostidis et Komárek 1988) | Epil., Epil., Epips. | 3 | | | 2 | 1 | 3 | | 1 | | 1 | | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | |
| Eil. Nostocales | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Šm. <i>Nostocaceae</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Nostoc pruniforme</i> C. Agardh 1812 | Epif., Epil. | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | |

3 lentelė (tęsinys)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
|---|--------------------------|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <i>Nostoc</i> sp. | End. | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | |
| Šm. Anabaenaceae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cylindrospermum michailovskoense</i> Elenkin 1911 | Epif., Epip. | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | | | |
| Šm. Scytonemataceae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Scytonema crispum</i> (C. Agardh) Bornet 1889 (= <i>Scytonema cincinnatum</i> (Thuret 1875) Bornet et Flahault 1886) | Epif., Epil. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Tolypothrix tenuis</i> Kützing ex Bornet et Flahault 1888 (= <i>Tolypothrix inflata</i> Ghose 1927) | Epif. | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | |
| Šm. Rivulariaceae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Calothrix columbiana</i> G. S. West 1914 | Epil. | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | |
| <i>Calothrix</i> cf. <i>fusca</i> (Kützing) Bornet et Flahault 1886 (= <i>Mastichothrix fusca</i> Kützing) | Epil., Epip., End. | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | |
| <i>Calothrix ramenskii</i> Elenkin 1922 | Epif. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Gloeotrichia natans</i> (Hedwing) Rabenhorst 1886 (= <i>Rivularia natans</i> (Hedwig) Welwitsch 1836) | Epif. | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | |
| <i>Rivularia dura</i> (Roth) Bornet et Flahault 1886 | Epil. | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | |
| Sk. RHODOPHYTA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kl. Rhodophyceae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eil. Goniotrichales | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Šm. Goniotrichaceae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Chroodactylon ornatum</i> (C. Agardh) Basson 1979 (= <i>Hormospora ramosa</i> Thwaites in Harvey 1848, <i>Asterocystis ramosa</i> (Thwaites) Gobi 1879, <i>Asterocystis smaragdina</i> (Reinsch) Forti in De Toni 1907, <i>Chroodactylon ramosum</i> (Thwaites) Hansgirg 1885) | Epif. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eil. Acrochaetiales | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Šm. Acrochaetiaceae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Audouinella chalybea</i> (Roth) Bory de Saint-Vincent 1823 (= <i>Trentepohlia pulchella</i> f. <i>chalybea</i> C. Agardh 1824; <i>T. pulchella aeruginosa</i> C. Agardh 1824; <i>Chantransia chalybea</i> (Roth) Fries 1825; <i>Pseudochantransia chalybaea</i> (Roth 1809) Brand 1909) | Epif., Epil. | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | | | |

3 lentelė (tęsinys)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
|---|--------|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Šm. Characiopsidaceae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Characiopsis</i> cf. <i>acuta</i> (A. Braun) Borzi 1895 (= <i>Characium acutum</i> A. Braun, <i>Hydrianum acutum</i> Rabenhorst) | Epif. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Characiopsis heeringiana</i> Pascher 1925 | Epif. | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | |
| <i>Characiopsis heeringiana</i> f. <i>heeringiana</i> Pascher | Epif. | | | | | | | | 1 | | | | 1 | | | | | | | |
| <i>Characiopsis microcysticola</i> Skuja | Epif. | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | | 1 | | | | | | | |
| Eil. Tribonematales | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Šm. Tribonemataceae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Tribonema viride</i> Pascher 1925 (= <i>Tribonema bombycinum</i> (C. Agardh) Derbès et Solier; <i>Conferva bombycina</i> C. Agardh) | Me. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Tribonema vulgare</i> Pascher 1923 | Me. | | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | | | | | | 1 | | | 1 | 1 |
| Eil. Vaucheriales | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Šm. Vaucheriaceae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Vaucheria sessilis</i> (Vaucher) De Candolle in Lamark et de Candolle 1805 (= <i>Conferva bursata</i> (O. F. Müller) C. Agardh; <i>Ectocarpus sessilis</i> Vaucher; <i>Vaucheria bursata</i> (O. F. Müller) C. Agard; <i>V. ovoidea</i> Vaucher; <i>V. repens</i> Hassall) | Epips. | 3 | | 1 | | | 3 | | 5 | 3 | 2 | 3 | 1 | 3 | | | 3 | | 1 | 1 |
| Sk. CHLOROPHYTA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kl. Chlorophyceae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eil. Chlorococcales | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Šm. Botryococcaceae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Botryococcus braunii</i> Kützing (= <i>Botryococcus giganteus</i> Reinsch) | Epif. | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | |
| cf. <i>Lobocystis planctonica</i> (Tiffany et Ahlstrom) Fott 1975 (= <i>Dictyosphaerium planctonica</i> Tiffany et Ahlstrom; <i>Lobocystis planctonica</i> var. <i>mucosa</i> Bourrelly; <i>L. dichotoma</i> R. H. Thompson) | Epif. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Chlorococcales</i> sp. ₁ (6,3-7,6×3,8-6,3 μm) | Epif. | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | |
| <i>Chlorococcales</i> sp. ₂ (3,8-7,6×3,8-5,1 μm) | Epif. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eil. Sphaeropleales | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Šm. Characiaceae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Pseudochlorothecium mucigenum</i> Korshikov 1953 | Epif. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Šm. Microsporaceae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

3 lentelė (tesinys)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
|--|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Šm. <i>Ulvaceae</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ulva flexuosa</i> Wulfen 1803 (= <i>Conferva flexuosa</i> Wulfen ex Roth 1800, <i>Enteromorpha flexuosa</i> (Wulfen ex Roth) J. Agardh 1883, <i>E. intermedia</i> Bliding 1955) | Epil. | | | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kl. Cladophorophyceae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eil. Cladophorales | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Šm. <i>Cladophoraceae</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cladophora glomerata</i> (Linnaeus) Kützing 1843 (= <i>Conferva glomerata</i> Linnaeus 1753) | Epid., Epil. | 5 | | 1 | 5 | 4 | 4 | | 1 | 5 | 5 | 3 | 1 | | | | 3 | | | |
| <i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i> Kützing 1843 (= <i>Conferva fontinalis</i> Berkeley; <i>Microspora fontinalis</i> (Berkeley) De Toni) | Me., Epil. | | | | 1 | | 1 | | 1 | | | | 4 | | | | | | | |
| Kl. Pleurostrophyceae (Trebouxiophyceae) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eil. Microthamniales | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Šm. <i>Microthamniaceae</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Microthamnion kuetzingianum</i> Nägeli 1849 (= <i>Microthamnion strictissimum</i> Rabenhorst, <i>M. vexator</i> Cooke) | Epif. | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kl. Klebsormidiophyceae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eil. Coleochaetales | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Šm. <i>Coleochaetaceae</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Coleochaete orbicularis</i> Pringsheim 1860 (= <i>Phyllactidium pulchellum</i> Kützing) | Epif. | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | |
| <i>Coleochaete scutata</i> Brébisson 1844 | Epif. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Kl. Zygnematophyceae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eil. Zygnematales | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Šm. <i>Zygnemataceae</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Mougeotia</i> sp. ₁ (35,4-65,7×3,8-10,1 μm; iki 4 piren.) | Me. | | | | | | | | | | 1 | | 1 | | | | | | | |
| <i>Mougeotia</i> sp. ₂ (50,6-141,7×16,4-20,2 μm; iki 6-7 piren.) | Me. | | | | 1 | | | | | | 1 | | | | | | 1 | | | |
| <i>Mougeotia</i> sp. ₃ (88,5-235,3×25,3-35,4 μm; >9 piren.) | Me. | | | | | 1 | | | | | 1 | | 3 | | | | | | | 2 |
| <i>Spirogyra</i> sp. ₁ (53,1-189,7×12,6-16,4 μm; 1 chlor.) | Me. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Spirogyra</i> sp. ₂ (103,7-230,2×22,8-32,9 μm; 1 chlor.) | Me. | | | | 1 | | | | 4 | | 1 | | 2 | | | | | | | 1 |
| <i>Spirogyra</i> sp. ₃ (50,6-506,0×31,6-48,1 μm; 2 chlor.) | Me. | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | 1 |
| <i>Spirogyra</i> sp. ₄ (84,8-129,0×25,3-40,5 μm; 3 chlor.) | Me. | | | | 1 | | | | | | | | 3 | | | 1 | | | | 1 |
| <i>Spirogyra</i> sp. ₅ (97,4-263,1×20,2-37,9 μm; 4 chlor.) | Me. | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | |

3 lentelė (tęsinys)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
|---|-------|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <i>Spirogyra</i> sp. ₆ (136,6-222,6×30,4-46,8 μm; 5 chlor.) | Me. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Spirogyra</i> sp. ₇ (50-300×90-180 μm; >10 chlor.) | Me. | | | | 4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Zygnema</i> sp. | Me. | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | |
| Eil. Desmidiáles | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Šm. Closteriaceae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Closterium</i> cf. <i>acutum</i> Brébisson 1848 (= <i>Closterium tenerrimum</i> Kütz. 1845; <i>C. pronum</i> Bréb. B. <i>acutum</i> Klebs 1879; <i>Echinella acuta</i> Lyngb. 1819) | Epif. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Closterium ehrenbergii</i> var. <i>malinvernianum</i> (De Notaris) Rbenhorst | Epif. | | | | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | | | | | |
| <i>Closterium kuetzingii</i> Brébisson 1856 | Epif. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Closterium</i> cf. <i>lineatum</i> Ehrenberg ex Ralfs 1848 (= <i>Closterium lineatum</i> var. <i>multinucleatum</i> Deflandre; <i>C. lineatum</i> var. <i>sublaeve</i> Brébisson) | Epif. | | | | | | | | 1 | | | | 1 | | | | | | | |
| <i>Closterium moniliferum</i> Ehrenberg ex Ralfs 1848 (= <i>Closterium moniliferum</i> var. <i>submoniliferum</i> (Woronchin) Willi Krieger; <i>Lunulina monilifera</i> Bory de Saint-Vincent 1824) | Epif. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | | | 1 | 1 | | 1 |
| <i>Closterium parvulum</i> Nägeli 1849 | Epif. | 1 | | | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | | 1 | | | | | 1 | | |
| <i>Closterium strigosum</i> Brébisson 1856 | Epif. | | | | | | 1 | | 1 | | 1 | | | | | | | | 1 | |
| <i>Closterium</i> sp. | Epif. | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |

Me. – meroplanktoninė; End. – endofitinė; Epid. – epidendrinė; Epif. – epifitinė; Epil. – epilitinė; Epip. – epipelitinė; Epips. – epipsamitinė; Epiz. – epizoitinė; An. – ant antropogeninio substrato; 1–5 – rūšies gausumas penkių balų skalėje, tuščias langelis – rūšis nerasta.

3 lentelė (tęsinys)

| Taksonas | Jūra | Jūrė | Kamatis | Kiršinas I | Kiršinas II | Krašuona | Kražantė | Laukesa | Lokysta | Mera-Kūna | Merkys I | Merkys II | Minija | Mūša | Netzingis | Nemunėlis | Nevezis | Nikajus | Notė | Nova | Pelyša | Petėša | Ringuva | Rudamina | Salantas | Saria | Siesartis | Strėva | |
|---|------|------|---------|------------|-------------|----------|----------|---------|---------|-----------|----------|-----------|--------|------|-----------|-----------|---------|---------|------|------|--------|--------|---------|----------|----------|-------|-----------|--------|---|
| 1 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | |
| Sk. CYANOBACTERIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kl. Cyanophyceae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eil. Chroococcales | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Šm. Synechococcaceae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Aphanothece</i> cf. <i>clathrata</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | |
| <i>A. elabens</i> | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>A. cf. minutissima</i> | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>A. stagnina</i> | | | | | | | | 1 | | | | | | | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | |
| cf. <i>Cyanobium diatomicola</i> | 1 | | | | | | 1 | 1 | | 1 | | 1 | 1 | 1 | | | 1 | | | | | 1 | | 1 | | | 1 | 2 | 1 |
| Šm. Merismopediaceae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Aphanocapsa incerta</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>A. parasitica</i> | | | | | | | | 1 | | | | | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Merismopedia glauca</i> | | | 2 | | 1 | | 1 | | | | | | 1 | 1 | | | 1 | | | | | | 1 | | | | | | 1 |
| <i>M. punctata</i> | 1 | | 2 | | 1 | | 1 | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | | | 1 | | 1 | | | | | 1 |
| <i>M. tenuissima</i> | 1 | | 2 | | 1 | | 1 | 1 | | | | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | | | | | 1 | | | | | | 1 |
| <i>Microcrocis obvoluta</i> | | | | | 1 | | | 1 | | | | | | | | | 1 | | | | | | | 1 | | 1 | | | |
| Šm. Microcystaceae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Eucapsis alpina</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Gloeocapsa</i> cf. <i>alpina</i> | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Šm. Chroococcaceae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Chroococcus aphanocapsoides</i> | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| <i>C. dispersus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>C. limneticus</i> | | | | 1 | 1 | | | 1 | | 1 | | | | 1 | | 1 | | | | | | | 1 | | | | | | |
| <i>C. minimus</i> | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | 1 | | | | | | | | | | | |
| <i>C. minor</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>C. minutus</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>C. turgidus</i> | | | | | 1 | | | 1 | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Chroococcus</i> sp. | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | 1 | | | 1 | | |
| cf. <i>Gloeocapsopsis</i> sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Šm. Entophysalidaceae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Chlorogloea microcystoides</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Šm. Hydrococcaceae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Hydrococcus cesatii</i> | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| <i>H. rivularis</i> | 1 | | | | | | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | 1 | | | | | | | |

3 lentelė (tęsinys)

| 1 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 |
|--|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <i>Cladophora glomerata</i> | 3 | | | 3 | | | 3 | 4 | | | 3 | 3 | | 3 | 4 | 1 | 1 | | 4 | 3 | 3 | | 3 | | | 3 | 4 | 3 |
| <i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i> | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 2 | | | | | | | | | | |
| Kl. Pleurastrrophyceae (Trebouxiophyceae) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eil. Microthamniales | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Šm. <i>Microthamniaceae</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Microthamnion kuetzingianum</i> | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | |
| Kl. Klebsormidiophyceae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eil. Coleochaetales | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Šm. <i>Coleochaetaceae</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Coleochaete orbicularis</i> | | | | | 1 | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | | |
| <i>C. scutata</i> | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | |
| Kl. Zygnematophyceae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eil. Zygnematales | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Šm. <i>Zygnemataceae</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Mougeotia</i> sp.1 | | | | | | | | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Mougeotia</i> sp.2 | | | | 1 | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | |
| <i>Mougeotia</i> sp.3 | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Spirogyra</i> sp.1 | | | | 1 | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | |
| <i>Spirogyra</i> sp.2 | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | 1 | | |
| <i>Spirogyra</i> sp.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Spirogyra</i> sp.4 | | | | | 1 | | | 1 | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Spirogyra</i> sp.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Spirogyra</i> sp.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | 1 | | | | | | | | | | |
| <i>Spirogyra</i> sp.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Zygnema</i> sp. | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eil. Desmidiáles | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Šm. <i>Closteriaceae</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Closterium</i> cf. <i>acutum</i> | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>C. ehrenbergii</i> var. <i>malinvernianum</i> | | | | | | | | | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | | | | | | | 1 | | 1 |
| <i>C. kuetzingii</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>C. cf. lineatum</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>C. moniliferum</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | | | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>C. parvulum</i> | 1 | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | | 1 | | 1 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | 1 | | |
| <i>C. strigosum</i> | | | | 1 | | | | | | 1 | | 1 | 1 | | | | 1 | | | | | | 1 | | | 1 | | 1 |
| <i>Closterium</i> sp. | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | |

3 lentelė (tęsinys)

| 1 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <i>P. retzii</i> | | | | | | | | | | | | | | | 3 | 1 | | | | 3 | | | 3 | | 3 | |
| <i>P. stagninum</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | |
| <i>P. subfuscum</i> | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | |
| <i>P. terebriforme</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | | | 1 | 1 | | | | | | | | 1 | 1 | | | | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>P. tergestinum</i> | 1 | 1 | 1 | | | | | 1 | | | | | 1 | | 1 | | | | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| <i>P. tinctorium</i> | 1 | 1 | | | | 1 | | | | 3 | | | | | 1 | | 1 | 1 | 3 | 3 | | 1 | | | | |
| <i>P. uncinatum</i> | | | | | | 3 | | | | 3 | | | | | | 3 | | | 1 | 3 | | 3 | 3 | | 1 | 4 |
| <i>Phormidium</i> sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Šm. <i>Oscillatoriaceae</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| cf. <i>Blennothrix heterotricha</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Homoeothrix juliana</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Lyngbya hieronymusii</i> | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Oscillatoria limosa</i> | 1 | 1 | | | | | | 1 | | 1 | | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | | 1 | | | | | | | |
| <i>O. ornata</i> | | | | | | | | 1 | | | 1 | 1 | | | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | | |
| Eil. <i>Nostocales</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Šm. <i>Nostocaceae</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Nostoc pruniforme</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 |
| <i>Nostoc</i> sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Šm. <i>Anabaenaceae</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cylindrospermum michailovskoense</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Šm. <i>Scytonemataceae</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Scytonema crispum</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Tolypothrix tenuis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 |
| Šm. <i>Rivulariaceae</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Calothrix columbiana</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>C. cf. fusca</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>C. ramenskii</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Gloeotrichia natans</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Rivularia dura</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 |
| Sk. RHODOPHYTA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kl. <i>Rhodophyceae</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eil. <i>Goniotrichales</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Šm. <i>Goniotrichaceae</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Chroodactylon ornatum</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eil. <i>Acrochaetiales</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Šm. <i>Acrochaetiaceae</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Audouinella chalybea</i> | | | | | | 2 | | | | | | | 3 | | | | | | | 3 | 1 | 1 | | | | 3 |
| <i>A. hermannii</i> | | | | | | 2 | | | | | | | | | | | 4 | | | | | | | | | 3 |
| <i>A. pygmaea</i> | | | | | | 3 | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Audouinella</i> sp. | 3 | | 1 | | 1 | | | | | | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | | | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 |

4 lentelė. Makrodumblių projekcinis padengimas (%) pirmo ir antro tipo Lietuvos upėse.

| Rušis | Pirmo tipo upė | | | | | | | | | | | | | | | | | Antro tipo upė | | | | | | | | | | |
|--|----------------|---------|----------|---------|-------|---------|------------|---------|------|--------|-------|----------------|----------|-----------|---------|--------------|---------|----------------|------|------|---------|------|---------|-----------|--------|--------|--------|---------|
| | Armona | Ašva II | Beržupis | Bubinas | Gauja | Kamatis | Kiršinas I | Nikajus | Notė | Pelyša | Saria | Suraižos upelė | Šaltuona | Vėiviržas | Virinta | Žemoji Gervė | Apasčia | Baltoji Ančia | Jūra | Mūša | Nevezis | Nova | Ringuva | Siesartis | Strėva | Šalčia | Šyša I | Šyša II |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| <i>Audouinella chalybea</i> ² | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>A. hermannii</i> | 10 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 5 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>A. pygmaea</i> ² | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Audouinella sp.</i> ² | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Batrachospermum arcuatum</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>B. gelatinosum</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Chaetophora elegans</i> ² | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>C. incrassata</i> ² | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Cylindrospermum michailovskoense</i> ² | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Cladophora glomerata</i> | 20 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 30 | 5 | 5 | 1 | 5 | 15 | 1 | 15 | 20 | 5 | 5 | 5 | 1 | 5 | 5 | 20 | 5 | 5 | 0 | 1 |
| <i>Draparnaldia acuta</i> ² | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Geitlerinema splendidum</i> ² | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 5 | 1 | 1 | 5 | 5 | 0 | 5 | 1 |
| <i>Heteroleibleinia ucrainica</i> ² | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 5 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1 | 5 |
| <i>Hildenbrandia rivularis</i> | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 | 5 | 15 | 0 | 50 | 5 | 1 | 0 | 40 | 5 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 1 | 20 | 0 | 0 |
| <i>Komvophoron schmidlei</i> | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 5 | 0 | 5 | 1 | 0 | 0 |
| <i>Merismopedia glauca</i> | 0 | 1 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Microcoleus subtorulosus</i> ¹ | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Nostoc pruniforme</i> ² | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Oedogonium sp.</i> ² | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 |
| <i>Oedogonium sp.</i> ³ | 1 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 5 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 |
| <i>Oscillatoria limosa</i> ² | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>O. omata</i> | 5 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 5 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |

4 lentelė (tęsinys)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
|---|---|----|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <i>Phormidium amoenum</i> ² | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 5 | 0 |
| <i>P. autumnale</i> ¹ | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 0 | 1 | 1 | 5 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| <i>P. cf. chalybeum</i> ² | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>P. cf. corium</i> ² | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>P. retzii</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>P. stagninum</i> ² | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>P. subfuscum</i> ² | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>P. tinctorium</i> ¹ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 1 | 0 | 0 |
| <i>P. uncinatum</i> | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i> ² | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 5 |
| <i>Rivularia dura</i> ² | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Spirogyra</i> sp. ₂ | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Spirogyra</i> sp. ₆ ² | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Spirogyra</i> sp. ₇ ² | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Stigeoclonium tenue</i> ² | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Thorea hispida</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Ulva flexuosa</i> ² | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Vaucheria sessilis</i> | 5 | 50 | 5 | 0 | 1 | 5 | 1 | 10 | 5 | 0 | 5 | 1 | 0 | 5 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 5 | 0 | 0 | 0 |

5 lentelė. Makrodumblių projekcinis padengimas (%) trečio ir penkto tipo Lietuvos upėse.

| Rūšis | Trečio tipo upė | | | | | | | | | | | | | | | | Penkto tipo upė | | | |
|---|-----------------|-------|-------------|--------------|---------|-----------|----------|---------|-----------|----------|-------|--------|-----------|------------|--------|------------|-----------------|-----------|---------|---------|
| | Aitra | Ančia | Babrungas I | Babrungas II | Bartuva | Dotnuvėlė | Kražantė | Laukesa | Mera-Kūna | Merkys I | Šušvė | Tatula | Varduva I | Varduva II | Verknė | Verseka II | Merkys II | Nemunėlis | Šešuvis | Žeimena |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
| <i>Audouinella chalybea</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 5 | 1 | 0 | 0 | 1 | 5 |
| <i>A. hermannii</i> | 1 | 1 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>A. pygmaea</i> | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 |
| <i>Audouinella</i> sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Batrachospermum arcuatum</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>B. gelatinosum</i> | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Chaetophora elegans</i> | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| <i>C. incrassata</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| <i>Cylindrospermum michailovskoense</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Cladophora glomerata</i> | 40 | 70 | 40 | 50 | 1 | 5 | 5 | 30 | 0 | 5 | 10 | 50 | 0 | 15 | 30 | 30 | 5 | 1 | 60 | 30 |
| <i>Draparnaldia acuta</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Geitlerinema splendidum</i> | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Heteroleibleinia ucrainica</i> | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Hildenbrandia rivularis</i> | 0 | 5 | 35 | 40 | 0 | 0 | 0 | 10 | 5 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 30 | 5 | 0 | 0 | 5 |
| <i>Komvophoron schmidlei</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Merismopedia glauca</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Microcoleus subtorulosus</i> | 0 | 1 | 5 | 0 | 0 | 0 | 10 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Nostoc pruniforme</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| <i>Oedogonium</i> sp. ₂ | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Oedogonium</i> sp. ₃ | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 10 | 1 |
| <i>Oscillatoria limosa</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 |
| <i>O. ornata</i> | 5 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 15 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Phormidium amoenum</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>P. autumnale</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 5 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 10 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| <i>P. cf. chalybeum</i> | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>P. cf. corium</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>P. retzii</i> | 0 | 10 | 5 | 0 | 5 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 1 | 5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 5 |
| <i>P. stagninum</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>P. subfuscum</i> | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>P. tinctorium</i> | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 1 | 0 | 5 | 0 | 1 | 0 | 5 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>P. uncinatum</i> | 0 | 15 | 1 | 5 | 0 | 0 | 10 | 1 | 0 | 5 | 5 | 0 | 0 | 5 | 5 | 5 | 1 | 1 | 5 | 1 |

5 lentelė (tęsinys)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
|------------------------------------|----|----|---|---|----|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| <i>Rivularia dura</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| <i>Spirogyra</i> sp.2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Spirogyra</i> sp.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 |
| <i>Spirogyra</i> sp.7 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Stigeoclonium tenue</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Thorea hispida</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 45 | 0 |
| <i>Ulva flexuosa</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 |
| <i>Vaucheria sessilis</i> | 10 | 0 | 5 | 1 | 1 | 5 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 40 | 1 | 1 | 5 | 5 | 0 | 0 | 1 | 5 |

6 lentelė. Tirtų Lietuvos upių morfometriniai, hidrofizikiniai rodikliai, nustatyti *in situ* ir dumblių ekologinės grupės.

| Upė | Tirta atkarpa | | Srovės greitis, balais | Vandens drumstumas, balais | Vandens skaidrumas, (id)/ne | Upės vingiuotumas, balais | Upės natūralumas, balais | Užpavėsinimas | | Substratas, % | | | | | | Dumblių ekologinė grupė | | | | | | | | |
|---------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------|-------|-------------------|-----------|--------|-----------------------|---------------------|----------|-------------------------|------------|-------------|-----------|-----------|-------------|--------------|------------|---------------------------|
| | plotis (vidutinis), m | gylis, (vidutinis), m | | | | | | % | balai | Dumblingas smėlis | Priemolis | Smėlis | Žvirgždas, iki 6 cm Ø | Rieduliai, > 6 cm Ø | Mergelis | Meroplanktoninė | Endofitinė | Epidendrinė | Epifitinė | Epilitinė | Epipelitinė | Epipsamitinė | Epizoitinė | Antropogeninis substratas |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| Aitra | 5,0 | 0,40 | 4 | 1 | taip | 2 | 3 | 20–50 | 4 | 5 | 0 | 0 | 90 | 5 | 0 | + | + | + | + | + | + | + | - | - |
| Akmėna-Danė | 7,0 | 0,90 | 5 | 3 | ne | 2 | 3 | 0 | 1 | 10 | 0 | 90 | 0 | 0 | 0 | + | - | - | + | - | + | - | - | - |
| Alkupis | 1,8 | 0,15 | 1 | 1 | ne | 1 | 0 | 0 | 1 | 95 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | + | - | - | + | + | + | + | - | - |
| Ančia | 10,0 | 0,45 | 4 | 1 | taip | 1 | 3 | 25–50 | 4 | 5 | 0 | 10 | 20 | 35 | 30 | + | - | - | + | + | + | + | - | - |
| Apaščia | 12,0 | 0,35 | 4 | 1 | taip | 1 | 3 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | + | - | - | + | + | + | - | - | - |
| Armona | 5,0 | 0,50 | 5 | 1 | taip | 1 | 3 | > 50 | 3 | 5 | 0 | 10 | 50 | 35 | 0 | - | - | + | + | + | + | + | - | - |
| Ašva I | 6,0 | 0,70 | 1 | 2 | ne | 1 | 1 | 25–50 | 4 | 95 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | + | - | - | + | - | + | - | - | - |
| Ašva II | 6,0 | 0,20 | 3 | 1 | taip | 0 | 0 | 0 | 1 | 5 | 0 | 40 | 50 | 5 | 0 | + | - | + | + | + | + | + | - | - |
| Babrunas I | 10,0 | 0,40 | 5 | 1 | taip | 2 | 3 | iki 25 | 3 | 5 | 0 | 10 | 40 | 40 | 5 | + | + | - | + | + | + | + | - | - |
| Babrunas II | 13,5 | 0,20 | 5 | 1 | taip | 2 | 3 | 0 | 2 | 5 | 0 | 10 | 20 | 65 | 0 | + | + | - | + | + | + | + | - | - |
| Baltoji Ančia | 16,0 | 1,00 | 5 | 1 | taip | 1 | 3 | < 25 | 3 | 5 | 0 | 10 | 20 | 75 | 0 | - | - | - | + | + | + | + | - | - |
| Bartuva | 17,0 | 1,20 | 1 | 2 | ne | 1 | 3 | 0 | 1 | 5 | 0 | 60 | 30 | 5 | 0 | + | - | - | + | + | + | + | - | - |
| Beržupis | 3,5 | 0,20 | 5 | 1 | taip | 3 | 3 | 25–50 | 4 | 10 | 0 | 50 | 40 | 0 | 0 | - | - | + | + | + | - | + | - | - |
| Bubinas | 4,0 | 0,25 | 4 | 1 | taip | 2 | 3 | > 60 | 5 | 0 | 25 | 0 | 15 | 60 | 0 | + | - | - | + | + | + | - | - | - |
| Dysna | 9,0 | 1,50 | 4 | 2 | ne | 1 | 3 | 25–50 | 2 | 50 | 0 | 50 | 0 | 0 | 0 | + | - | - | + | - | + | - | - | - |
| Dotnuvėlė | 4,0 | 0,70 | 3 | 2 | ne | 2 | 3 | 0 | 3 | 10 | 0 | 85 | 5 | 0 | 0 | + | - | + | + | + | + | + | - | - |
| Dubysa | 15,0 | 1,00 | 4 | 3 | ne | 1 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 10 | 90 | 0 | 0 | + | - | - | + | - | + | - | - | - |
| Gauja | 7,0 | 0,70 | 5 | 1 | taip | 3 | 3 | 0 | 4 | 10 | 0 | 70 | 0 | 20 | 0 | + | - | - | + | + | + | + | - | - |
| Jara-Šetekšna | 10,0 | 1,50 | 3 | 2 | ne | 2 | 3 | 40 | 3 | 10 | 0 | 90 | 0 | 0 | 0 | + | - | - | + | - | + | + | - | - |
| Jūra | 13,0 | 0,70 | 4 | 2 | ne | 1 | 3 | < 25 | 2 | 0 | 0 | 20 | 45 | 35 | 0 | - | - | - | + | + | + | - | - | - |
| Jūrė | 4,0 | 0,70 | 1 | 1 | taip | 2 | 3 | 95 | 4 | 20 | 0 | 80 | 0 | 0 | 0 | - | - | - | + | - | - | - | - | - |
| Kamatis | 1,0 | 0,30 | 1 | 1 | taip | 0 | 0 | > 50 | 5 | 5 | 95 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - | - | + | - | + | + | - | - |

6 lentelė (tesinys)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
|----------------|------|------|---|---|------|---|---|-------|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Kiršinas I | 3,0 | 0,45 | 1 | 2 | ne | 0 | 0 | < 25 | 1 | 95 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | + | - | - | + | + | + | + | - | - |
| Kiršinas II | 5,0 | 0,45 | 1 | 2 | taip | 1 | 3 | < 25 | 2 | 0 | 98 | 0 | 0 | 2 | 0 | + | - | - | + | - | + | - | - | - |
| Kražantė | 10,0 | 0,70 | 5 | 1 | taip | 2 | 3 | < 25 | 2 | 10 | 0 | 0 | 50 | 40 | 0 | - | - | - | + | + | + | - | - | - |
| Laukesa | 10,0 | 0,25 | 4 | 1 | taip | 2 | 3 | > 50 | 4 | 0 | 0 | 5 | 90 | 5 | 0 | + | - | - | + | + | + | + | - | - |
| Lokysta | 5,0 | 0,70 | 4 | 2 | ne | 1 | 3 | 70 | 3 | 5 | 0 | 95 | 0 | 0 | 0 | - | - | - | + | - | + | - | - | - |
| Mera-Kūna | 9,0 | 0,60 | 3 | 1 | taip | 1 | 3 | > 50 | 5 | 10 | 0 | 85 | 5 | 0 | 0 | + | - | - | + | + | + | - | - | - |
| Merkys I | 10,0 | 0,45 | 5 | 1 | taip | 1 | 3 | > 50 | 3 | 0 | 0 | 10 | 80 | 10 | 0 | + | - | - | + | + | + | - | - | - |
| Merkys II | 20,0 | 0,80 | 5 | 1 | taip | 1 | 3 | < 25 | 3 | 10 | 0 | 65 | 25 | 0 | 0 | - | - | - | + | + | + | - | - | - |
| Minija | 21,0 | 2,00 | 5 | 3 | ne | 3 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | + | - | - | + | - | + | - | - | - |
| Mūša | 8,0 | 0,70 | 3 | 1 | taip | 0 | 0 | 0 | 4 | 10 | 0 | 0 | 90 | 0 | 0 | - | - | + | + | - | + | - | - | - |
| Nemunėlis | 30,0 | 1,50 | 3 | 1 | ne | 1 | 3 | 0 | 1 | 5 | 15 | 0 | 50 | 30 | 0 | + | + | - | + | + | + | - | - | - |
| Nevežis | 20,0 | 1,50 | 1 | 2 | ne | 1 | 3 | 60 | 3 | 50 | 0 | 45 | 5 | 0 | 0 | + | - | - | + | + | + | + | - | - |
| Nikajus | 5,0 | 0,20 | 4 | 1 | taip | 1 | 0 | < 25 | 3 | 10 | 0 | 5 | 70 | 15 | 0 | + | + | - | + | + | + | + | - | - |
| Notė | 4,0 | 0,15 | 4 | 2 | taip | 2 | 3 | 95 | 5 | 0 | 0 | 70 | 20 | 10 | 0 | + | + | - | + | + | + | + | - | + |
| Nova | 5,0 | 0,45 | 4 | 2 | taip | 3 | 3 | 60 | 3 | 5 | 0 | 20 | 70 | 5 | 0 | - | - | - | + | + | + | - | - | - |
| Pelyša | 5,0 | 0,20 | 5 | 1 | taip | 3 | 3 | 60 | 4 | 0 | 0 | 95 | 5 | 0 | 0 | - | - | - | + | + | + | - | - | - |
| Peteša | 4,0 | 1,00 | 3 | 1 | ne | 3 | 3 | 0 | 2 | 50 | 0 | 50 | 0 | 0 | 0 | + | - | - | + | - | + | - | - | - |
| Ringuva | 8,0 | 0,70 | 3 | 1 | ne | 1 | 1 | 20 | 2 | 35 | 0 | 60 | 5 | 0 | 0 | + | - | - | + | - | + | + | - | - |
| Rudamina | 6,0 | 1,50 | 4 | 2 | ne | 3 | 3 | 0 | 1 | 50 | 0 | 50 | 0 | 0 | 0 | - | - | - | + | - | + | - | - | - |
| Salantas | 6,0 | 0,20 | 1 | 1 | taip | 2 | 3 | 95 | 5 | 0 | 30 | 0 | 30 | 40 | 0 | - | - | - | + | - | + | - | - | - |
| Saria | 6,0 | 0,30 | 4 | 1 | taip | 1 | 3 | 40 | 4 | 35 | 0 | 60 | 0 | 5 | 0 | + | - | - | + | + | + | + | - | - |
| Siesartis | 7,0 | 0,70 | 4 | 1 | taip | 3 | 3 | 70 | 3 | 15 | 0 | 80 | 5 | 0 | 0 | - | - | - | + | + | + | + | - | - |
| Strėva | 19,0 | 0,80 | 5 | 3 | ne | 2 | 3 | 50 | 3 | 5 | 5 | 80 | 10 | 0 | 0 | - | - | + | + | + | + | + | - | - |
| Suraižos upelė | 2,0 | 0,12 | 5 | 1 | taip | 3 | 3 | 25–50 | 4 | 5 | 0 | 45 | 50 | 0 | 0 | + | - | - | + | + | + | + | - | - |
| Šalčia | 24,0 | 0,70 | 4 | 2 | taip | 1 | 3 | 40 | 2 | 5 | 0 | 50 | 0 | 45 | 0 | - | - | - | + | + | + | - | - | - |
| Šaltuona | 6,0 | 0,60 | 4 | 2 | ne | 1 | 3 | 25–30 | 4 | 10 | 0 | 60 | 30 | 0 | 0 | + | - | - | + | + | + | - | - | - |
| Šeškinė | 1,0 | 0,20 | 1 | 1 | taip | 0 | 0 | 95 | 2 | 20 | 0 | 80 | 0 | 0 | 0 | + | - | - | + | - | + | - | - | - |
| Šešupė | 9,0 | 1,50 | 2 | 2 | ne | 1 | 3 | 0 | 1 | 50 | 0 | 50 | 0 | 0 | 0 | + | - | - | + | - | + | - | - | - |
| Šešuvis | 13,0 | 0,50 | 4 | 1 | taip | 0 | 1 | 0 | 2 | 5 | 0 | 35 | 20 | 40 | 0 | + | - | + | + | + | + | + | - | + |
| Širvinta | 9,0 | 1,00 | 1 | 3 | ne | 1 | 3 | 70 | 3 | 3 | 0 | 95 | 0 | 2 | 0 | + | - | - | + | - | + | - | - | - |

6 lentelė (tęsinys)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
|--------------|------|------|---|---|------|---|---|--------|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Šyša I | 11,0 | 1,00 | 2 | 1 | ne | 1 | 3 | < 25 | 2 | 30 | 0 | 70 | 0 | 0 | 0 | + | - | - | + | - | + | - | - | - |
| Šyša II | 16,0 | 1,50 | 2 | 1 | ne | 0 | 3 | 50 | 1 | 20 | 0 | 80 | 0 | 0 | 0 | + | - | - | + | - | + | - | - | - |
| Šušvė | 18,0 | 0,60 | 4 | 2 | ne | 1 | 3 | 0 | 2 | 5 | 0 | 20 | 20 | 55 | 0 | - | - | + | + | + | + | - | - | - |
| Šventoji I | 20,0 | 2,50 | 3 | 1 | taip | 3 | 3 | < 25 | 2 | 20 | 0 | 80 | 0 | 0 | 0 | - | - | - | + | - | + | - | - | - |
| Šventoji II | 28,0 | 1,00 | 3 | 1 | ne | 3 | 3 | 0 | 1 | 20 | 0 | 80 | 0 | 0 | 0 | + | - | - | + | - | + | - | - | - |
| Tatula | 11,0 | 0,50 | 5 | 1 | taip | 1 | 3 | 25-50 | 4 | 5 | 0 | 0 | 90 | 5 | 0 | + | - | - | + | + | + | + | - | - |
| Varduva I | 20,0 | 2,00 | 1 | 2 | ne | 2 | 1 | iki 25 | 2 | 90 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | + | - | - | + | - | + | + | - | - |
| Varduva II | 15,0 | 0,50 | 5 | 1 | taip | 2 | 3 | 50 | 3 | 0 | 0 | 10 | 10 | 80 | 0 | + | - | - | + | + | + | + | + | - |
| Veiviržas | 9,0 | 0,20 | 4 | 1 | taip | 1 | 3 | > 50 | 4 | 0 | 0 | 10 | 20 | 70 | 0 | + | - | - | + | + | + | + | - | - |
| Venta I | 23,0 | 1,50 | 3 | 2 | ne | 1 | 3 | 0 | 1 | 20 | 0 | 80 | 0 | 0 | 0 | + | - | - | + | - | + | - | - | - |
| Venta II | 50,0 | 2,00 | 2 | 3 | ne | 2 | 3 | 0 | 1 | 85 | 0 | 10 | 5 | 0 | 0 | + | - | - | + | + | + | + | - | - |
| Verknė | 14,0 | 0,70 | 4 | 2 | ne | 2 | 3 | 0 | 2 | 5 | 0 | 30 | 25 | 40 | 0 | - | - | - | + | + | + | + | - | - |
| Verseka I | 8,0 | 0,40 | 3 | 1 | taip | 3 | 3 | 80 | 4 | 15 | 0 | 80 | 5 | 0 | 0 | - | - | - | + | - | + | - | - | - |
| Verseka II | 11,0 | 0,50 | 5 | 1 | taip | 3 | 3 | 0 | 4 | 0 | 0 | 15 | 80 | 5 | 0 | + | - | - | + | + | + | + | + | - |
| Virinta | 5,0 | 1,20 | 3 | 1 | taip | 2 | 3 | 25-50 | 4 | 5 | 0 | 85 | 0 | 10 | 0 | + | - | + | + | + | + | + | - | - |
| Visinčia | 4,5 | 1,50 | 5 | 1 | taip | 3 | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | + | - | - | + | - | + | - | - | - |
| Žeimena | 29,0 | 0,95 | 5 | 1 | taip | 2 | 3 | 0 | 1 | 5 | 0 | 5 | 0 | 90 | 0 | + | + | - | + | + | + | + | - | - |
| Žemoji Gervė | 4,0 | 0,20 | 4 | 2 | taip | 0 | 1 | 25-50 | 2 | 0 | 65 | 0 | 5 | 30 | 0 | + | + | - | + | + | + | - | - | + |

(id)/ne – vandens skaidrumas iki dugno/ne; „+“ – dumbliai rasti, mėginys paimtas; „-“ – dumbliai nerasti, mėginys nepaimtas.



