

UNIVERZITET U BEOGRADU

BIOLOŠKI FAKULTET

Jelena Ž. Jovanović

RASPROSTRANJENJE CIJANOBAKTERIJA U
POVRŠINSKIM VODAMA NAMENJENIM ZA
VODOSNABDEVANJE I REKREACIJU U SRBIJI

– doktorska disertacija –

Beograd, 2020

UNIVERSITY OF BELGRADE

FACULTY OF BIOLOGY

Jelena Ž. Jovanović

THE DISTRIBUTION OF CYANOBACTERIA IN SURFACE
WATERS IN RELATION TO WATER SUPPLY AND
RECREATION IN SERBIA

– doctoral dissertation –

Belgrade, 2020

Mentori:

dr **Vesna Karadžić**, naučni saradnik,

Institut za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanovic Batut“

Prof. dr **Gordana Subakov Simić**, vanredni profesor,

Univerzitet u Beogradu, Biološki fakultet

Članovi komisije:

Doc. dr **Verica Jovanović**, docent,

Institut za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanovic Batut“

Prof. dr **Jelena Krizmanić**, vanredni profesor,

Univerzitet u Beogradu, Biološki fakultet

dr **Sladana Popović**, naučni saradnik,

Univerzitet u Beogradu, Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju

Datum odbrane: _____

Doktorska disertacija realizovana je na Odseku za ispitivanje vode za piće, rekreaciju i otpadnih voda Instituta za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanovic Batut“, a delom i na Katedri za algologiju, mikologiju i lihenologiju Instituta za botaniku i botaničke bašte „Jevremovac“ Biološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu (projekat OI 176020). Koristim priliku da se zahvalim svim kolegama sa Odseka i Katedre na pomoći, podršci i lepim trenucima.

Najveću zahvalnost dugujem svojim briljantnim mentorkama, dr Vesni Karadžić i prof. dr Gordani Subakov Simić, na izuzetnoj podršci, korisnim savetima, volji, strpljenju i ukazanom poverenju tokom izrade doktorske disertacije. Dr Vesni Karadžić se posebno zahvaljujem na strpljivom i nesebičnom deljenju svog višegodišnjeg iskustva i podsticanju novih naučnih ideja, a prof. dr Gordani Subakov Simić na inspiraciji da se bavim hidrobiologijom još iz perioda osnovnih studija.

Izuzetnu zahvalnost dugujem i dr Slađani Popović na neizmernoj pomoći vezano za statističke analize, detaljnom čitanju doktorske disertacije, kao i na dugogodišnjoj saradnji u istraživačkom radu i prijateljstvu.

Doc. dr Verici Jovanović se neizmerno zahvaljujem na ohrabrenju, podstreku i podršci da se analize vezane za izradu doktorske disertacije realizuju na Institutu za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanovic Batut“, kao i za korisne sugestije za izradu teze.

Prof. dr Jeleni Krizmanić se posebno zahvaljujem na svim korisnim sugestijama koje su doprinele poboljšanju kvaliteta disertacije.

Posebno sam zahvalna spec. san. hem. Nikolini Tomašević, Snežani Novaković i Jasni Šljivić na velikom trudu pri izradi hemijskih analiza za ovu doktorsku disertaciju, ali i na divnom druženju i uvek veseloj, a opet produktivnoj atmosferi na Odseku.

Milanu Milenkoviću se zahvaljujem za sprovedene analize mikrocistina, kao i tehničarki Zorici Mančev. Spec. hem. Zorici Blagojević se takođe zahvaljujem na podršci i nadzoru u analizi pomenutih cijanotoksina.

Puno hvala Milošu Tomiću i Dejanu Ivanoviću za istrajnu pomoć u prikupljanju uzoraka na terenu. Zahvaljujem se i Neveni Petković na pomoći pri uzimanju dela uzoraka sa akumulacije Pariguz.

Iskazujem veliko poštovanje i prethodnom direktoru instituta Batut, dr Draganu Iliću. I puno hvala svim ostalim dragim kolegama iz Batuta.

Takođe, zahvalnost dugujem timu koji je organizovao DCC kurs (Jan Kaštovský, Jeffrey Johansen i Tomáš Hauer), čija su predavanja i saveti u velikoj meri doprineli boljem razumevanju problematike vezano za identifikaciju cijanobakterija.

Veliku zahvalnost dugujem dr Dragani Predojević, Ani Blagojević i dr Ivani Trbojević na pomoći, divnoj saradnji i zajedničkim veselim počecima.

Srdačno se zahvaljujem svim ostalim kolegama, saradnicima i bliskim ljudima koji su pružili podršku u toku izrade teze.

Svojim dragim prijateljima, Ani Andjelković, Dragani Antonijević, Mariji Radojičić, Miljani Jakovljević i Goci Andrejić, veliko hvala za divnu i istrajnu podršku tokom svih godina studija, još od samog početka fakultetskih dana.

Zahvaljujem se ujni Nataši na podstreku i ohrabrenju da upišem doktorske studije.

Dugujem veliku zahvalnost Božu Kneževiću za pomoć oko obrade grafika, tabli i drugih grafičkih detalja u tekstu, kao i za neizmernu podršku, za smeh, za pažnju i strpljenje.

Iznad svega, neizmerno sam zahvalna mojim roditeljima, Mileni i Slavoljubu, ujaku Miodragu i sestri Milici na beskrajnoj i безусловnoj podršci, pomoći, razumevanju, ljubavi i veri u moj uspeh. Hvala što ste uvek bili uz mene. Ovu disertaciju posvećujem vama.

Rasprostranjenje cijanobakterija u površinskim vodama namenjenim za vodosnabdevanje i rekreaciju u Srbiji

Sažetak:

Predmet ove doktorske disertacije jeste procena diverziteta cijanobakterija u vodama koje se se koriste za vodosnabdevanje i rekreaciju. U tu svrhu, napravljena je baza podataka rezultata mikroskopskih analiza, dopunjena podacima iz publikovane literature. U periodu 2012-2017.god., analizirano je ukupno 503 uzorka, uzetih sa 35 odabranih lokaliteta, pri čemu je identifikovano 148 taksona. Zajedno sa podacima iz 119 pregledanih naučnih publikacija, zabeleženo je ukupno 328 taksona cijanobakterija (iz 84 roda, 28 familija i 6 redova) za ispitivanu grupu voda. Među njima, preovlađuju predstavnici reda *Synechococcales* (~35%), dok dominira homocitna forma cijanobakterija (~47%). Osim toga, 77 taksona se može okarakterisati kao potencijalno toksično, dok se 9 vrsta smatra invazivnim. Posebna pažnja posvećena je vrstama koje su potencijalno toksične i/ili invazivne, pošto njihova intenzivna proliferacija može predstavljati rizik po zdravlje ljudi i životnu sredinu. U tu svrhu, kao deo istraživanja, analizirana je vremenska dinamika (nedeljna, mesečna i godišnja) cijanobakterija unutar zajednice fitoplanktona, kao i veza sredinskih faktora i cijanobakterija/fitoplanktona u Savskom jezeru, akumulaciji Pariguz i reci Dunav, ali i pojave mikrocistina u akumulaciji Pariguz. Tri ispitivana vodna tela se značajno razlikuju po opštim karakteristikama, hemijskom sastavu vode i dinamici zajednice fitoplanktona. Ipak, povećana mutnoća vode se izdvaja kao faktor koji bi mogao imati važnu ulogu u favorizovanju potencijalno štetnih taksona. Shodno tome, povećanje prozvidnosti vode predstavlja neophodan preduslov za efikasnije upravljanje vodama i kontrolu razvoja vrsta štetnih po zdravlje ljudi i životnu sredinu, poput *Limnothrix redekei*, *Planktothrix agardhii* i *Cylindrospermopsis raciborskii*.

Ključne reči: cijanobakterije, cijanotoksini, fitoplankton, fitobentos, sredinski faktori, cijanobakterijsko „cvetanje“, invazivne vrste, vodosnabdevanje i rekreacija.