1 pav. Maža lētos tēkmēs upē (M_L) – Kірšinas I (2009 m.).



2 pav. Vidutinē greitos tēkmēs upē (V_{GR}) – Veiviržas (2009 m.).



3 pav. Didelē lētos–greitos tēkmēs upē (D_{L-GR}) – Baltoji Ančia (2009 m.).



4 pav. Didelē lētos tēkmēs upē (D_L) – Venta I (2009 m.).

7 lentelė. Mažų lėtos tėkmės upių (M_L) fitobentos panašumas pagal Sorenseno indeksą.

| | Alkūpis | Kamatis | Kiršinas I | Salantas | Šeškinė |
|------------|---------|---------|------------|----------|---------|
| Alkūpis | | | | | |
| Kamatis | 45 | | | | |
| Kiršinas I | 50 | 39 | | | |
| Salantas | 32 | 32 | 38 | | |
| Šeškinė | 58 | 32 | 38 | 36 | |

8 lentelė. Vidutinių greitos tėkmės upių (V_{GR}) fitobentos panašumas pagal Sorenseno indeksą.

| | Ašva II | Babrunas I | Babrunas II | Beržupis | Bubinas | Laukesa | Nikajus | Notė | Pelyša | Saria | Suraižos upelė | Tatula | Varduva II | Veiviržas | Verseka II | Žemoji Gervė |
|----------------|---------|------------|-------------|----------|---------|---------|---------|------|--------|-------|----------------|--------|------------|-----------|------------|--------------|
| Ašva II | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Babrunas I | 54 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Babrunas II | 70 | 60 | | | | | | | | | | | | | | |
| Beržupis | 39 | 44 | 41 | | | | | | | | | | | | | |
| Bubinas | 35 | 35 | 38 | 47 | | | | | | | | | | | | |
| Laukesa | 60 | 69 | 67 | 38 | 27 | | | | | | | | | | | |
| Nikajus | 50 | 58 | 50 | 43 | 31 | 45 | | | | | | | | | | |
| Notė | 47 | 59 | 50 | 51 | 43 | 50 | 44 | | | | | | | | | |
| Pelyša | 38 | 47 | 40 | 50 | 47 | 38 | 38 | 56 | | | | | | | | |
| Saria | 47 | 57 | 49 | 57 | 40 | 47 | 48 | 51 | 46 | | | | | | | |
| Suraižos upelė | 41 | 46 | 45 | 43 | 44 | 48 | 42 | 58 | 58 | 52 | | | | | | |
| Tatula | 41 | 52 | 43 | 39 | 40 | 43 | 35 | 50 | 49 | 46 | 51 | | | | | |
| Varduva II | 61 | 55 | 62 | 44 | 33 | 59 | 48 | 45 | 47 | 54 | 53 | 46 | | | | |
| Veiviržas | 59 | 53 | 63 | 55 | 49 | 55 | 48 | 68 | 51 | 57 | 53 | 58 | 61 | | | |
| Verseka II | 47 | 54 | 47 | 42 | 43 | 47 | 37 | 61 | 56 | 47 | 49 | 55 | 45 | 56 | | |
| Žemoji Gervė | 42 | 50 | 43 | 45 | 35 | 36 | 55 | 56 | 39 | 46 | 43 | 24 | 40 | 60 | 47 | |

9 lentelė. Didelių lėtos–greitos tėkmės upių (D_{L-GR}) fitobentos panašumas pagal Sorenseno indeksą.

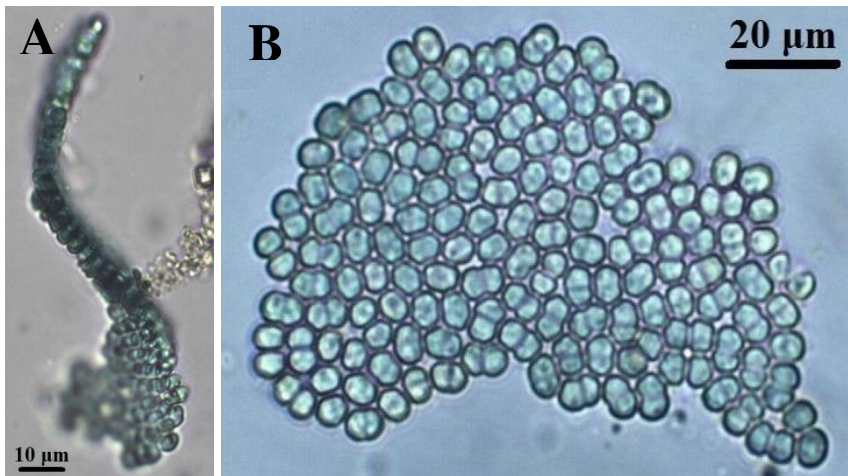
| | Aitra | Akmėna-Danė | Ančia | Apaščia | Armona | Baltoji Ančia | Dysna | Dotnuvėlė | Dubysa | Gauja | Jara-Šetekšna | Jūra | Kražantė | Lokysta | Mera-Kūna | Merkys I | Merkys II | Minija | Mūša | Nova | Peteša | Ringuva | Rudamina | Siesartis | Strėva | |
|-------------|-------|-------------|-------|---------|--------|---------------|-------|-----------|--------|-------|---------------|------|----------|---------|-----------|----------|-----------|--------|------|------|--------|---------|----------|-----------|--------|---|
| Aitra | / | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ak.-Danė | 34 | / | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ančia | 65 | 26 | / | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Apaščia | 52 | 28 | 63 | / | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Armona | 70 | 34 | 60 | 55 | / | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Balt. Ančia | 44 | 29 | 41 | 32 | 56 | / | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dysna | 41 | 30 | 38 | 42 | 34 | 26 | / | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dotnuvėlė | 52 | 46 | 41 | 39 | 44 | 43 | 34 | / | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dubysa | 33 | 33 | 28 | 30 | 37 | 32 | 6 | 45 | / | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gauja | 38 | 34 | 26 | 27 | 42 | 33 | 29 | 44 | 40 | / | | | | | | | | | | | | | | | | |
| J.-Šetekšna | 49 | 39 | 51 | 50 | 46 | 30 | 45 | 38 | 19 | 43 | / | | | | | | | | | | | | | | | |
| Jūra | 50 | 34 | 57 | 51 | 53 | 46 | 26 | 46 | 43 | 29 | 37 | / | | | | | | | | | | | | | | |
| Kražantė | 50 | 30 | 55 | 58 | 54 | 40 | 22 | 45 | 48 | 35 | 35 | 61 | / | | | | | | | | | | | | | |
| Lokysta | 41 | 24 | 34 | 34 | 36 | 25 | 27 | 31 | 19 | 31 | 33 | 37 | 33 | / | | | | | | | | | | | | |
| Mera-Kūna | 42 | 31 | 47 | 49 | 48 | 31 | 31 | 41 | 33 | 38 | 43 | 43 | 32 | 29 | / | | | | | | | | | | | |
| Merkys I | 46 | 30 | 48 | 36 | 50 | 60 | 27 | 50 | 41 | 35 | 27 | 48 | 58 | 13 | 32 | / | | | | | | | | | | |
| Merkys II | 43 | 38 | 57 | 47 | 46 | 45 | 24 | 59 | 48 | 37 | 33 | 56 | 62 | 29 | 49 | 62 | / | | | | | | | | | |
| Minija | 58 | 35 | 58 | 55 | 54 | 26 | 38 | 43 | 28 | 39 | 52 | 53 | 49 | 49 | 44 | 27 | 41 | / | | | | | | | | |
| Mūša | 57 | 41 | 60 | 58 | 60 | 39 | 43 | 55 | 35 | 27 | 45 | 63 | 53 | 34 | 50 | 37 | 53 | 54 | / | | | | | | | |
| Nova | 46 | 48 | 42 | 39 | 50 | 50 | 44 | 44 | 24 | 47 | 47 | 43 | 47 | 38 | 38 | 53 | 53 | 34 | 49 | / | | | | | | |
| Peteša | 29 | 27 | 25 | 27 | 24 | 32 | 33 | 32 | 31 | 26 | 38 | 42 | 23 | 44 | 33 | 23 | 36 | 29 | 35 | 39 | / | | | | | |
| Ringuva | 38 | 24 | 66 | 62 | 65 | 43 | 43 | 45 | 22 | 36 | 54 | 52 | 44 | 43 | 47 | 33 | 52 | 62 | 62 | 44 | 35 | / | | | | |
| Rudamina | 24 | 17 | 18 | 13 | 24 | 27 | 23 | 27 | 21 | 33 | 24 | 28 | 29 | 30 | 21 | 29 | 25 | 17 | 26 | 33 | 32 | 18 | / | | | |
| Siesartis | 51 | 44 | 46 | 52 | 43 | 41 | 36 | 62 | 29 | 42 | 48 | 49 | 49 | 34 | 39 | 49 | 44 | 41 | 54 | 61 | 35 | 49 | 30 | / | | |
| Strėva | 62 | 30 | 63 | 53 | 68 | 49 | 34 | 57 | 33 | 38 | 38 | 54 | 55 | 37 | 46 | 51 | 55 | 48 | 65 | 43 | 25 | 57 | 24 | 56 | / | |
| Šalčia | 44 | 28 | 43 | 45 | 47 | 51 | 29 | 42 | 31 | 32 | 41 | 61 | 39 | 42 | 60 | 44 | 53 | 46 | 46 | 49 | 47 | 49 | 32 | 50 | 52 | / |
| Šaltuona | 51 | 45 | 47 | 42 | 58 | 60 | 38 | 51 | 33 | 39 | 41 | 60 | 49 | 32 | 50 | 53 | 53 | 38 | 61 | 59 | 38 | 49 | 29 | 45 | 45 | / |
| Šešuvis | 55 | 28 | 56 | 53 | 55 | 47 | 29 | 44 | 30 | 34 | 45 | 49 | 48 | 19 | 42 | 45 | 42 | 49 | 58 | 31 | 31 | 49 | 23 | 39 | 59 | / |
| Šušvė | 55 | 41 | 64 | 62 | 41 | 35 | 47 | 65 | 34 | 30 | 46 | 54 | 64 | 33 | 48 | 55 | 67 | 55 | 69 | 45 | 39 | 53 | 24 | 60 | 67 | / |
| Verknė | 56 | 38 | 59 | 44 | 56 | 45 | 33 | 53 | 42 | 42 | 37 | 47 | 55 | 31 | 52 | 55 | 63 | 52 | 48 | 47 | 32 | 51 | 16 | 43 | 60 | / |
| Verseka I | 38 | 7 | 35 | 31 | 42 | 39 | 24 | 33 | 24 | 33 | 30 | 33 | 24 | 46 | 42 | 18 | 37 | 39 | 36 | 33 | 32 | 48 | 33 | 24 | 38 | / |
| Virinta | 58 | 35 | 52 | 39 | 58 | 60 | 35 | 60 | 39 | 34 | 41 | 53 | 49 | 38 | 47 | 58 | 61 | 38 | 57 | 49 | 38 | 49 | 29 | 45 | 59 | / |
| Visinčia | 43 | 29 | 54 | 44 | 47 | 42 | 42 | 42 | 27 | 43 | 47 | 48 | 48 | 37 | 52 | 39 | 56 | 45 | 60 | 43 | 37 | 48 | 39 | 36 | 54 | / |
| Žeimena | 45 | 30 | 55 | 46 | 55 | 44 | 30 | 44 | 28 | 32 | 43 | 54 | 42 | 28 | 45 | 45 | 49 | 49 | 60 | 39 | 32 | 49 | 21 | 34 | 53 | / |

9 lentelė (tęsinys)

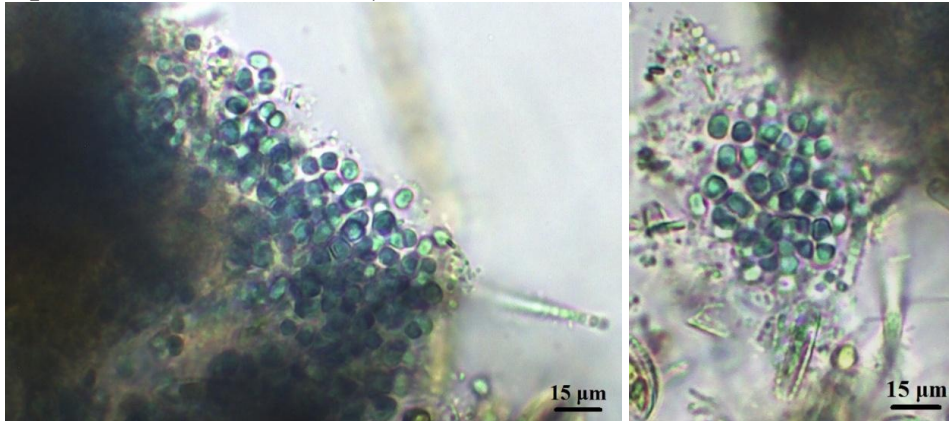
| | Šalčia | Šaltuona | Šešuvis | Šušvė | Verknė | Verseka I | Virinta | Visinčia | Žeimena |
|-------------|--------|----------|---------|-------|--------|-----------|---------|----------|---------|
| Aitra | | | | | | | | | |
| Ak.-Danė | | | | | | | | | |
| Ančia | | | | | | | | | |
| Apaščia | | | | | | | | | |
| Armona | | | | | | | | | |
| Balt. Ančia | | | | | | | | | |
| Dysna | | | | | | | | | |
| Dotmuvėlė | | | | | | | | | |
| Dubysa | | | | | | | | | |
| Gauja | | | | | | | | | |
| J.-Šetekšna | | | | | | | | | |
| Jūra | | | | | | | | | |
| Kražantė | | | | | | | | | |
| Lokysta | | | | | | | | | |
| Mera-Kūna | | | | | | | | | |
| Merkys I | | | | | | | | | |
| Merkys II | | | | | | | | | |
| Minija | | | | | | | | | |
| Mūša | | | | | | | | | |
| Nova | | | | | | | | | |
| Peteša | | | | | | | | | |
| Ringuva | | | | | | | | | |
| Rudamina | | | | | | | | | |
| Siesartis | | | | | | | | | |
| Strėva | | | | | | | | | |
| Šalčia | | | | | | | | | |
| Šaltuona | 58 | | | | | | | | |
| Šešuvis | 40 | 46 | | | | | | | |
| Šušvė | 51 | 51 | 50 | | | | | | |
| Verknė | 44 | 44 | 45 | 64 | | | | | |
| Verseka I | 59 | 39 | 31 | 30 | 33 | | | | |
| Virinta | 50 | 65 | 46 | 55 | 63 | 39 | | | |
| Visinčia | 45 | 57 | 40 | 58 | 51 | 48 | 53 | | |
| Žeimena | 43 | 49 | 56 | 53 | 56 | 35 | 58 | 49 | |

10 lentelė. Didelių lėtos tėkmės upių (D_L) fitobentos panašumas pagal Sorenseno indeksą.

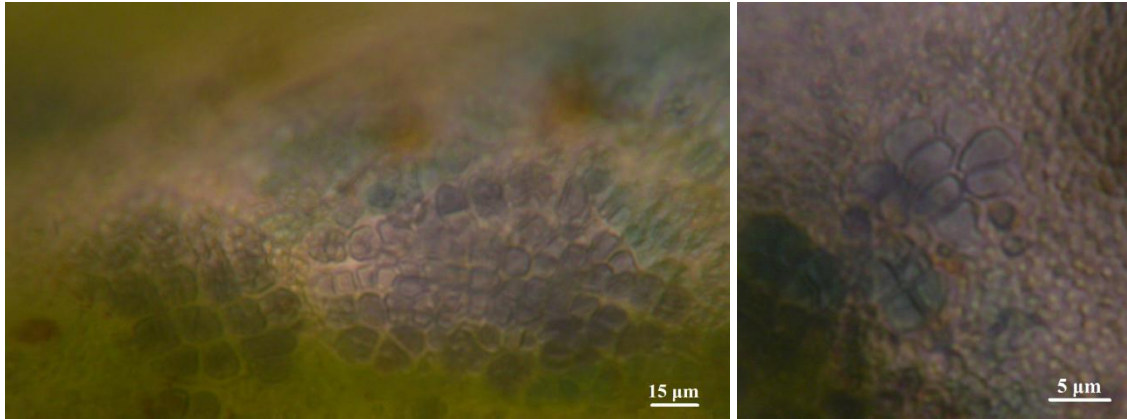
| | Ašva I | Bartuva | Jūrė | Kiršinas II | Nemunėlis | Nevėžis | Šešupė | Širvinta | Šyša I | Šyša II | Šventoji I | Šventoji II | Varduva I | Venta I | Venta II | |
|-------------|--------|---------|------|-------------|-----------|---------|--------|----------|--------|---------|------------|-------------|-----------|---------|----------|--|
| Ašva I | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bartuva | 30 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Jūrė | 55 | 27 | | | | | | | | | | | | | | |
| Kiršinas II | 24 | 36 | 24 | | | | | | | | | | | | | |
| Nemunėlis | 22 | 51 | 22 | 24 | | | | | | | | | | | | |
| Nevėžis | 33 | 60 | 33 | 48 | 46 | | | | | | | | | | | |
| Šešupė | 26 | 33 | 26 | 17 | 31 | 42 | | | | | | | | | | |
| Širvinta | 33 | 18 | 33 | 20 | 20 | 32 | 42 | | | | | | | | | |
| Šyša I | 30 | 67 | 30 | 44 | 48 | 58 | 26 | 25 | | | | | | | | |
| Šyša II | 43 | 48 | 22 | 24 | 41 | 45 | 34 | 24 | 50 | | | | | | | |
| Šventoji I | 9 | 26 | 26 | 29 | 25 | 47 | 50 | 21 | 30 | 26 | | | | | | |
| Šventoji II | 19 | 46 | 19 | 36 | 38 | 54 | 36 | 21 | 49 | 32 | 61 | | | | | |
| Varduva I | 23 | 54 | 28 | 47 | 38 | 57 | 27 | 15 | 57 | 30 | 27 | 45 | | | | |
| Venta I | 39 | 46 | 32 | 28 | 33 | 59 | 38 | 30 | 43 | 47 | 38 | 49 | 42 | | | |
| Venta II | 24 | 58 | 29 | 45 | 41 | 62 | 38 | 22 | 61 | 40 | 33 | 51 | 68 | 56 | | |



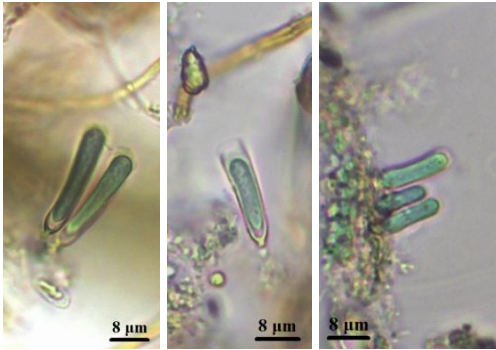
5 pav. *Microcrocis obvolta* (A – Armona, 2010 m.; B – Kiršinas II, 2009 m.).



6 pav. *Chlorogloea microcystoides* (Šyša II, 2009 m.).



7 pav. *Hydrococcus rivularis* ant *Cladophora glomerata* (Babrunas I, 2009 m.).



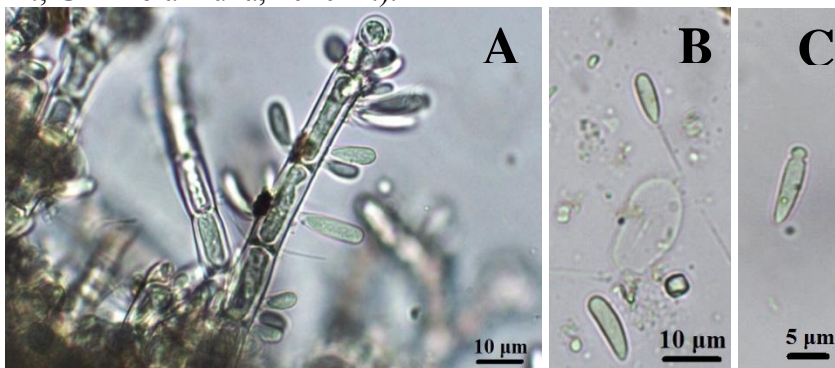
8 pav. *Chamaesiphon amethystinus* (Šyša II, 2009 m.).



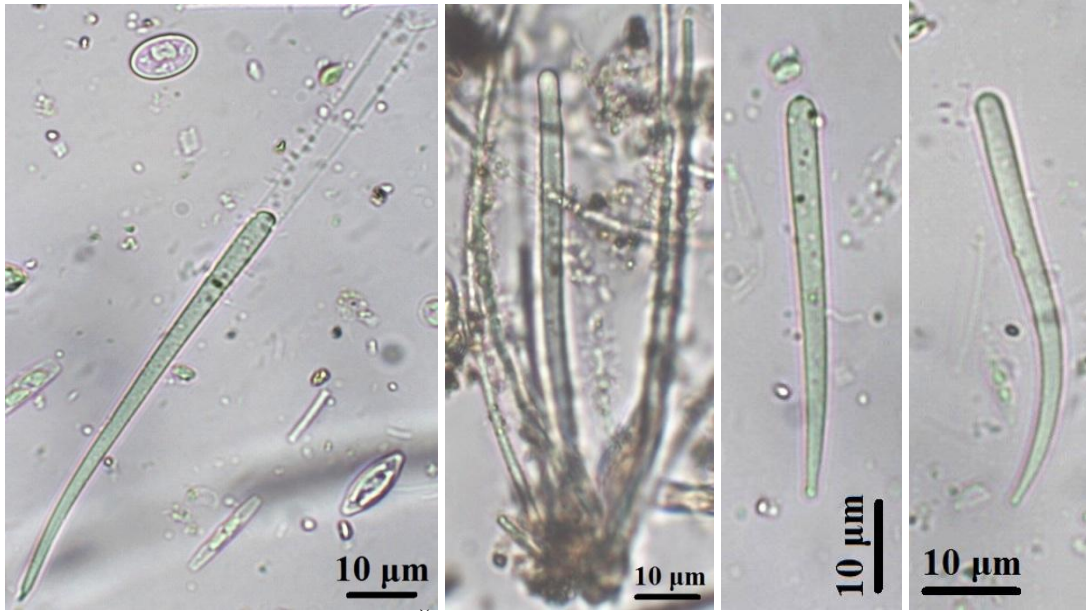
9 pav. *Chamaesiphon carpaticus* (Mera-Kūna, 2010 m.).



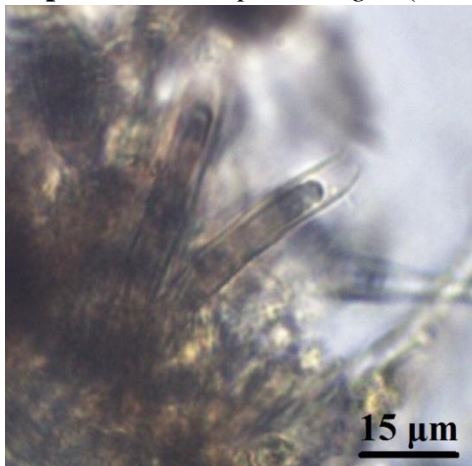
10 pav. *Chamaesiphon confervicolus* (A–E – Babrunas I, 2009 m.; F – Verseka I, 2009 m.; G – Mera-Kūna, 2010 m.).



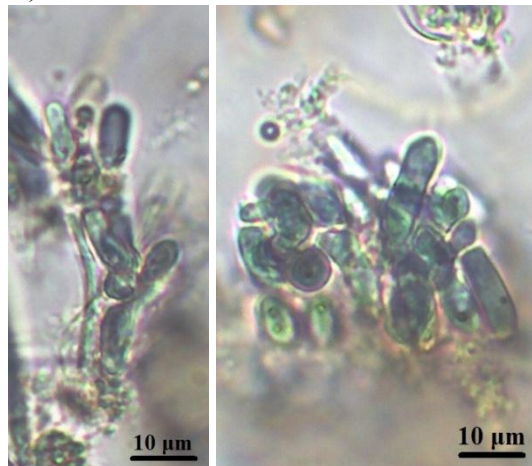
11 pav. *Chamaesiphon incrustans* (A – ant *Audouinella* sp., Nikajus, 2009 m.; B – Babrunas I, 2009 m.; C – Verseka I, 2009 m.).



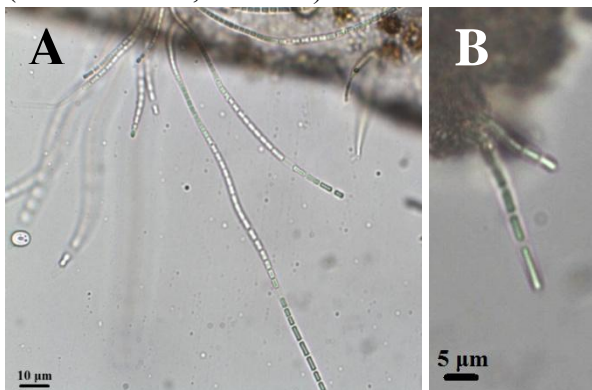
12 pav. *Chamaesiphon longus* (Šalčia, 2009 m.).



13 pav. *Chamaesiphon* cf. *sideriphilus* (Jara-Šetekšna, 2009 m.).



14 pav. *Chamaesiphon starmachii* (Šyša II, 2009 m.).



15 pav. *Heteroleibleinia kossinskajae* (A – Veiviržas, 2009 m.; B – Žemoji Gervė, 2009 m.).



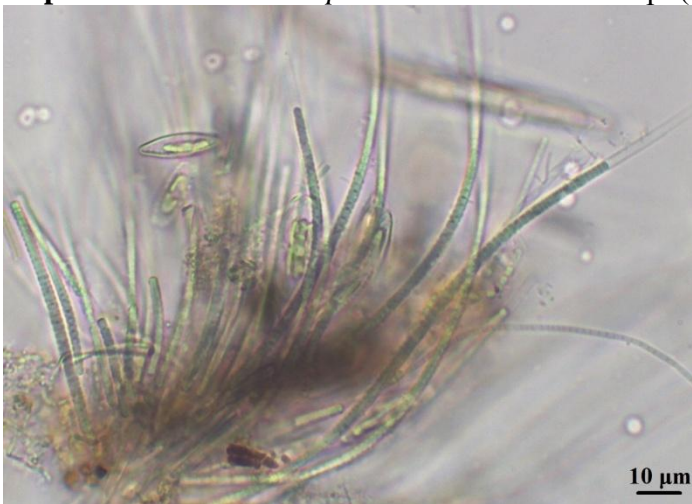
16 pav. *Heteroleibleinia kuetzingii* ant *Tribonema* sp. (Beržupis, 2009 m.).



17 pav. *Heteroleibleinia* cf. *leptonema* ant *Audouinella hermannii* (Beržupis, 2009 m.).



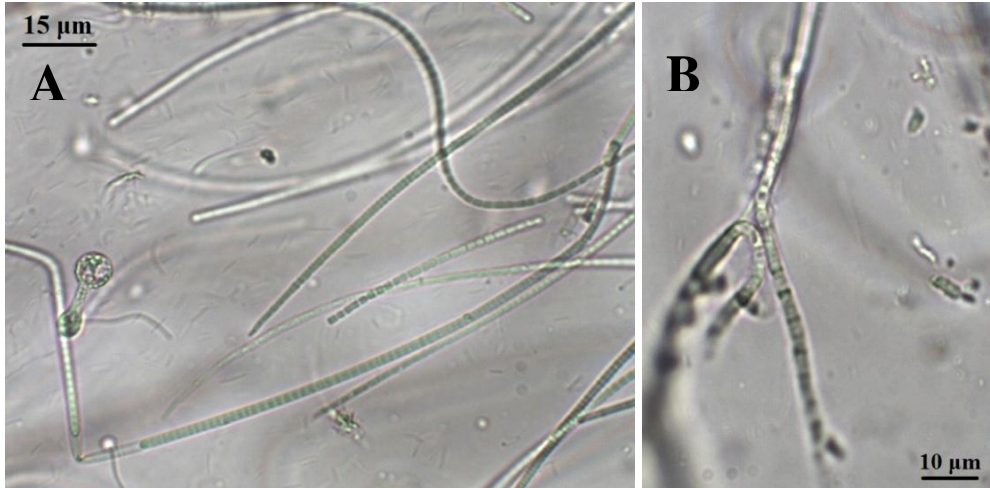
18 pav. *Heteroleibleinia pusilla* ant *Audouinella* sp. (Beržupis, 2009 m.).



19 pav. *Heteroleibleinia ucrainica* (Šyša II, 2009 m.).



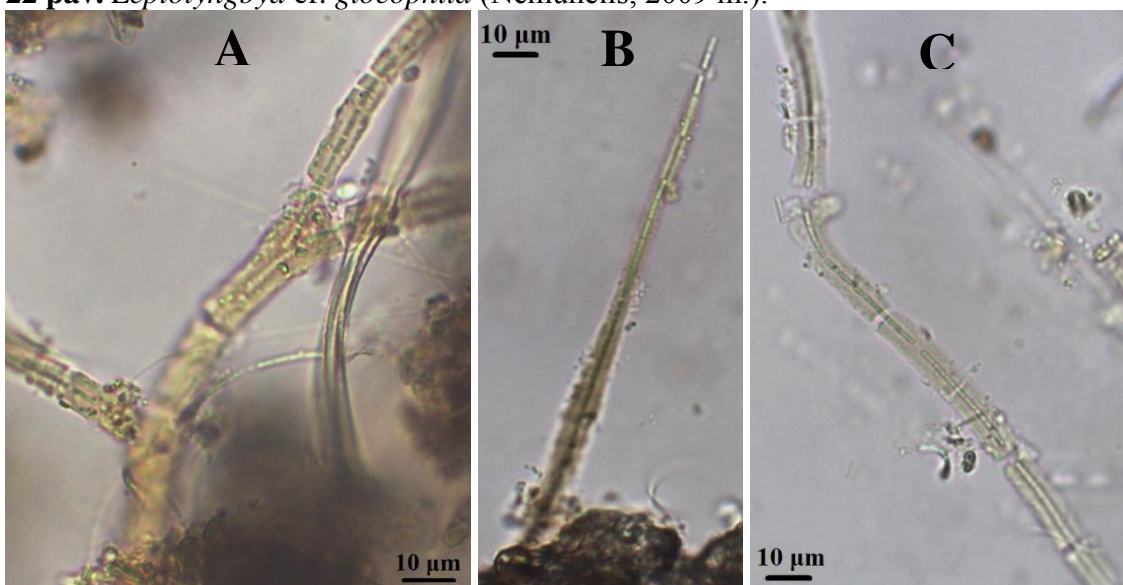
20 pav. *Homoeothrix crustacea* (A, B – Laukesa, 2009 m.; C – Žeimena, 2009 m.; D – Mūša 2010 m.).



21 pav. *Leptolyngbya batrachosperma* (A – Žemoji Gervė, 2009 m.; B – Babrungas I, 2009 m.).



22 pav. *Leptolyngbya* cf. *gloeophila* (Nemunėlis, 2009 m.).



23 pav. *Schizothrix* cf. *facilis* (A – Šaltuona, 2010 m.; B, C – Peteša, 2009 m.).



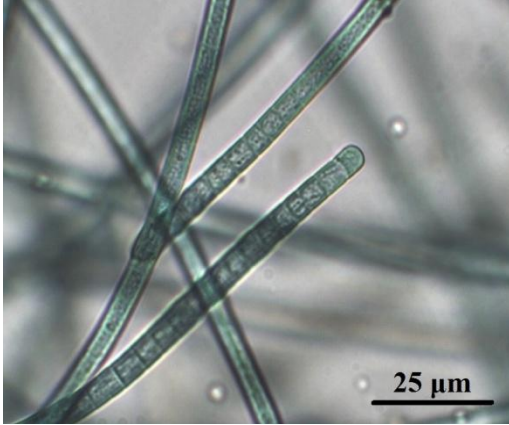
24 pav. *Komvophoron schmidlei* (Kiršinas II, 2009 m.).



25 pav. *Microcoleus subtorulosus* (A, C – Apaščia, 2009 m.; B – Kražantė, 2010 m.).



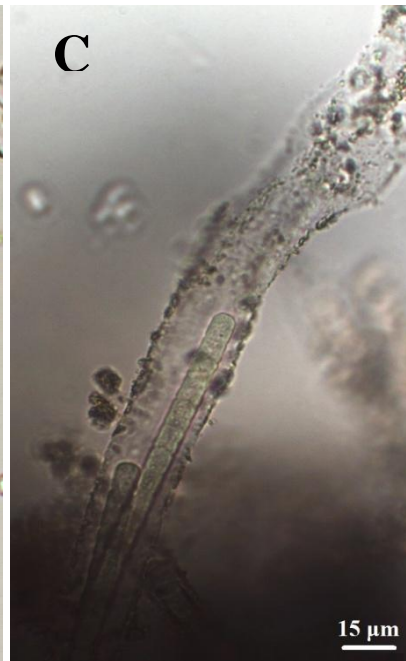
26 pav. *Phormidium* cf. *corium* (Mera-Kūna, 2010 m.).



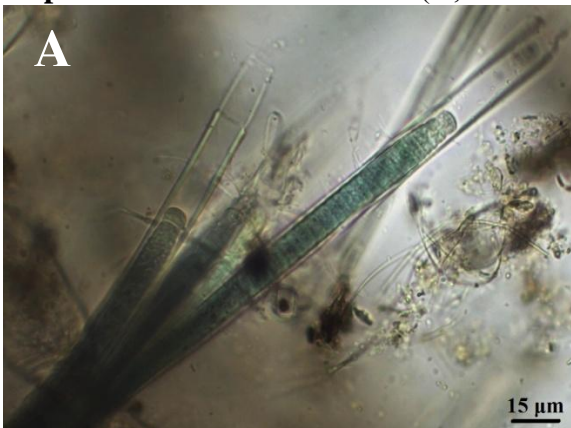
27 pav. *Phormidium retzii* (Babrungas I, 2009 m.).



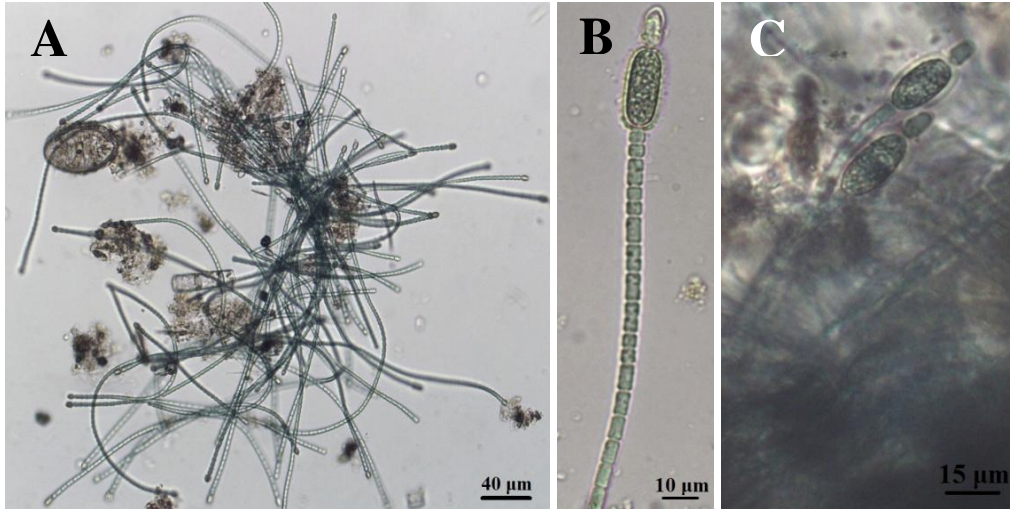
28 pav. *Phormidium stagninum* (Kiršinas I, 2009 m.).



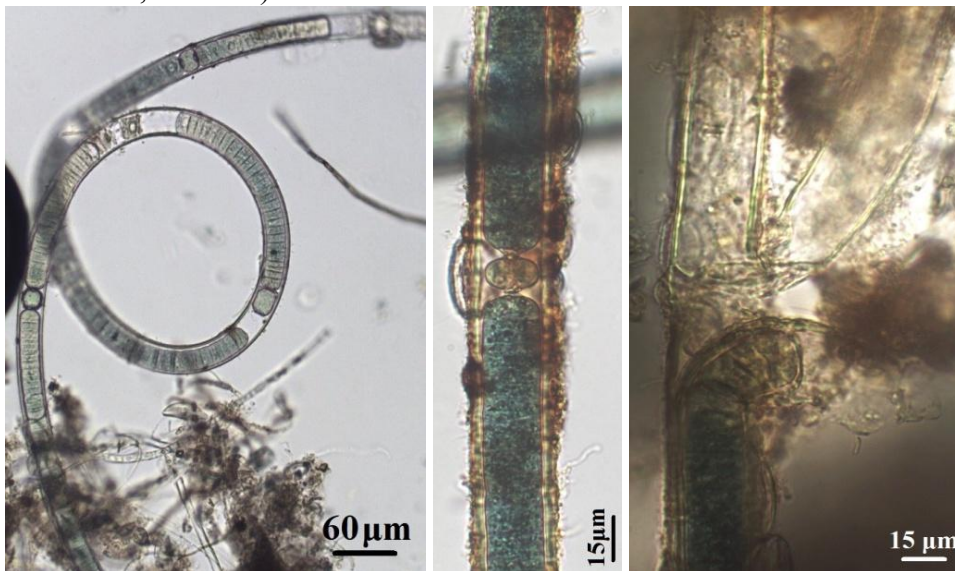
29 pav. *Phormidium tinctorium* (A, B – Kiršinas I, 2009 m.; C – Verknė, 2010 m.).