Naučna oblast: Ekologija

Uža naučna oblast: Hidroekologija

UDK broj:

Distribution of cyanobacteria in surface water in relation to water supply and recreation in Serbia

Abstract:

The aim of this dissertation is to assess the diversity of cyanobacteria in waters intended for water supply and recreation. In this regard, a database obtained from the the results of microscopic analyzes was created, supplemented by data from the published literature. In the period between 2012-2017, a total of 503 samples were analyzed, taken from 35 selected localities, and 148 taxa was identified. Together with data from 119 scientific publications, a total of 328 cyanobacterial taxa (belonging to 84 genera, 28 families and 6 orders) were recorded for the investigated group of water bodies. Among them, representatives of the order Synechococcales (~ 35%) predominate, while the homocytic form of cyanobacteria (~ 47%) prevails. In addition, 77 taxa could be characterized as potentially toxic, while 9 species are considered invasive. Special attention has been paid to species characterized as potentially toxic and/or invasive, as their excessive proliferation can pose a risk to human and environmental health. For this purpose, as part of the study, the temporal dynamics of cyanobacteria (weekly, monthly and annual) within the phytoplankton community has been analyzed, as well as their relationship with environmental factors in the Sava Lake, the Pariguz reservoir and the Danube River and, additionally, the occurrence of microcystins in the Pariguz reservoir. The three observed water bodies differ significantly regarding their general characteristics, water chemistry and dynamics of the phytoplankton community. Nevertheless, high water turbidity stands out as a factor that could play an important role in favoring potentially harmful taxa. Thus, increasing water transparency could be a necessary precondition for efficient water management in terms of controlling the development of species harmful to human and environmental health, such as *Limnothrix redekei*, *Planktothrix agardhii* and *Cylindrospermopsis raciborskii*.

Keywords: cyanobacteria, cyanotoxins, phytoplankton, phytobenthos, environmental factors, cyanobacterial bloom, invasive species, water supply and recreation.

Scientific area: Ecology

Scientific field: Hydroecology

UDK number:

SADRŽAJ:

1.UVOD	1
1.1. Vodni resursi	1
1.1.1. Vodna tela u Republici Srbiji – tipovi i namene	2
1.1.1.1. Vodna tela koja se koriste za vodosnabdevanje	3
1.1.1.2. Vodna tela koja se koriste za rekreaciju.....	3
1.1.1.3. Antropogeni uticaj na vode u Srbiji.....	3
1.1.2. Površinske vode i njihovi primarni producenti	4
1.2. Cijanobakterije.....	4
1.2.1. Ekološki i morfološki diverzitet cijanobakterija	5
1.2.2. Taksonomija cijanobakterija.....	7
1.2.3. Ekološki faktori koji utiču na rast cijanobakterija	10
1.2.3.1. Hemijski faktori – nutrijenti	10
1.2.3.2. Fizički faktori	12
1.2.4. Klimatske promene	13
1.2.5. Širenje alohtonih i invazivnih vrsta.....	15
1.3. „Cvetanje“ algi i cijanobakterija	16
1.3.1. Cijanobakterije kao uzročnici „cvetanja“	17
1.3.1.1. Faktori uzročnici cijanobakterijskog cveta	18
1.3.1.2. Posledice cvetanja cijanobakterija.....	22
1.4. Cijanotoksini	24
1.4.1. Struktura i toksičnost cijanotoksina	25
1.4.1.1. Hepatotoksini.....	27
1.4.1.2. Neurotoksini	28
1.4.1.3. Dermatotoksini	30
1.4.1.4. Novija istraživanja	30
1.4.2. Cijanotoksini kao pretnja po ljudsko zdravlje i životnu sredinu.....	30