30 pav. *Homoeothrix juliana* (A – Dysna, 2009 m.; B – Bartuva, 2010 m.).



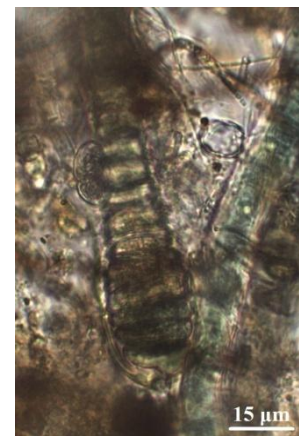
31 pav. *Cylandrospermum michailovskoense* (A, B – Nemunėlis, 2009 m., C – Dotnuvėlė, 2010 m.).



32 pav. *Scytonema crispum* (Nemunėlis, 2009 m.).



33 pav. *Calothrix cf. fusca* (Babrungas II, 2009 m.).



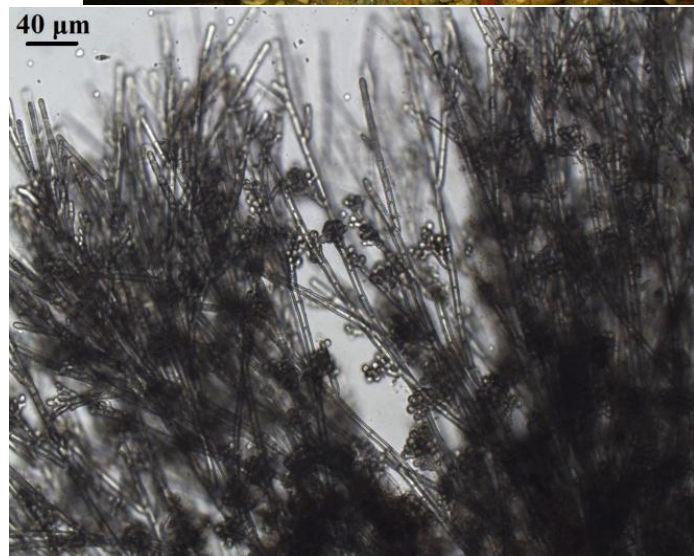
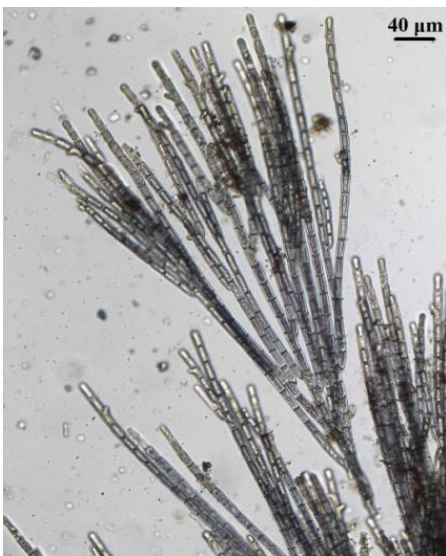
34 pav. *Calothrix ramenskii* (Nemunėlis, 2009 m.).



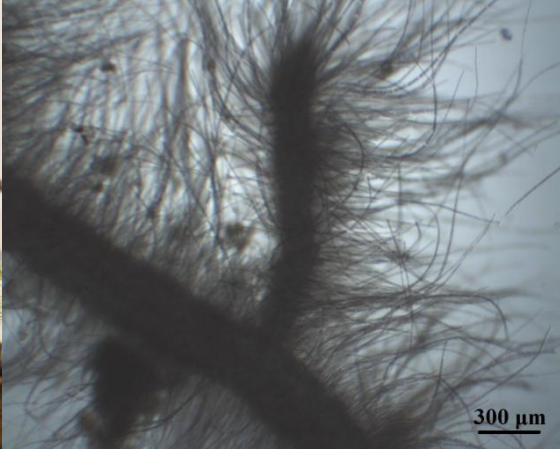
35 pav. *Rivularia dura* (Babrunas II, 2009 m.).



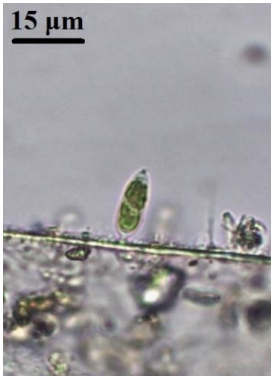
36 pav. *Chroodactylon ornatum* (Laukesa, 2009 m.).



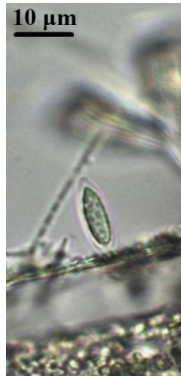
37 pav. *Audouinella hermannii* (Aitra, 2009 m., A – kolonijos ant medžio šakos).



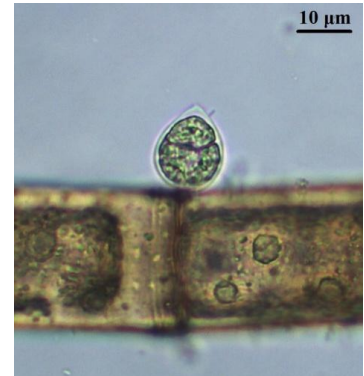
38 pav. *Thorea hispida* (Šešuvis, 2009 m.).



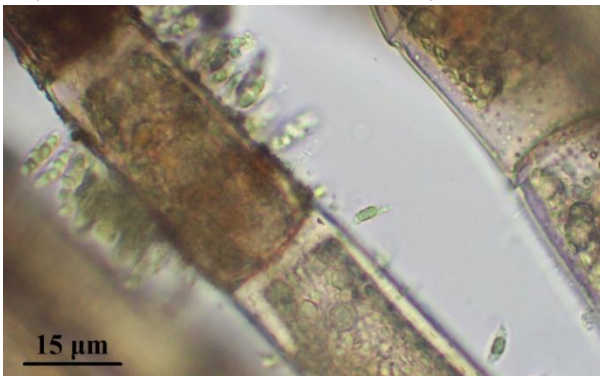
39 pav. *Characiopsis* cf. *acuta* ant *Cladophora glomerata* (Kamatis, 2009 m.).



40 pav. *Characiopsis heeringiana* ant *Vaucheria sessilis* (Babrungas II, 2009 m.).



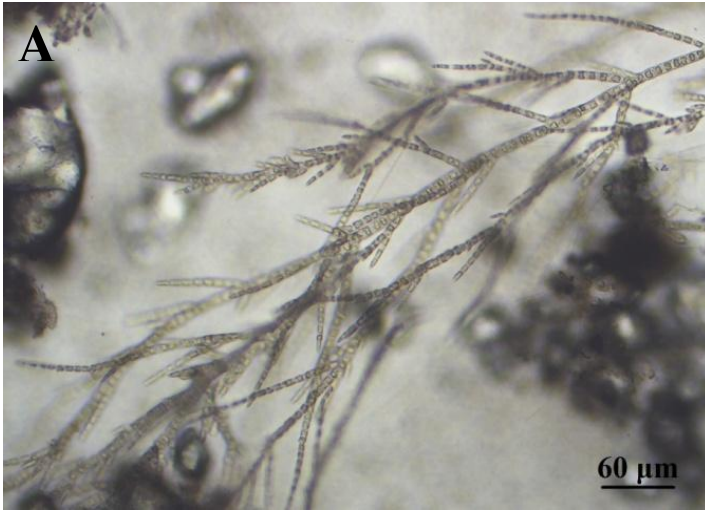
41 pav. *Characiopsis heeringiana* f. *heeringiana* ant *Oedogonium* sp. (Šyša I, 2009 m.).



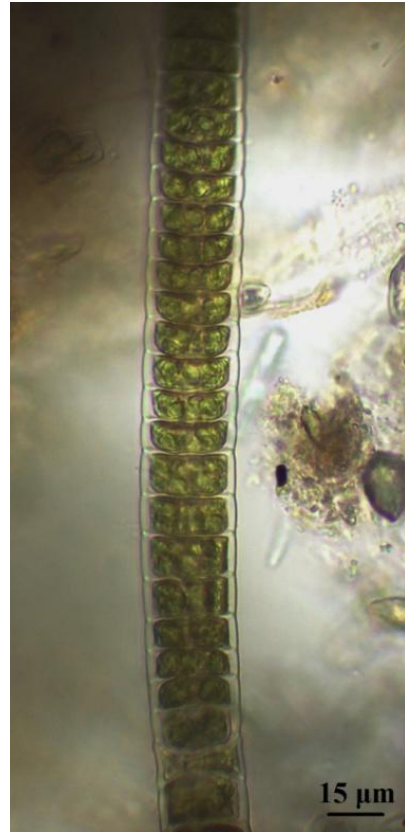
42 pav. *Characiopsis microcysticola* ant *Oedogonium* sp. (Babrungas I, 2009 m.).



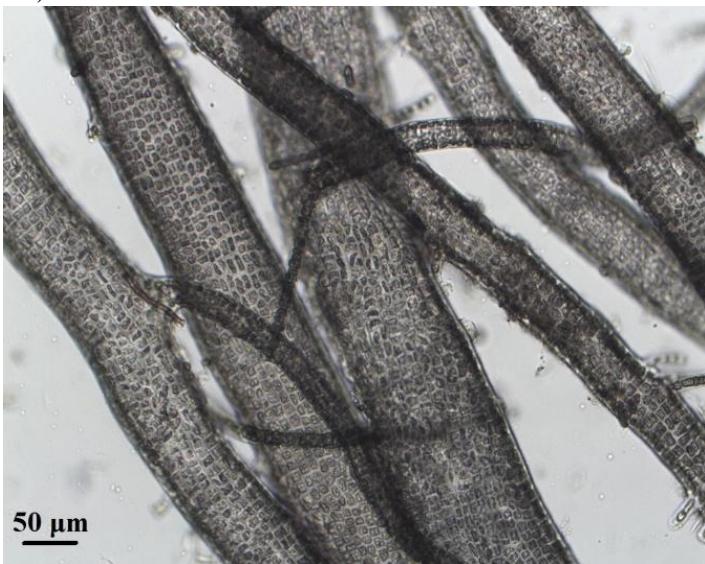
43 pav. *Pseudochlorothecium mucigenum* (Kiršinas II, 2009 m.).



44 pav. *Stigeoclonium carolinianum* (Dubysa, 2010 m.).



45 pav. *Schizomeris leibleinii* (Šyša II, 2009 m.).



46 pav. *Ulva flexuosa* (Nemunėlis, 2009 m.).



47 pav. *Closterium ehrenbergii* var. *malinvernianum* (Saria, 2010 m.).

11 lentelė. Lietuvos upių fitobentosos makrodumblių *rbcL* geno sekų panašumas (%).

| | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | 7. | 8. | 9. | 10. | 11. | 12. | 13. | 14. | 15. | 16. | 17. | 18. | 19. |
|---|-------|------|------|-------|-------|------|-------|------|-------|------|------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| 1. <i>Batrachospermum arcuatum</i> (Notė) ¹ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2. <i>B. arcuatum</i> (Notė) ² | 100,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3. <i>B. gelatinosum</i> (Verseka) ³ | 85,9 | 85,9 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4. <i>Batrachospermum</i> sp. (Nedzingis) ⁴ | 93,5 | 93,5 | 86,8 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5. <i>Batrachospermum</i> sp. (Nedzingis) ⁵ | 93,5 | 93,5 | 86,8 | 100,0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6. <i>Batrachospermum</i> sp. (Nedzingis) ⁶ | 93,5 | 93,5 | 86,8 | 100,0 | 100,0 | | | | | | | | | | | | | | |
| 7. <i>Lemanea fluviatilis</i> (Ančia) ⁷ | 86,3 | 86,3 | 89,3 | 86,3 | 86,3 | 86,3 | | | | | | | | | | | | | |
| 8. <i>L. fluviatilis</i> (Ančia) ⁸ | 86,3 | 86,3 | 89,3 | 86,3 | 86,3 | 86,3 | 100,0 | | | | | | | | | | | | |
| 9. <i>Thorea hispida</i> (Šešuvis) ⁹ | 83,9 | 83,9 | 85,4 | 84,1 | 84,1 | 84,1 | 82,1 | 82,1 | | | | | | | | | | | |
| 10. <i>T. hispida</i> (Šešuvis) ¹⁰ | 83,9 | 83,9 | 85,4 | 84,1 | 84,1 | 84,1 | 82,1 | 82,1 | 100,0 | | | | | | | | | | |
| 11. <i>Hildenbrandia rivularis</i> (Nova) ¹¹ | 83,6 | 83,6 | 79,9 | 82,6 | 82,6 | 82,6 | 81,9 | 81,9 | 82,6 | 82,6 | | | | | | | | | |
| 12. <i>H. rivularis</i> (Babrungas) ¹² | 83,4 | 83,4 | 79,9 | 82,4 | 82,4 | 82,4 | 81,6 | 81,6 | 82,6 | 82,6 | 99,7 | | | | | | | | |
| 13. <i>H. rivularis</i> (Babrungas) ¹³ | 83,4 | 83,4 | 79,9 | 82,4 | 82,4 | 82,4 | 81,6 | 81,6 | 82,6 | 82,6 | 99,7 | 100,0 | | | | | | | |
| 14. <i>Vaucheria sessilis</i> (Tatula) ¹⁴ | 76,7 | 76,7 | 77,2 | 76,9 | 76,9 | 76,9 | 76,2 | 76,2 | 78,4 | 78,4 | 75,2 | 74,9 | 74,9 | | | | | | |
| 15. <i>V. sessilis</i> (Tatula) ¹⁵ | 76,7 | 76,7 | 77,2 | 76,9 | 76,9 | 76,9 | 76,2 | 76,2 | 78,4 | 78,4 | 75,2 | 74,9 | 74,9 | 100,0 | | | | | |
| 16. <i>Cladophora glomerata</i> (Ančia) ¹⁶ | 55,7 | 55,7 | 55,4 | 56,6 | 56,6 | 56,6 | 57,4 | 57,4 | 56,9 | 56,9 | 55,4 | 55,4 | 56,6 | 56,6 | | | | | |
| 17. <i>C. glomerata</i> (Ančia) ¹⁷ | 55,9 | 55,9 | 55,7 | 56,9 | 56,9 | 56,9 | 57,4 | 57,4 | 57,1 | 57,1 | 55,7 | 55,7 | 56,6 | 56,6 | 99,7 | | | | |
| 18. <i>C. glomerata</i> (Nova) ¹⁸ | 55,9 | 55,9 | 55,7 | 56,9 | 56,9 | 56,9 | 57,4 | 57,4 | 57,1 | 57,1 | 55,7 | 55,7 | 56,6 | 56,6 | 99,7 | 100,0 | | | |
| 19. <i>C. glomerata</i> (Nova) ¹⁹ | 55,9 | 55,9 | 55,7 | 56,9 | 56,9 | 56,9 | 57,4 | 57,4 | 57,1 | 57,1 | 55,7 | 55,7 | 56,6 | 56,6 | 99,7 | 100,0 | 100,0 | | |
| 20. <i>C. glomerata</i> (Kösterbeck) ^{*20} | 55,9 | 55,9 | 55,7 | 56,9 | 56,9 | 56,9 | 57,4 | 57,4 | 57,1 | 57,1 | 55,7 | 55,7 | 56,6 | 56,6 | 99,7 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

* – Vokietijos upė; Dendrogramose naudoti dumblių pavyzdžių numeriai: ¹ – +IV34; ² – +IV48; ³ – +IV36; ⁴ – +IV13; ⁵ – +IV14; ⁶ – +IV24; ⁷ – +L2; ⁸ – +L5; ⁹ – +T2; ¹⁰ – +T3; ¹¹ – +IV37; ¹² – +IV22; ¹³ – +IV49; ¹⁴ – +IV32; ¹⁵ – +IV46; ¹⁶ – +IV26; ¹⁷ – +IV40; ¹⁸ – +IV44; ¹⁹ – +IV30; ²⁰ – +IV63.

12 lentelė. Lietuvos upių *Cladophora glomerata* klonuotos ITS1 srities DNR sekų panašumas (%).

| | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | 7. | 8. |
|----------------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|----|
| 1. Ančia | | | | | | | | |
| 2. Babrungas | 100,0 | | | | | | | |
| 3. Kösterbeck* | 100,0 | 100,0 | | | | | | |
| 4. Notė | 99,8 | 99,8 | 99,8 | | | | | |
| 5. Nova | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 99,8 | | | | |
| 6. Siesartis | 99,3 | 99,3 | 99,3 | 99,1 | 99,3 | | | |
| 7. Tatula | 98,5 | 98,5 | 98,5 | 98,3 | 98,5 | 99,1 | | |
| 8. Verseka | 99,8 | 99,8 | 99,8 | 100,0 | 99,8 | 99,1 | 98,3 | |

* – Vokietijos upė

13 lentelė. Pirsono koreliacijos koeficientai tarp fitobentos rūšių (įvairovė, gausumas) ir upių morfometrinių, hidrologinių rodiklių, nustatytų *in situ*.

| Rūšis | Upės vagos | | Srovės greitis, balais | Vandens drumstumas, balais | Vandens skaidrumas, (td)/ne ¹ | Upės vingiuotumas, balais | Upės natūralumas, balais | Užpavėsinimas | | Substratas | | | | | |
|---|-----------------------|----------------------|------------------------|----------------------------|--|---------------------------|--------------------------|---------------|---------|-------------------|-----------|---------|------------------------|----------------------|----------|
| | plotis (vidutinis), m | gylis (vidutinis), m | | | | | | % | balais | Dumblingas smėlis | Priemolis | Smėlis | Žvirgždas (Ø iki 6 cm) | Rieduliai (Ø > 6 cm) | Mergelis |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| <i>Aphanocapsa incerta</i> | -,064 | -,163 | ,009 | -,144 | ,050 | -,237* | -,274* | -,255* | -,258* | ,122 | -,080 | -,161 | -,060 | ,231 | -,043 |
| <i>A. parasitica</i> | ,226 | ,057 | ,069 | ,078 | -,156 | -,149 | ,012 | -,282* | -,200 | -,179 | -,077 | -,021 | ,132 | ,111 | -,011 |
| <i>Aphanochaete repens</i> | ,149 | ,096 | -,214 | -,084 | -,168 | -,212 | -,076 | -,223 | -,290* | -,055 | -,014 | ,012 | ,097 | -,058 | -,034 |
| <i>Aphanothece stagnina</i> | ,076 | ,044 | ,052 | -,084 | -,043 | -,081 | -,076 | -,012 | -,042 | -,006 | -,014 | -,182 | ,270* | -,033 | -,034 |
| <i>Audouinella chalybea</i> | ,170 | -,054 | ,265* | -,148 | ,157 | ,011 | ,068 | -,125 | -,002 | -,156 | -,085 | -,164 | ,116 | ,337** | -,045 |
| <i>A. hermannii</i> | -,180 | -,376** | ,336** | -,226 | ,405** | -,066 | -,005 | ,198 | ,267* | -,251* | -,003 | -,307** | ,342** | ,273* | ,172 |
| <i>A. pygmaea</i> | ,013 | -,163 | ,207 | ,031 | ,098 | -,055 | ,014 | ,083 | ,146 | -,170 | -,068 | -,095 | ,266* | ,023 | ,167 |
| <i>Audouinella</i> sp. | -,177 | -,170 | ,288* | -,282* | ,310** | ,113 | ,032 | ,040 | ,182 | -,196 | -,069 | -,118 | ,137 | ,230 | ,107 |
| <i>Batrachospermum gelatinosum</i> | -,158 | -,208 | ,104 | -,038 | ,192 | -,114 | -,253* | ,047 | ,052 | -,117 | ,237* | -,249* | ,252* | ,008 | -,032 |
| <i>Batrachospermum</i> sp. | -,041 | -,221 | ,164 | -,169 | ,184 | -,097 | ,005 | ,002 | ,115 | -,092 | -,087 | -,069 | ,018 | ,176 | ,350** |
| <i>Calothrix columbiana</i> | ,268* | ,091 | -,037 | ,011 | -,043 | -,147 | -,014 | -,170 | -,290* | -,130 | ,207 | -,174 | -,001 | ,222 | -,034 |
| cf. <i>Cyanobium diatomicola</i> | ,288* | ,068 | ,258* | -,184 | ,174 | ,183 | ,199 | -,064 | ,069 | -,183 | -,271* | ,246* | -,027 | ,053 | ,117 |
| <i>Chaetophora elegans</i> | ,250* | -,003 | ,123 | -,142 | ,032 | ,023 | ,087 | -,218 | -,191 | -,093 | ,003 | -,196 | ,037 | ,321** | -,027 |
| <i>Chamaesiphon incrustans</i> | ,099 | -,214 | ,230 | -,383** | ,338** | -,201 | ,055 | ,079 | ,206 | -,415** | -,132 | -,115 | ,318** | ,293* | ,097 |
| <i>Characiopsis heeringiana</i> f. <i>heeringiana</i> | ,291* | ,265* | -,332** | ,044 | -,330** | -,245* | -,039 | -,149 | -,319** | ,198 | -,090 | ,162 | -,131 | -,201 | -,048 |
| <i>Chroococcus limneticus</i> | ,151 | ,117 | -,228 | -,081 | -,095 | -,324** | -,202 | -,148 | -,203 | ,241* | ,069 | -,218 | ,058 | -,051 | -,028 |
| <i>C. turgidus</i> | -,036 | -,096 | -,126 | -,148 | ,150 | -,183 | -,258* | -,174 | -,049 | -,003 | ,130 | -,242* | ,252* | -,036 | -,053 |
| <i>Chroococcus</i> sp. | ,032 | -,170 | ,277* | -,297* | ,260* | -,243* | ,018 | -,058 | ,094 | -,104 | -,107 | -,173 | ,124 | ,244* | ,340** |
| <i>Cladophora glomerata</i> | ,083 | -,346** | ,480** | -,262* | ,346** | -,063 | ,108 | -,066 | ,087 | -,308** | -,162 | -,344** | ,346** | ,472** | ,231 |

13 lentelė (tęsinys)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|---------|---------|--------|---------|--------|--------|-------|
| <i>Closterium ehrenbergii</i> var. <i>malinvernianum</i> | ,168 | -,068 | ,192 | -,146 | ,187 | -,157 | -,116 | -,253* | -,015 | -,129 | -,010 | -,157 | ,044 | ,264* | ,228 |
| <i>Closterium parvulum</i> | ,087 | -,185 | ,057 | -,164 | ,177 | -,253* | -,092 | -,121 | -,017 | -,273* | ,059 | -,277* | ,272* | ,273* | ,165 |
| <i>C. strigosum</i> | ,080 | ,079 | ,077 | -,001 | ,003 | -,088 | -,250* | -,268* | -,084 | ,113 | -,139 | ,045 | -,092 | ,039 | -,079 |
| <i>Closterium</i> sp. | -,128 | ,004 | ,140 | -,179 | ,207 | ,117 | ,110 | -,086 | ,254* | -,031 | -,065 | ,268* | -,174 | -,094 | -,034 |
| <i>Coleochaete orbicularis</i> | ,375** | ,306* | -,310** | ,081 | -,320** | ,019 | ,018 | -,289* | -,333** | ,291* | ,113 | ,090 | -,214 | -,246* | -,057 |
| <i>Geitlerinema amphibium</i> | -,143 | -,007 | -,272* | ,064 | ,035 | -,126 | -,119 | ,041 | ,105 | -,101 | ,695** | -,066 | -,159 | -,128 | -,029 |
| <i>Heteroleibleinia</i> cf. <i>leptonema</i> | ,032 | -,102 | ,042 | -,304* | ,153 | -,061 | -,122 | ,122 | ,048 | -,001 | -,025 | -,002 | -,085 | ,095 | ,063 |
| <i>H. kossinskajae</i> | -,310** | -,252* | -,220 | -,046 | ,032 | -,106 | -,124 | ,251* | ,115 | ,138 | ,005 | ,049 | -,246* | ,094 | -,152 |
| <i>H. kuetzingii</i> | -,029 | ,049 | -,227 | ,049 | -,195 | -,047 | -,005 | ,001 | -,153 | ,214 | -,113 | ,171 | -,090 | -,256* | -,060 |
| <i>H. pusilla</i> | -,156 | -,274* | ,304* | -,237* | ,098 | -,127 | -,120 | ,022 | ,070 | -,125 | -,028 | -,156 | ,115 | ,222 | ,050 |
| <i>H. ucrainica</i> | -,322** | -,357** | ,261* | -,336** | ,279* | ,093 | -,042 | ,139 | ,282* | -,097 | -,073 | -,077 | ,168 | ,052 | ,118 |
| <i>Heteroleibleinia</i> sp. | ,085 | ,016 | ,166 | ,075 | -,040 | -,070 | ,124 | -,160 | -,065 | ,031 | -,247* | -,256* | ,313** | ,141 | ,070 |
| <i>Hildenbrandia rivularis</i> | ,008 | -,327** | ,466** | -,235* | ,433** | ,082 | ,274* | ,106 | ,275* | -,318** | -,140 | -,187 | ,268* | ,357** | ,170 |
| <i>Hydrococcus rivularis</i> | ,186 | ,137 | ,371** | -,064 | ,103 | ,187 | ,213 | -,175 | -,097 | -,228 | -,125 | ,016 | ,042 | ,201 | ,291* |
| <i>Homoeothrix crustacea</i> | ,008 | -,327** | ,466** | -,235* | ,433** | ,082 | ,274* | ,106 | ,275* | -,318** | -,140 | -,187 | ,268* | ,357** | ,170 |
| <i>H. juliana</i> | ,087 | -,185 | ,057 | -,164 | ,177 | -,253* | -,092 | -,121 | -,017 | -,273* | ,059 | -,277* | ,272* | ,273* | ,165 |
| <i>Homoeothrix</i> sp. | -,048 | ,171 | -,001 | -,008 | -,026 | ,119 | ,083 | -,265* | -,020 | -,023 | -,083 | ,241* | -,152 | -,074 | -,044 |
| <i>Jaaginema subtilissimum</i> | ,230 | ,219 | -,136 | -,070 | -,161 | -,047 | -,125 | -,269* | -,170 | ,131 | -,016 | ,096 | -,173 | -,074 | ,090 |
| <i>Komvophoron constrictum</i> | -,140 | ,012 | -,251* | -,116 | -,105 | -,165 | -,211 | ,070 | -,159 | ,248* | -,073 | ,145 | -,189 | -,175 | -,039 |
| <i>K. schmidlei</i> | ,375** | ,306* | -,310** | ,081 | -,320** | ,019 | ,018 | -,289* | -,333** | ,291* | ,113 | ,090 | -,214 | -,246* | -,057 |
| <i>Leptolyngbya batrachosperma</i> | ,149 | ,096 | -,214 | -,084 | -,168 | -,212 | -,076 | -,223 | -,290* | -,055 | -,014 | ,012 | ,097 | -,058 | -,034 |
| <i>L yngbya hieronymusii</i> | ,080 | ,079 | ,077 | -,001 | ,003 | -,088 | -,250* | -,268* | -,084 | ,113 | -,139 | ,045 | -,092 | ,039 | -,079 |
| <i>Merismopedia glauca</i> | ,020 | -,076 | ,007 | -,177 | ,143 | -,072 | -,067 | -,074 | ,141 | -,154 | ,259* | -,266* | ,087 | ,213 | ,114 |
| <i>M. punctata</i> | ,138 | -,137 | ,057 | -,107 | ,147 | -,185 | -,174 | -,039 | ,053 | -,170 | ,226 | -,339** | ,220 | ,200 | ,139 |

13 lentelė (tęsinys)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|--------------------------------------|--------|---------|---------|--------|---------|---------|-------|--------|--------|---------|-------|---------|--------|--------|--------|
| <i>Merismopedia tenuissima</i> | ,317** | ,133 | -,197 | ,060 | -,183 | -,330** | -,092 | -,160 | -,165 | ,000 | ,226 | -,153 | -,028 | ,061 | ,102 |
| <i>Microthamnion kuetsingianum</i> | -,140 | ,012 | -,251* | -,116 | -,105 | -,165 | -,211 | ,070 | -,159 | ,248* | -,073 | ,145 | -,189 | -,175 | -,039 |
| <i>Mougeotia</i> sp. ₂ | ,123 | -,012 | -,096 | -,148 | -,197 | -,092 | -,044 | -,145 | -,186 | ,075 | -,065 | -,045 | ,004 | -,014 | ,302* |
| <i>Mougeotia</i> sp. ₃ | ,306* | ,196 | -,126 | ,017 | -,122 | ,006 | ,170 | -,189 | -,197 | -,072 | -,078 | -,013 | -,033 | ,186 | -,053 |
| <i>Nostoc pruniforme</i> | ,349** | ,118 | ,045 | -,077 | ,005 | ,008 | ,082 | -,205 | -,252* | -,088 | -,018 | -,136 | -,035 | ,327** | -,025 |
| <i>Oedogonium</i> sp. ₁ | ,294* | ,167 | -,318** | -,030 | -,235 | -,129 | -,092 | -,280* | -,250* | ,123 | ,160 | -,211 | -,107 | ,146 | ,165 |
| <i>Oedogonium</i> sp. ₂ | ,217 | ,351** | -,266* | ,052 | -,288* | -,060 | ,214 | -,183 | -,131 | ,011 | ,063 | ,137 | -,137 | -,108 | ,089 |
| <i>Oedogonium</i> sp. ₃ | ,110 | ,001 | ,037 | -,141 | -,016 | -,236* | -,208 | -,296* | -,292* | -,064 | -,137 | -,144 | ,049 | ,296* | ,034 |
| <i>Oscillatoria limosa</i> | -,128 | ,004 | ,140 | -,179 | ,207 | ,117 | ,110 | -,086 | ,254* | -,031 | -,065 | ,268* | -,174 | -,094 | -,034 |
| <i>Phormidium amoenum</i> | ,306* | ,196 | -,126 | ,017 | -,122 | ,006 | ,170 | -,189 | -,197 | -,072 | -,078 | -,013 | -,033 | ,186 | -,053 |
| <i>P. autumnale</i> | ,182 | ,169 | -,211 | -,031 | -,330** | -,047 | -,044 | -,139 | -,248* | ,170 | -,027 | ,057 | -,101 | -,109 | -,039 |
| <i>P. molle</i> | ,235 | ,245* | -,195 | ,151 | -,187 | -,117 | ,122 | -,116 | -,232 | -,018 | ,050 | ,057 | -,065 | -,052 | ,184 |
| <i>P. subfuscum</i> | ,135 | -,016 | ,046 | -,037 | ,086 | -,041 | ,076 | ,053 | ,085 | ,005 | -,045 | -,152 | -,033 | ,141 | ,929** |
| <i>P. terebriforme</i> | ,168 | -,068 | ,192 | -,146 | ,187 | -,157 | -,116 | -,253* | -,015 | -,129 | -,010 | -,157 | ,044 | ,264* | ,228 |
| <i>Pseudanabaena catenata</i> | ,294* | ,167 | -,318** | -,030 | -,235 | -,129 | -,092 | -,280* | -,250* | ,123 | ,160 | -,211 | -,107 | ,146 | ,165 |
| <i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i> | ,094 | ,094 | -,196 | -,100 | -,120 | -,303* | -,093 | -,120 | -,251* | -,083 | -,066 | ,026 | ,097 | -,037 | ,132 |
| <i>Rivularia dura</i> | ,371** | ,089 | ,123 | -,142 | ,032 | ,023 | ,087 | -,218 | -,243* | -,093 | ,003 | -,205 | -,009 | ,385** | -,027 |
| <i>Shizothrix</i> cf. <i>facilis</i> | ,094 | ,094 | -,196 | -,100 | -,120 | -,303* | -,093 | -,120 | -,251* | -,083 | -,066 | ,026 | ,097 | -,037 | ,132 |
| <i>Spirogyra</i> sp. ₁ | ,182 | ,169 | -,211 | -,031 | -,330** | -,047 | -,044 | -,139 | -,248* | ,170 | -,027 | ,057 | -,101 | -,109 | -,039 |
| <i>Spirogyra</i> sp. ₄ | ,235 | ,245* | -,195 | ,151 | -,187 | -,117 | ,122 | -,116 | -,232 | -,018 | ,050 | ,057 | -,065 | -,052 | ,184 |
| <i>Spirogyra</i> sp. ₇ | ,135 | -,016 | ,046 | -,037 | ,086 | -,041 | ,076 | ,053 | ,085 | ,005 | -,045 | -,152 | -,033 | ,141 | ,929** |
| <i>Spirulina albida</i> | ,217 | ,351** | -,266* | ,052 | -,288* | -,060 | ,214 | -,183 | -,131 | ,011 | ,063 | ,137 | -,137 | -,108 | ,089 |
| <i>S. laxissima</i> | ,110 | ,001 | ,037 | -,141 | -,016 | -,236* | -,208 | -,296* | -,292* | -,064 | -,137 | -,144 | ,049 | ,296* | ,034 |
| <i>S. major</i> | ,188 | ,020 | ,083 | -,154 | ,035 | -,051 | ,094 | ,005 | -,008 | -,115 | ,003 | -,207 | ,040 | ,271* | ,558** |
| <i>Stigeoclonium tenue</i> | -,048 | ,171 | -,001 | -,008 | -,026 | ,119 | ,083 | -,265* | -,020 | -,023 | -,083 | ,241* | -,152 | -,074 | -,044 |
| <i>Stigeoclonium</i> sp. | ,230 | ,219 | -,136 | -,070 | -,161 | -,047 | -,125 | -,269* | -,170 | ,131 | -,016 | ,096 | -,173 | -,074 | ,090 |
| <i>Tapinothrix</i> sp. | ,083 | -,346** | ,480** | -,262* | ,346** | -,063 | ,108 | -,066 | ,087 | -,308** | -,162 | -,344** | ,346** | ,472** | ,231 |
| <i>Ulva flexuosa</i> | ,188 | ,020 | ,083 | -,154 | ,035 | -,051 | ,094 | ,005 | -,008 | -,115 | ,003 | -,207 | ,040 | ,271* | ,558** |
| <i>Vaucheria sessilis</i> | -,038 | -,315** | ,253* | -,219 | ,260* | -,004 | -,148 | -,060 | ,179 | -,145 | -,035 | -,230 | ,303* | ,161 | -,066 |

¹ – skaidru/neskaidru iki dugno; ** – koreliacijos koeficiento vertė, kai reikšmingumo lygmuo $p < 0,01$; * – koreliacijos koeficiento vertė, kai reikšmingumo lygmuo $p < 0,05$.

14 lentelė. Pirsono koreliacijos koeficientai tarp fitobentos rūšių (įvairovė, gausumas) ir upių hidrologinių, hidrofizikinių, cheminių rodiklių.

| Rūšis | Srovės greitis, m/s | Debitas, m ³ /s | NH ₄ -N, mgN/l | NO ₂ -N, mgN/l | NO ₃ -N, mgN/l | N _{min.} mg/l | N _b , mg/l | PO ₄ -P, mgP/l | P _b , mg/l | N _b /P _b | T, °C | pH | Savit. elektr. laidis, μS/cm | Skend. medž., mg/l | O ₂ , mg/l | BDS ₇ , mgO ₂ /l |
|---|---------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------------------|-------|--------------|------------------------------|--------------------|-----------------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| <i>Audouinella hermannii</i> | -,033 | -,492 | -,373 | -,444 | -,165 | -,186 | -,071 | -,101 | -,307 | ,046 | -,445 | ,216 | -,035 | -,421 | ,329 | ,163 |
| <i>Audouinella</i> sp. | -,030 | -,115 | -,067 | ,080 | ,354* | ,344* | ,398** | -,102 | -,109 | ,607** | -,042 | -,254 | ,166 | -,161 | ,073 | -,027 |
| <i>Batrachospermum gelatinosum</i> | -,481 | -,911 | ,774 | ,431 | -,362 | -,320 | ,496 | -,735 | -,807 | ,833 | -,663 | -,758 | ,263 | -,987* | ,098 | -,965* |
| <i>Chaetophora elegans</i> | -1,00** | -,608 | ,972 | ,982 | ,990 | ,990 | ,907 | 1,00* | ,907 | ,478 | ,731 | -,993 | -,204 | ,863 | -,067 | ,397 |
| <i>Characiopsis heeringiana</i> f. <i>heeringiana</i> | -,220 | -,250 | -,249 | -,552 | -,339 | -,356 | -,361 | -,121 | -,174 | -,258 | -,062 | ,485 | -,360 | -,637 | ,900** | -,450 |
| <i>C. microcysticola</i> | -,255 | -,120 | -,163 | -,355 | -,321 | -,325 | -,377 | -,040 | -,074 | -,387 | -,037 | ,548 | -,075 | -,300 | ,692* | -,201 |
| <i>Cladophora glomerata</i> | ,021 | -,158 | -,312* | -,144 | -,035 | -,087 | -,136 | -,205 | -,216 | -,790 | ,175 | ,235 | -,247 | ,306* | ,061 | -,227 |
| cf. <i>Cyanobium diatomicola</i> | -,101 | -,131 | ,602** | ,141 | ,151 | ,182 | ,170 | ,849** | ,709** | -,135 | -,121 | -,232 | ,264 | -,014 | -,373* | ,461** |
| <i>Heteroleibleinia kossinskajae</i> | -,150 | -,179 | ,280 | ,244 | ,194 | ,248 | ,393** | ,321* | ,321* | ,044 | ,377* | -,160 | ,203 | -,166 | ,025 | ,427** |
| <i>H. cf. leptonema</i> | -,055 | -,134 | ,035 | -,073 | -,078 | -,071 | -,064 | ,030 | ,044 | ,460 | ,075 | -,110 | -,221 | ,151 | ,182 | -,059 |
| <i>H. pusilla</i> | ,029 | -,183 | -,020 | -,100 | ,012 | ,004 | -,005 | ,005 | ,020 | -,040 | -,016 | -,028 | -,246 | ,182 | ,051 | ,031 |
| <i>H. ucrainica</i> | ,280* | -,026 | ,323* | ,009 | ,169 | ,193 | ,149 | ,118 | ,202 | ,036 | ,074 | ,017 | ,030 | ,046 | -,115 | ,220 |
| <i>Heteroleibleinia</i> sp. | -,070 | -,149 | -,085 | -,104 | -,164 | -,169 | -,153 | -,036 | -,052 | -,126 | ,140 | ,044 | -,383* | ,279 | ,053 | ,012 |
| <i>Hildenbrandia rivularis</i> | ,100 | -,149 | -,094 | -,157 | ,139 | ,132 | -,004 | -,120 | -,158 | -,142 | ,029 | -,117 | -,418* | ,261 | ,173 | -,228 |
| <i>Jaaginema subtilissimum</i> | -,034 | -,083 | -,068 | -,036 | ,020 | ,012 | ,003 | -,041 | -,045 | -,005 | ,139 | -,060 | -,235 | ,276* | ,087 | -,101 |
| <i>Komvophoron schmidlei</i> | ,120 | -,165 | ,594** | -,020 | ,479* | ,504* | ,434** | ,035 | ,126 | -,027 | -,160 | ,166 | ,352 | ,050 | -,129 | ,563** |
| <i>Merismopedia punctata</i> | ,260 | -,123 | -,070 | ,165 | ,392* | ,372* | ,495* | ,004 | -,067 | ,360* | -,137 | ,075 | ,227 | -,035 | -,137 | -,106 |