1.4.2.1. Efekat cijanotoksina na živi svet	30
1.4.2.2. Trovanja ljudi uzrokovana cijanotoksinima.....	31
1.5. Monitoring i mere zaštite	32
2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA	1
3. MATERIJAL I METODE.....	37
3. 1. Istraživani lokaliteti	37
3.1.1. Lokaliteti na kojima je vršena analiza uticaja ekoloških faktora na zajednicu planktonskih cijanobakterija.....	40
3.1.1.1. Savsko jezero.....	40
3.1.1.2. Akumulacija Pariguz.....	41
3.1.1.3. Reka Dunav	42
3. 2. Uzimanje uzoraka	43
3.2.1. Uzorkovanje za fizičko-hemijsku analizu i merenja na terenu.....	43
3.2.2. Uzorkovanje fitoplanktona	44
3.2.3. Uzorkovanje fitobentosa.....	45
3.2.4. Transport i skladištenje uzoraka	46
3. 3. Meteorološki podaci	46
3.4. Analiza fizičkih i hemijskih parametara vode.....	46
3. 5. Spektrofotometrijsko određivanje koncentracije hlorofila <i>a</i>	47
3. 6. Kvalitativna analiza zajednice.....	47
3. 7. Kvantitativna analiza zajednice fitoplanktona	48
3. 7. 1. Određivanje udela u biomasi fitoplanktona	49
3. 8. Analiza mikrocistina.....	49
3. 9. Prikupljanje podataka za formiranje baze rasprostranjenja cijanobakterija.....	50
3.9.1. Pregled dosadašnjih istraživanja cijanobakterija u vodama koje se dovode u vezu sa vodosnabdevanjem i rekreativnim aktivnostima u Republici Srbiji.....	51
3.9.2. Nalazi zabeleženi u toku ovog istraživanja	52
3.10. Statistička obrada podataka.....	53
4. REZULTATI	55

4. 1. Floristički spisak cijanobakterija detektovanih u vodama koje se koriste za vodosnabdevanje i rekreaciju u Republici Srbiji	55
4.1.1. Rasprostranjenje zabeleženih taksona cijanobakterija, sa opisom svih rodova.....	69
4.1.1.1. Rod <i>Anabaena</i>	70
4.1.1.2. Rod <i>Anabaenopsis</i>	71
4.1.1.3. Rod <i>Anagnostidinema</i>	72
4.1.1.4. Rod <i>Anathece</i>	74
4.1.1.5. Rod <i>Aphanizomenon</i>	75
4.1.1.6. Rod <i>Aphanocapsa</i>	77
4.1.1.7. Rod <i>Aphanothece</i>	82
4.1.1.8. Rod <i>Arthrospira</i>	83
4.1.1.9. Rod <i>Calothrix</i>	84
4.1.1.10. Rod <i>Chamaesiphon</i>	85
4.1.1.11. Rod <i>Chroococcopsis</i>	86
4.1.1.12. Rod <i>Chroococcus</i>	87
4.1.1.13. Rod <i>Chrysosporum</i>	90
4.1.1.14. Rod <i>Clastidium</i>	91
4.1.1.15. Rod <i>Coelomoron</i>	91
4.1.1.16. Rod <i>Coelosphaerium</i>	92
4.1.1.17. Rod <i>Cronbergia</i>	93
4.1.1.18. Rod <i>Cuspidothrix</i>	93
4.1.1.19. Rod <i>Cyanobium</i>	94
4.1.1.20. Rod <i>Cyanodictyon</i>	95
4.1.1.21. Rod <i>Cyanosarcina</i>	95
4.1.1.22. Rod <i>Cyanostylon</i>	96
4.1.1.23. Rod <i>Cyanothece</i>	96
4.1.1.24. Rod <i>Cylindrospermopsis</i>	97
4.1.1.25. Rod <i>Cylindrospermum</i>	98

4.1.1.26. Rod <i>Dolichospermum</i>	98
4.1.1.27. Rod <i>Eucapsis</i>	102
4.1.1.28. Rod <i>Geitlerinema</i>	103
4.1.1.29. Rod <i>Glaucospira</i>	104
4.1.1.30. Rod <i>Gloeocapsa</i>	104
4.1.1.31. Rod <i>Gloeocapsopsis</i>	105
4.1.1.32. Rod <i>Gloeotrichia</i>	106
4.1.1.33. Rod <i>Gomphosphaeria</i>	107
4.1.1.34. Rod <i>Heteroleibleinia</i>	107
4.1.1.35. Rod <i>Heteroscytonema</i>	108
4.1.1.36. Rod <i>Homoeothrix</i>	109
4.1.1.37. Rod <i>Hydrococcus</i>	109
4.1.1.38. Rod <i>Isocystis</i>	110
4.1.1.39. Rod <i>Jaaginema</i>	111
4.1.1.40. Rod <i>Johanseninema</i>	112
4.1.1.41. Rod <i>Kamptonema</i>	113
4.1.1.42. Rod <i>Komvophoron</i>	114
4.1.1.43. Rod <i>Leibleinia</i>	115
4.1.1.44. Rod <i>Lemmermanniella</i>	116
4.1.1.45. Rod <i>Leptolyngbya</i>	116
4.1.1.46. Rod <i>Limnococcus</i>	120
4.1.1.47. Rod <i>Limnoraphis</i>	121
4.1.1.48. Rod <i>Limnothrix</i>	122
4.1.1.49. Rod <i>Lyngbya</i>	124
4.1.1.50. Rod <i>Merismopedia</i>	126
4.1.1.51. Rod <i>Microcoleus</i>	129
4.1.1.52. Rod <i>Microcrocis</i>	130
4.1.1.53. Rod <i>Microcystis</i>	131

4.1.1.54. Rod <i>Nodularia</i>	135
4.1.1.55. Rod <i>Nostoc</i>	136
4.1.1.56. Rod <i>Oscillatoria</i>	137
4.1.1.57. Rod <i>Oxynema</i>	144
4.1.1.58. Rod <i>Pannus</i>	144
4.1.1.59. Rod <i>Phormidesmis</i>	145
4.1.1.60. Rod <i>Phormidium</i>	145
4.1.1.61. Rod <i>Planktolyngbya</i>	153
4.1.1.62. Rod <i>Planktothrix</i>	154
4.1.1.63. Rod <i>Plectonema</i>	156
4.1.1.64. Rod <i>Pleurocapsa</i>	157
4.1.1.65. Rod <i>Porphyrosiphon</i>	158
4.1.1.66. Rod <i>Potamolinea</i>	158
4.1.1.67. Rod <i>Pseudanabaena</i>	159
4.1.1.68. Rod <i>Raphidiopsis</i>	162
4.1.1.69. Rod <i>Rhabdoderma</i>	162
4.1.1.70. Rod <i>Rivularia</i>	163
4.1.1.71. Rod <i>Romeria</i>	164
4.1.1.72. Rod <i>Schizothrix</i>	165
4.1.1.73. Rod <i>Scytonema</i>	165
4.1.1.74. Rod <i>Snowella</i>	166
4.1.1.75. Rod <i>Sphaerospermopsis</i>	168
4.1.1.76. Rod <i>Spirulina</i>	169
4.1.1.77. Rod <i>Symplocastrum</i>	171
4.1.1.78. Rod <i>Synechococcus</i>	171
4.1.1.79. Rod <i>Synechocystis</i>	172
4.1.1.80. Rod <i>Tapinothrix</i>	173
4.1.1.81. Rod <i>Tolypothrix</i>	174

4.1.1.82. Rod <i>Trichodesmium</i>	174
4.1.1.83. Rod <i>Tychonema</i>	175
4.1.1.84. Rod <i>Woronichinia</i>	175
4.2. Nedeljna dinamika planktonskih cijanobakterija na primeru Savskog jezera (leto 2014. godine)	178
4.2.1. Klimatski i fizičko-hemijski parametri.....	178
4.2.2. Floristički sastav zajednice fitoplanktona Savskog jezera	179
4.2.3. Letnja dinamika fitoplanktona Savskog jezera sa akcentom na cijanobakterije.....	180
4.2.4. Statistička analiza podataka Savskog jezera.....	184
4.3. Mesečna dinamika cijanobakterija i produkcija mikrocistina na primeru akumulacije Pariguz (Resničko jezero) 2017. godine.....	187
4.3.1. Fizičko-hemijski parametri	187
4.3.2. Floristički sastav zajednice fitoplanktona akumulacije Pariguz	190
4.3.3. Dinamika fitoplanktona akumulacije Pariguz sa akcentom na cijanobakterije	191
4.3.4. Produkcija mikrocistina na primeru akumulacije Pariguz 2017. godine.....	194
4.3.5. Statistička analiza podataka akumulacije Pariguz.....	195
4.4. Godišnja i sezonska dinamika potamoplanktona na primeru reke Dunav (2013-2016. godine)	199
4.4.1. Fizičko-hemijski parametri vode reke Dunav u periodu 2013-2016. godine	199
4.4.2. Floristički sastav zajednice potamoplanktona reke Dunav.....	199
4.4.3. Dinamika zajednice potamoplanktona reke Dunav sa akcentom na cijanobakterije	201
4.4.4. Statistička analiza podataka potamoplanktona reke Dunav.....	203
5. DISKUSIJA	206
5.1. Diverzitet cijanobakterija u Srbiji.....	206
5.1.1. Mogući razlozi promena florističkog sastava cijanobakterija	207
5.1.2. Nedoumice vezano za sumiranje taksonomskih podataka iz različitih izvora.....	209
5.1. 3. Cijanobakterije u fitoplanktonu	210
5.1. 4. Bentosne zajednice cijanobakterija	211
5.2. Analiza stanja vodnih tela za vodosnabdevanje i rekreaciju u Srbiji	212