14 lentelė (tęsinys)

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|------------------------------------|---------|---------|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------|--------|-------------|--------------|-------|-------------|--------------|-------|
| <i>Merismopedia tenuissima</i> | | ,267 | -,155 | -,127 | ,145 | ,409* | ,389* | ,510* | -,042 | -,084 | ,484** | -,140 | ,094 | ,197 | -,046 | -,081 | -,145 |
| <i>Microcrocis obvoluta</i> | ,785** | | -,117 | ,047 | ,161 | ,432 | ,415 | ,381 | -,131 | -,060 | ,330 | -,192 | ,376 | ,054 | -,019 | -,088 | ,558* |
| <i>Mougeotia</i> sp. ₃ | -,302 | -,149 | | ,488 | ,371 | ,219 | ,232 | ,069 | -,278 | -,049 | -,044 | -,328 | -,626* | ,197 | ,043 | -,532 | ,174 |
| <i>Nostoc pruniiforme</i> | ,792 | ,057 | -,639 | | -,918 | -,997* | -,999* | -,934 | -,803 | -,616 | -,745 | ,961 | ,756 | -,848 | -,477 | ,974 | -,357 |
| <i>Oedogonium</i> sp. ₃ | ,012 | -,306 | ,229 | -,028 | | ,417 | ,416 | ,401 | -,069 | ,027 | ,324 | -,330 | -,049 | ,281 | ,371 | -,023 | -,041 |
| <i>Oscillatoria limosa</i> | ,105 | ,432* | -,114 | -,095 | -,092 | -,113 | -,068 | -,135 | -,168 | ,110 | -,099 | ,052 | ,117 | -,227 | -,118 | -,274 | |
| <i>Phormidium autumnale</i> | ,248 | -,086 | ,189 | ,200 | ,299* | ,308* | ,291** | ,158 | ,094 | ,197 | -,047 | -,225 | ,334* | -,185 | -,119 | ,155 | |
| <i>P. cf. chalybeum</i> | -1,00** | -1,00** | -,866 | -,992 | -,194 | -,243 | -,026 | ,375 | -,500 | ,113 | ,214 | -,959 | -,552 | -,675 | -,032 | -,994 | |
| <i>P. cf. corium</i> | -,164 | ,735 | -,121 | -,123 | -,427 | -,386 | -,265 | -,282 | -,253 | ,204 | -,357 | -,883* | -,025 | ,038 | -,177 | ,127 | |
| <i>P. retzii</i> | ,272 | -,058 | ,027 | ,360 | -,046 | -,035 | -,380 | ,147 | ,266 | -,471 | ,328 | -,169 | ,056 | ,059 | -,226 | ,525 | |
| <i>P. uncinatum</i> | -,183 | -,572* | ,343 | ,359 | ,089 | ,129 | ,164 | ,096 | ,136 | ,074 | ,133 | -,061 | ,367 | -,005 | -,266 | ,025 | |
| <i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i> | -,280 | -,264 | ,398 | -,196 | -,096 | -,020 | -,036 | ,300 | ,325 | -,061 | -,374 | -,793* | -,489 | -,067 | ,004 | ,272 | |
| <i>Rivularia dura</i> | 1,00** | ,608 | -,972 | -,982 | -,990 | -,990 | -,907 | -1,00* | -,907 | -,478 | -,731 | ,993 | ,204 | -,863 | ,067 | -,397 | |
| <i>Spirogyra</i> sp. ₂ | -,179 | -,263 | -,008 | ,455 | ,319 | ,322 | ,350 | -,386 | -,237 | ,432 | ,114 | -,385 | ,466 | -,168 | -,141 | ,380 | |
| <i>Stigeoclonium tenue</i> | -,416 | -,330 | -,402 | -,313 | -,622 | -,628 | -,691 | -,393 | -,369 | -,189 | -,523 | -,799* | -,654 | -,145 | -,027 | -,305 | |
| <i>Stigeoclonium</i> sp. | -,069 | -,112 | -,059 | -,041 | ,281 | ,247 | ,187 | -,093 | -,111 | ,430** | -,144 | -,061 | ,267 | -,175 | -,076 | -,201 | |
| <i>Vaucheria sessilis</i> | ,197 | -,160 | -,266 | -,276 | -,033 | -,083 | -,092 | -,287 | -,295 | ,065 | ,060 | ,420* | -,150 | ,096 | ,179 | -,076 | |

** – koreliacijos koeficiento vertė, kai reikšmingumo lygmuo $p < 0,01$; * – koreliacijos koeficiento vertė, kai reikšmingumo lygmuo $p < 0,05$; paryškinta – koreliacijos koeficiento vertė, kai reikšmingumo lygmuo $p < 0,1$.

15 lentelė. Pirsono koreliacijos koeficientai tarp makrodumplių projekcinio padengimo (%) ir upių morfometrinių, hidrologinių rodiklių, substratų įvairovės.

| Rūšis | Upės vagos | | Srovės greitis | Vandens drumstumas | Skaidrumas iki dugno, (id)/ne | Upės vingiuotumas | Upės natūralumas | Užpavėsinimas | | Substratas | | | | | |
|--|-------------------|------------------|----------------|--------------------|-------------------------------|-------------------|------------------|---------------|---------|-------------------|-----------|--------|-----------------------|---------------------|----------|
| | plotis, vidutinis | gylis, vidutinis | | | | | | % | balai | Dumblingas smėlis | Priemolis | Smėlis | Žvirgždas, Ø iki 6 cm | Rieduliai, Ø > 6 cm | Mergelis |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| <i>Audouinella chalybea</i> | ,282 | ,049 | ,233 | -,032 | ,020 | ,088 | ,119 | -,202 | -,120 | -,119 | -,083 | -,162 | ,095 | ,228 | -,055 |
| <i>A. hermannii</i> | -,232 | -,328* | ,188 | ,012 | ,227 | ,182 | ,078 | ,404** | ,297* | -,134 | -,026 | ,052 | ,088 | -,040 | -,017 |
| <i>A. pygmaea</i> | ,101 | -,066 | ,153 | ,320* | -,059 | -,089 | -,086 | ,021 | -,040 | -,131 | ,026 | ,100 | -,009 | -,023 | -,031 |
| <i>Audouinella</i> sp. | -,293* | -,203 | ,076 | -,040 | ,029 | ,140 | -,059 | ,056 | ,080 | ,061 | -,083 | -,017 | ,147 | -,123 | -,054 |
| <i>Batrachospermum arcuatum</i> | -,149 | -,168 | ,024 | ,198 | ,094 | ,090 | ,068 | ,403** | ,254 | -,087 | -,037 | ,174 | -,042 | -,065 | -,025 |
| <i>B. gelatinosum</i> | -,183 | -,189 | ,038 | ,162 | ,123 | -,225 | -,293* | ,084 | -,102 | -,094 | ,507** | -,194 | -,035 | ,021 | -,032 |
| <i>Chaetophora elegans</i> | ,421** | -,086 | ,122 | -,106 | ,047 | ,075 | ,081 | -,232 | -,165 | -,059 | -,018 | -,136 | -,020 | ,229 | -,029 |
| <i>C. incrassata</i> | ,399** | ,118 | ,142 | -,090 | ,094 | ,090 | ,068 | -,197 | -,244 | -,050 | -,037 | -,131 | -,142 | ,355* | -,025 |
| <i>Cylindrospermum michailovskoëne</i> | -,149 | ,029 | -,093 | ,198 | -,227 | ,090 | ,068 | -,197 | ,005 | -,012 | -,037 | ,244 | -,117 | -,117 | -,025 |
| <i>Cladophora glomerata</i> | ,014 | -,289* | ,349* | -,185 | ,310* | ,038 | ,143 | -,038 | ,063 | -,250 | -,129 | -,325* | ,220 | ,305* | ,503** |
| <i>Draparnaldia acuta</i> | -,083 | ,029 | ,142 | -,090 | ,094 | ,250 | ,068 | -,197 | ,130 | -,012 | -,037 | ,174 | -,142 | -,012 | -,025 |
| <i>Geitlerinema splendidum</i> | ,103 | ,183 | -,148 | ,258 | -,330* | ,080 | -,019 | ,072 | -,128 | ,169 | -,147 | ,238 | -,109 | -,179 | -,039 |
| <i>Heteroleibleinia ucrainica</i> | ,174 | ,168 | -,110 | ,090 | -,148 | -,230 | ,213 | ,116 | ,007 | -,053 | -,119 | ,386** | -,235 | -,073 | -,033 |
| <i>Hildenbrandia rivularis</i> | ,028 | -,213 | ,381** | -,213 | ,324* | ,108 | ,262 | ,002 | ,108 | -,236 | -,139 | -,228 | ,172 | ,339* | ,025 |
| <i>Komvophoron schmidlei</i> | ,153 | ,127 | -,100 | ,309* | -,321* | -,089 | -,196 | ,037 | -,137 | ,226 | -,088 | ,218 | -,149 | -,207 | ,061 |
| <i>Merismopedia glauca</i> | -,001 | -,025 | -,087 | -,020 | ,005 | ,054 | ,044 | ,098 | ,126 | -,025 | ,112 | -,145 | -,092 | ,188 | ,121 |
| <i>Microcoleus subtorulosus</i> | ,075 | -,046 | ,250 | ,059 | ,044 | ,136 | ,160 | -,098 | -,124 | -,101 | -,071 | -,154 | ,037 | ,232 | ,087 |
| <i>Nostoc pruniforme</i> | ,420** | ,157 | ,075 | -,050 | ,047 | ,075 | ,081 | -,232 | -,288* | -,059 | -,044 | -,104 | -,138 | ,332* | -,029 |
| <i>Oedogonium</i> sp. ₂ | ,075 | ,228 | -,278 | -,124 | -,169 | -,062 | ,122 | ,017 | -,032 | ,150 | -,095 | ,195 | -,178 | -,102 | ,121 |
| <i>Oedogonium</i> sp. ₃ | ,013 | -,051 | -,061 | -,250 | ,013 | -,306* | -,373** | -,377** | -,384** | ,019 | -,120 | -,089 | -,033 | ,191 | -,015 |
| <i>Oscillatoria limosa</i> | ,446** | ,275 | -,058 | -,066 | -,247 | -,064 | ,093 | -,267 | -,283 | -,067 | ,077 | -,183 | ,089 | ,116 | -,033 |
| <i>O. ornata</i> | -,091 | -,084 | -,031 | -,110 | ,008 | ,056 | ,035 | ,072 | ,082 | ,013 | -,101 | -,097 | ,292* | -,148 | -,007 |
| <i>Phormidium amoenum</i> | ,059 | ,247 | -,257 | -,020 | -,227 | -,062 | ,122 | ,033 | -,054 | ,191 | -,087 | ,254 | -,219 | -,159 | ,121 |
| <i>P. autumnale</i> | -,030 | ,084 | ,088 | ,063 | -,018 | ,007 | ,214 | ,089 | ,202 | -,103 | -,128 | ,060 | ,151 | -,073 | -,016 |
| <i>P. cf. chalybeum</i> | -,127 | -,079 | ,024 | -,090 | ,094 | ,090 | ,068 | ,103 | ,130 | -,050 | -,037 | -,154 | ,309* | -,091 | -,025 |
| <i>P. cf. corium</i> | ,019 | ,004 | ,010 | ,157 | -,184 | -,095 | ,093 | -,017 | -,041 | -,053 | -,051 | ,013 | ,031 | ,024 | -,033 |
| <i>P. retzii</i> | ,132 | ,072 | -,058 | -,056 | ,032 | ,122 | ,102 | ,002 | ,029 | -,029 | -,092 | -,167 | ,170 | ,021 | ,390** |
| <i>P. stagninum</i> | -,171 | -,061 | -,328* | ,198 | -,227 | -,230 | -,360* | -,047 | -,244 | ,620** | -,037 | -,154 | -,117 | -,117 | -,025 |

15 lentelė (tęsinys)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|------------------------------------|--------|-------|---------|-------|--------|-------|--------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| <i>Phormidium subfuscum</i> | ,130 | -,016 | ,222 | -,141 | ,146 | ,027 | ,107 | -,158 | -,080 | -,083 | -,059 | -,168 | -,072 | ,399** | -,038 |
| <i>P. tinctorium</i> | ,144 | -,118 | ,082 | ,247 | -,127 | ,089 | ,129 | -,088 | -,012 | -,098 | -,095 | -,100 | ,105 | ,134 | -,061 |
| <i>P. uncinatum</i> | -,058 | -,191 | ,080 | ,059 | ,111 | -,223 | -,321* | -,163 | -,257 | -,165 | ,083 | -,064 | ,080 | ,012 | ,250 |
| <i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i> | ,193 | ,332* | -,418** | ,089 | -,313* | -,232 | ,026 | -,182 | -,381** | -,023 | -,059 | ,197 | -,038 | -,138 | ,044 |
| <i>Rivularia dura</i> | ,399** | ,118 | ,142 | -,090 | ,094 | ,090 | ,068 | -,197 | -,244 | -,050 | -,037 | -,131 | -,142 | ,355* | -,025 |
| <i>Spirogyra</i> sp. ₂ | -,157 | -,191 | -,064 | -,120 | ,113 | -,143 | -,329* | -,155 | -,195 | -,044 | -,057 | ,045 | ,138 | -,130 | -,005 |
| <i>Spirogyra</i> sp. ₆ | ,421** | ,315* | -,093 | -,090 | -,227 | -,070 | ,068 | -,197 | -,244 | -,050 | ,094 | -,154 | ,109 | ,040 | -,025 |
| <i>Spirogyra</i> sp. ₇ | -,013 | -,063 | ,032 | -,094 | ,098 | -,066 | ,072 | ,108 | ,130 | -,054 | -,039 | -,113 | -,046 | ,082 | ,985** |
| <i>Stigeoclonium tenue</i> | -,062 | ,067 | ,056 | -,066 | ,065 | ,216 | ,093 | -,209 | ,128 | -,024 | -,051 | ,241 | -,159 | -,052 | -,033 |
| <i>Thorea hispida</i> | ,048 | -,043 | ,024 | -,090 | ,094 | -,230 | -,217 | -,197 | -,119 | -,050 | -,037 | ,010 | -,042 | ,093 | -,025 |
| <i>Ulva flexuosa</i> | ,362* | ,185 | ,038 | -,141 | -,082 | ,004 | ,107 | -,052 | -,151 | -,104 | ,035 | -,201 | ,006 | ,254 | ,105 |
| <i>Vaucheria sessilis</i> | -,132 | -,219 | ,055 | -,130 | ,171 | -,169 | -,262 | -,075 | -,042 | -,094 | -,040 | -,101 | ,333* | -,139 | -,058 |

Pilnai pažymėtos dumblių rūšys, koreliacijos koeficientai – upių būklės *in situ* vertinimui tinkamos makrodumblių rūšys; ** – koreliacijos koeficiento vertė, kai reikšmingumo lygmuo $p < 0,01$; * – koreliacijos koeficiento vertė, kai reikšmingumo lygmuo $p < 0,05$.

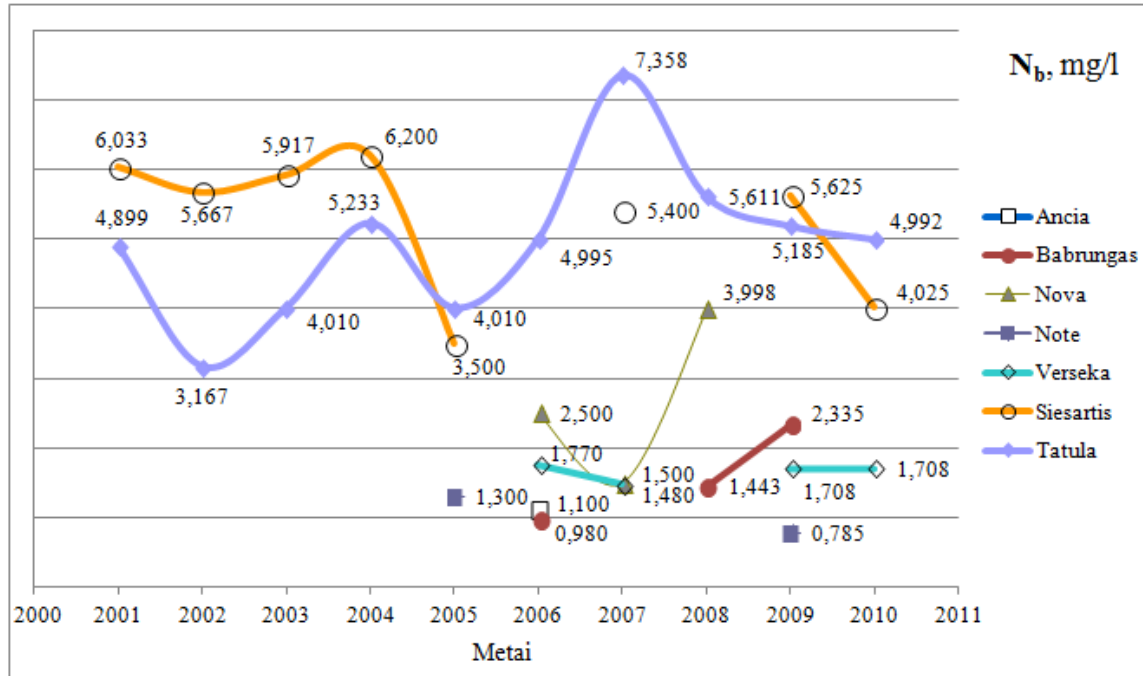
16 lentelė. Pirsono koreliacijos koeficientai tarp makrodumblių projekcinio padengimo (%) ir upių hidrologinių, hidrofizikinių-cheminių rodiklių (APLINKOS..., 2005–2010; 2009).

| Rūšis | Srovės greitis, m/s | Debitas, m ³ /s | NH ₄ -N, mgN/l | NO ₂ -N, mgN/l | NO ₃ -N, mgN/l | N _{amm} , mg/l | N _b , mg/l | PO ₄ -P, mgP/l | P _b , mg/l | N _b /P _b | Temperatūra, °C | pH | Savit.elekt. laidis, μS/cm | Skend. medž., mg/l | O ₂ , mg/l | BDS ₅ , mgO ₂ /l |
|---|------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------------------|--------------------|---------|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| <i>Audouinella chalybea</i> | ,035 | ,214 | -,184 | -,082 | -,019 | -,037 | -,008 | -,089 | -,089 | ,015 | ,043 | ,238 | ,070 | ,049 | ,147 | -,132 |
| <i>A. hermannii</i> | -,037 | -,168 | -,152 | -,113 | -,235 | -,246 | -,248 | -,072 | -,072 | -,124 | -,099 | ,139 | -,313* | ,023 | ,066 | -,119 |
| <i>A. pygmaea</i> | -,091 | ,174 | ,059 | -,031 | -,101 | -,096 | -,116 | -,065 | -,065 | -,122 | ,056 | ,177 | -,065 | ,497** | ,075 | ,158 |
| <i>Audouinella</i> sp. | ,063 | -,137 | ,055 | ,248 | ,441** | ,444** | ,471** | ,065 | ,065 | ,521** | -,114 | -,240 | ,352* | -,157 | -,104 | ,101 |
| <i>Batrachospermum arcuatum</i> | -,034 | -,085 | -,114 | -,057 | -,137 | -,145 | -,157 | -,049 | -,049 | -,118 | -,028 | ,107 | -,077 | -,073 | ,049 | -,137 |
| <i>B. gelatinosum</i> | -,043 | -,105 | -,096 | -,031 | -,093 | -,100 | ,007 | -,121 | -,121 | ,383** | -,124 | -,045 | -,031 | -,141 | ,060 | -,178 |
| <i>Chaetophora elegans</i> | -,031 | ,019 | -,081 | -,044 | -,006 | -,015 | -,020 | -,060 | -,060 | -,006 | ,191 | -,055 | -,214 | ,226 | ,055 | -,148 |
| <i>C. incrassata</i> | ,012 | ,263 | -,103 | -,064 | -,163 | -,170 | -,190 | -,097 | -,097 | -,110 | ,021 | ,145 | -,167 | -,134 | ,084 | -,137 |
| <i>Cylindrospermum michailovskoense</i> | ,518** | -,011 | ,051 | ,055 | ,362* | ,359* | ,308* | ,044 | ,044 | ,024 | -,063 | ,126 | ,187 | -,018 | ,120 | ,161 |
| <i>Cladophora glomerata</i> | -,110 | ,043 | -,112 | -,048 | -,027 | -,039 | -,050 | -,012 | -,012 | -,100 | ,407** | ,130 | -,061 | ,267 | -,121 | -,117 |
| <i>Draparnaldia acuta</i> | ,017 | -,015 | -,080 | -,033 | -,080 | -,086 | -,142 | -,068 | -,068 | -,105 | -,146 | -,405** | -,174 | -,032 | -,035 | -,119 |
| <i>Geitlerinema splendidum</i> | -,130 | -,132 | ,136 | -,025 | -,100 | -,090 | -,050 | ,192 | ,192 | -,043 | -,023 | ,178 | ,069 | -,020 | -,004 | ,185 |
| <i>Heteroleibleinia ucrainica</i> | ,410** | ,159 | ,515** | -,023 | ,045 | ,083 | -,003 | ,287* | ,287* | -,301* | -,104 | ,100 | ,000 | ,172 | ,029 | ,368* |
| <i>Hildenbrandia rivularis</i> | -,009 | -,016 | -,173 | -,127 | -,137 | -,153 | -,209 | -,199 | -,199 | -,102 | ,091 | ,063 | -,413** | ,310* | ,294* | -,085 |
| <i>Komvophoron schmidlei</i> | -,221 | -,113 | ,206 | ,103 | -,019 | ,000 | ,001 | ,057 | ,057 | -,133 | ,085 | ,158 | ,143 | -,009 | -,147 | ,248 |
| <i>Merismopedia glauca</i> | -,144 | -,115 | -,130 | -,087 | -,300* | -,307* | -,338* | -,145 | -,145 | -,213 | ,185 | -,018 | -,126 | ,035 | ,138 | -,061 |
| <i>Microcoleus subtorulosus</i> | -,191 | -,121 | -,064 | -,050 | -,050 | -,045 | -,048 | -,046 | -,046 | -,074 | ,067 | ,131 | -,060 | ,063 | ,096 | -,065 |
| <i>Nostoc pruniforme</i> | ,004 | ,259 | -,109 | -,069 | -,174 | -,181 | -,204 | -,113 | -,113 | -,118 | ,009 | ,122 | -,177 | -,140 | ,074 | -,134 |
| <i>Oedogonium</i> sp. ₂ | -,115 | -,013 | -,133 | -,092 | -,274 | -,282 | -,296* | -,097 | -,097 | -,171 | ,136 | ,217 | -,174 | -,227 | ,335* | -,175 |
| <i>Oedogonium</i> sp. ₃ | -,113 | ,172 | ,013 | -,091 | -,042 | -,040 | -,083 | -,094 | -,094 | -,100 | ,034 | ,166 | ,075 | ,160 | ,042 | -,103 |
| <i>Oscillatoria limosa</i> | -,021 | ,432** | -,090 | -,031 | -,043 | -,050 | -,025 | -,089 | -,089 | ,075 | ,028 | -,001 | ,018 | -,093 | -,115 | -,155 |
| <i>O. ornata</i> | -,033 | -,128 | -,057 | -,010 | -,052 | -,056 | -,039 | -,069 | -,069 | ,015 | -,088 | ,043 | -,043 | -,191 | ,063 | -,042 |
| <i>Phormidium amoenum</i> | -,129 | -,123 | -,109 | -,081 | -,251 | -,257 | -,283 | -,086 | -,086 | -,199 | ,144 | ,256 | -,162 | -,187 | ,272 | -,128 |
| <i>P. autumnale</i> | ,232 | -,032 | -,107 | -,061 | ,188 | ,172 | ,168 | -,137 | -,137 | ,157 | -,098 | ,002 | ,250 | -,153 | ,127 | -,108 |
| <i>P. cf. chalybeum</i> | -,115 | -,093 | -,072 | -,039 | -,027 | -,034 | ,017 | -,012 | -,012 | -,011 | ,041 | -,010 | -,037 | -,089 | -,023 | -,067 |
| <i>P. cf. corium</i> | ,050 | ,093 | -,008 | -,038 | -,038 | -,040 | -,082 | -,078 | -,078 | -,073 | -,154 | -,182 | -,033 | -,035 | -,015 | ,032 |
| <i>P. retzii</i> | -,097 | -,055 | -,182 | -,074 | -,291* | -,302* | -,280 | -,140 | -,140 | -,052 | ,268 | ,048 | -,275 | -,164 | ,066 | -,179 |
| <i>P. stagninum</i> | -,107 | -,094 | ,158 | ,968** | -,096 | -,042 | ,095 | ,614** | ,614** | -,128 | -,056 | -,159 | ,230 | -,096 | -,346* | ,021 |

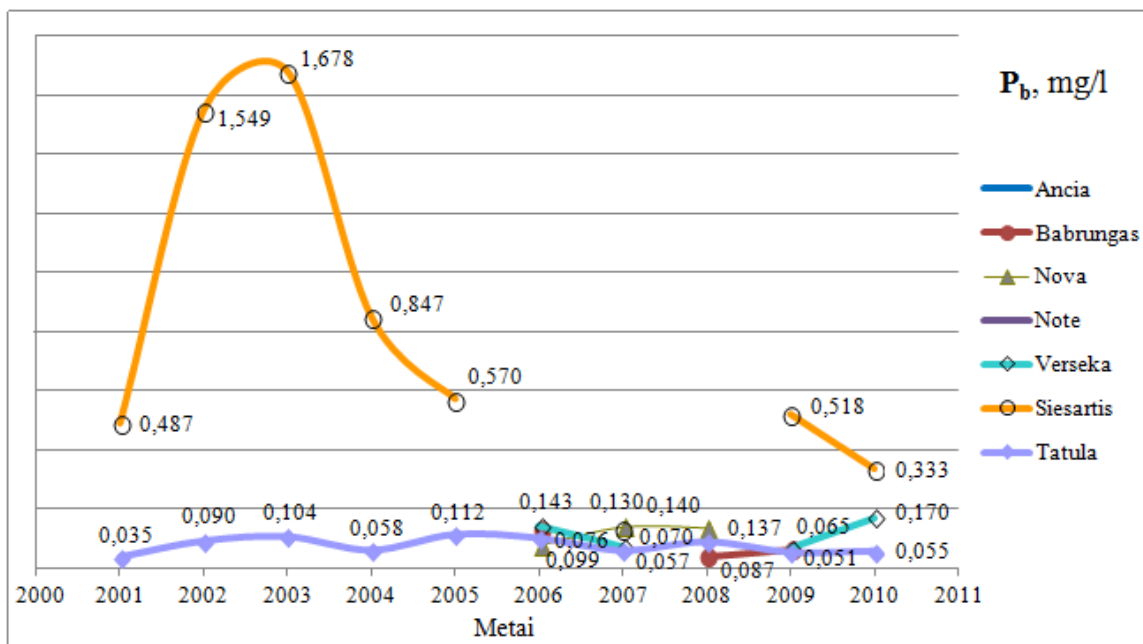
16 lentelė (tęsinys)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|------------------------------------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|-------|--------|---------|-------|
| <i>Phormidium subfuscum</i> | -,035 | -,052 | -,020 | -,067 | -,117 | -,119 | -,127 | -,085 | -,085 | -,072 | ,260 | ,089 | -,266 | ,278 | ,171 | -,102 |
| <i>P. tinctorium</i> | -,140 | -,112 | -,121 | ,032 | -,163 | -,168 | -,113 | -,076 | -,076 | -,012 | ,037 | ,087 | -,106 | ,005 | ,149 | ,006 |
| <i>P. uncinatum</i> | -,166 | -,125 | -,083 | -,044 | -,246 | -,246 | -,237 | -,139 | -,139 | -,065 | ,499** | ,151 | -,023 | -,004 | -,102 | ,065 |
| <i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i> | -,053 | ,070 | ,265 | -,046 | -,117 | -,096 | -,132 | ,075 | ,075 | -,123 | -,002 | -,204 | -,077 | -,022 | -,122 | ,187 |
| <i>Rivularia dura</i> | ,012 | ,263 | -,103 | -,064 | -,163 | -,170 | -,190 | -,097 | -,097 | -,110 | ,021 | ,145 | -,167 | -,134 | ,084 | -,137 |
| <i>Spirogyra sp.2</i> | -,068 | -,135 | -,079 | -,013 | -,069 | -,075 | -,072 | -,116 | -,116 | ,072 | ,350* | ,017 | ,092 | -,133 | -,041 | ,040 |
| <i>Spirogyra sp.6</i> | -,009 | ,477** | -,091 | -,045 | -,058 | -,065 | -,031 | -,071 | -,071 | ,075 | -,035 | ,061 | ,057 | -,137 | -,083 | -,154 |
| <i>Spirogyra sp.7</i> | -,164 | -,101 | ,038 | ,063 | -,117 | -,109 | -,131 | ,053 | ,053 | -,123 | ,580** | ,028 | -,012 | -,121 | -,420** | ,031 |
| <i>Stigeoclonium tenue</i> | ,014 | -,012 | -,088 | -,044 | -,091 | -,098 | -,167 | -,092 | -,092 | -,124 | -,174 | -,369** | -,190 | -,041 | -,034 | -,125 |
| <i>Thorea hispida</i> | ,063 | ,406** | ,078 | -,009 | ,053 | ,057 | -,013 | -,017 | -,017 | -,095 | ,007 | ,113 | ,031 | ,571** | ,001 | ,038 |
| <i>Ulva flexuosa</i> | -,066 | ,268 | -,084 | -,046 | -,118 | -,124 | -,086 | -,062 | -,062 | ,004 | ,126 | ,127 | -,009 | -,187 | ,008 | -,201 |
| <i>Vaucheria sessilis</i> | -,024 | -,154 | -,143 | -,058 | ,010 | -,005 | ,035 | -,109 | -,109 | ,061 | ,209 | ,109 | ,209 | -,097 | -,049 | -,063 |

Pilkai pažymėtos rūšys, koreliacijos koeficientai – upių monitoringui tinkamos makrodumblių rūšys; ** – koreliacijos koeficiento vertė, kai reikšmingumo lygmuo $p < 0,01$; * – koreliacijos koeficiento vertė, kai reikšmingumo lygmuo $p < 0,05$.



48 pav. Vidutiniai metiniai bendrojo azoto (N_b) koncentracijos pokyčiai tirtose upėse 2001–2010 m. (APLINKOS..., 2001–2004; 2005–2010).



49 pav. Vidutiniai metiniai bendrojo fosforo (P_b) koncentracijos pokyčiai tirtose upėse 2001–2010 m. (APLINKOS..., 2001–2004; 2005–2010).

17 lentelė. Lietuvos upių ekologinės būklės vertinimas pagal hidrocheminius ir biologinius vandens kokybės elementų rodiklius.

| Upės tipas ¹ | Upė | Ekologinės būklės klasė pagal maistinių medžiagų kiekį vandenyje ² | | Ekologinės būklės klasė pagal įvairius biologinius kokybės elementus (BKE) | | | | |
|-------------------------|----------------|---|----------------|--|-----------------|-------------------|------------------|----------|
| | | N _b | P _b | fitobento- | makrofitų | Danijos | Lietuvos | |
| | | | | so | etaloninis | indeksas | | upių |
| 1 | 2 | 3 | 4 | BI | RI ³ | DIUF ⁴ | LŽI ⁴ | |
| 1 tipas | Alkūpis | Bloga | L. bloga | Bloga | -- | Vidutinė | -- | |
| | Armona | Vidutinė | L. gera | Gera | -- | L. gera | Gera | |
| | Ašva I | Vidutinė | L. gera | -- | Bloga | Gera | Bloga | |
| | Ašva II | L. gera | L. gera | Gera | -- | L. gera | Vidutinė | |
| | Beržupis | L. gera | L. gera | L. gera | Gera | L. gera | L. gera | |
| | Bubinas | L. gera | L. gera | -- | -- | Vidutinė | -- | |
| | Gauja | L. gera | L. gera | L. bloga | Gera | L. gera | L. gera | |
| | Jūrė | L. gera | L. gera | -- | -- | L. gera | Gera | |
| | Kamatis | Bloga | L. gera | Gera | -- | Vidutinė | -- | |
| | Kiršinas I | Vidutinė | Vidutinė | Gera | Bloga | Gera* | L. bloga* | |
| | Nikajus | L. gera | L. gera | Gera | Gera | L. gera * | Gera* | |
| | Notė | L. gera | L. gera | L. gera | -- | Gera | Gera | |
| | Pelyša | Gera | L. gera | L. gera | -- | L. gera | Gera | |
| | Peteša | L. gera | L. gera | -- | Bloga | L. gera | -- | |
| | Salantas | Gera | L. gera | Vidutinė | -- | L. gera | Vidutinė | |
| | Saria | L. gera | L. gera | Gera | Gera | L. gera | L. gera | |
| | Suraižos upelė | Vidutinė | L. gera | L. gera | -- | L. gera | -- | |
| | Šaltuona | Vidutinė | Vidutinė | Gera | -- | Gera | Vidutinė | |
| | Šeškinė | Vidutinė | L. gera | Bloga | Vidutinė | L. gera | -- | |
| | Veiviržas | L. gera | L. gera | L. gera | -- | L. gera | Vidutinė | |
| | Virinta | L. gera | L. gera | Vidutinė | Gera | L. gera | Vidutinė | |
| | Žemoji Gervė | Gera | L. gera | L. gera | -- | Gera | Vidutinė | |
| | 2 tipas | Apaščia | Vidutinė | L. gera | Vidutinė | Gera | L. gera | Bloga |
| | | Baltoji Ančia | L. gera | L. gera | L. gera | vidutinė | L. gera | Vidutinė |
| | | Dysna | L. gera | L. gera | Vidutinė | Gera | Gera | Bloga |
| | | Jara-Šetekšna | Gera | L. gera | Bloga | Gera | Gera | -- |
| Jūra | | L. gera | L. gera | Gera | Gera | L. gera * | Gera | |
| Mūša | | Bloga | L. gera | Vidutinė | -- | Gera | Vidutinė* | |
| Nevēžis | | Vidutinė | L. gera | Vidutinė | Gera | Gera | Bloga | |
| Nova | | Vidutinė | Gera | Gera | -- | Vidutinė | -- | |
| Ringuva | | Vidutinė | Gera | Vidutinė | L. gera | Gera | Bloga | |
| Siesartis | | Vidutinė | Vidutinė | Gera | -- | Vidutinė | Gera | |
| Strėva | | L. gera | Gera | L. gera | -- | Vidutinė | Gera* | |
| Šalčia | | L. gera | L. gera | Gera | Gera | L. gera | Gera | |
| Šyša I | | L. gera | L. gera | Bloga | -- | Vidutinė | Gera | |
| Šyša II | | Gera | Vidutinė | Bloga | -- | Bloga | -- | |
| Šventoji I | | L. gera | L. gera | Gera | Gera | L. gera | Gera | |
| 3 tipas | | Aitra | Gera | L. gera | L. gera | -- | L. gera | Gera |
| | Akmena-Danė | L. gera | L. gera | -- | -- | Vidutinė | -- | |
| | Ančia | L. gera | L. gera | Vidutinė | -- | Gera | Gera | |
| | Babrungas I | Gera | L. gera | Gera | -- | L. gera | -- | |
| | Babrungas II | Gera | L. gera | Gera | -- | L. gera | -- | |
| | Bartuva | L. gera | L. gera | Bloga | -- | Vidutinė | Bloga | |

17 lentelė (tęsinys)

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|----------|-------------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|----------|
| 3 tipas | Dotnuvėlė | Vidutinė | Gera | Gera | Vidutinė | Vidutinė | Vidutinė | Vidutinė |
| | Kiršinas II | Vidutinė | Vidutinė | Bloga | – | Vidutinė | Bloga | |
| | Kražantė | Gera | L. gera | Vidutinė | Vidutinė | L. gera * | Gera | |
| | Laukesa | L. gera | L. gera | Gera | – | Vidutinė | – | |
| | Lokysta | Gera | Gera | – | Vidutinė | Vidutinė | Bloga | |
| | Mera-Kūna | L. gera | L. gera | Vidutinė | Gera | L. gera | Gera | |
| | Merkys I | L. gera | L. gera | L. gera | Gera | L. gera | Gera | |
| | Rudamina | L. gera | Gera | – | Vidutinė | Gera | Vidutinė | |
| | Šešupė | Gera | Gera | Bloga | Gera | L. gera* | Gera* | |
| | Širvinta | L. gera | L. gera | – | Gera | Gera | Vidutinė | |
| | Šušvė | Gera | L. gera | Gera | Bloga | L. gera | Vidutinė* | |
| | Tatula | Vidutinė | L. gera | L. gera | – | Gera | Bloga | |
| | Varduva I | L. gera | L. gera | Bloga | Gera | L. gera | Gera | |
| | Varduva II | L. gera | L. gera | Vidutinė | – | L. gera | Vidutinė | |
| | Verknė | Gera | L. gera | Gera | L. gera | L. gera | – | |
| | Verseka I | L. gera | L. gera | – | L. gera | L. gera | Vidutinė | |
| | Verseka II | Gera | L. gera | Gera | Gera | Gera | Gera | |
| Visinčia | L. gera | L. gera | Bloga | L. gera | L. gera | Gera | | |
| 4 tipas | Šventoji II | L. gera | L. gera | Gera | Gera | Gera | Gera | |
| | Venta I | Gera | L. gera | Bloga | gera | Vidutinė | – | |
| 5 tipas | Dubysa | Gera | L. gera | – | L. gera | L. gera | Vidutinė | |
| | Merkys II | L. gera | L. gera | Gera | L. gera | L. gera | L. gera | |
| | Minija | L. gera | L. gera | Vidutinė | Vidutinė | Bloga | Gera | |
| | Nemunėlis | Gera | L. gera | Bloga | L. gera | Gera | Bloga | |
| | Šešuvis | Gera | Gera | L. gera | Vidutinė | Gera | – | |
| | Venta II | L. gera | Gera | Bloga | Gera | L. gera | Gera | |
| Žeimena | L. gera | L. gera | Gera | Gera | L. gera | Gera | | |

¹ – APLINKOS..., 2009; ² – APLINKOS..., 2005–2010; 2009; ³ – SINKEVIČIENĖ, 2010–2011; ⁴ – APLINKOS..., 2005–2010; „–“ – AAA nevykdė tyrimų; „–“ – atliktas tyrimas, bet metodiškai būklės klasės nustatyti negalima; * – ekologinis potencialas.