5.2.1. Rizik od cvetanja potencijalno toksičnih vrsta cijanobakterija.....	212
5.2.2. Rizik od širenja invazivnih vrsta cijanobakterija	214
5.3. Analiza uticaja sredinskih faktora na razvoj cijanobakterija unutar zajednice fitoplanktona 218	
5.3.1. Nedeljna dinamika cijanobakterija u Savskom jezeru tokom letnjeg perioda.....	218
5.3.2. Mesečna dinamika cijanobakterija akumulacije Pariguz	220
5.3.3. Produkcija mikrocistina u akumulaciji Pariguz	222
5.3.4. Vremenska dinamika potamoplanktona reke Dunav	224
5.3.5. Usporedna analiza tri studije (Savsko jezero, akumulacija Pariguz i reka Dunav).....	226
6. ZAKLJUČCI.....	228
7. REFERENCE.....	230
8. PRILOZI.....	258
8.1. Prilog 1: Spisak uzoraka za svaki ispitivani lokalitet.	259
8.2. Prilog 2: Mikrofotografije odabranih predstavnika cijanobakterija.	263

Lista skraćenica:

„cf.“ - Skraćenica za latinsku reč „confer“ ili „conferatur“. U biologiji se obično koristi da bi se odredio takson koji je teško sa sigurnošću identifikovati do nivoa vrste, te se uglavnom stavlja između imena roda i imena vrste na koju primerak nalikuje;

Chl *a* – koncentracija hlorofila *a*;

SZO – Svetska zdravstvena organizacija (u okviru referenci u tekstu navodi se kao: WHO);

ODV – Okvirna direktiva o vodama;

pH – pH vrednost;

T – temperatura vode;

T(a) – temperatura vazduha;

I – insolacija;

V – vetar;

O – oblačnost;

P – padavine;

Mutn. – mutnoća;

Prov. – provodljivost;

SO – suvi ostatak na 105°C;

USM – Ukupne suspendovane materije;

BPK₅ – biohemijska potrošnja kiseonika;

HPK – hemijska potrošnja kiseonika;

O₂ – rastvoreni kiseonik;

O₂% - saturacija kiseonika;

PI – Permanganatni indeks (Utrošak KMnO₄);

TOC – ukupni organski ugljenik;

NH₄⁺ – amonijum jon;

NO₂⁻ – nitritni jon;

NO₃⁻ – nitratni jon;

NH₄-N – amonijačni azot;

NO₃-N – nitratni azot;

TN – ukupni azot;

PO₄-P – ortofosfati;

TP - ukupni fosfor;

MCs – mikrocistini;

MC-LR – mikrocistin-LR;

MC-RR – mikrocistin-RR;

MC-YR – mikrocistin-YR;

ATX-a – anatoksin *a*;

ATX-a(S) – anatoksin *a*(S);

HTX-a – homoanatoksin-*a*;

STXs – saksitoksini;

CYN – cilindrospermopsin;

ćel./ml – ćelija po mililitar.

1.UVOD

1.1. Vodni resursi

Slatka voda je neophodna za sve oblike života. Koristi se kao izvor vode za piće, poljoprivredu, sanitarije, industriju, rekreaciju, transport i mnoge druge potrebe. U svim ekosistemima, voda je u interakciji sa čvrstom podlogom, atmosferom, kao i sa živim bićima. Ona predstavlja integrativni element koji teče kroz živi svet. Takođe, na njoj se jasno reflektuje naša briga o životnoj sredini. Stoga, održivo upravljanje našim vodnim resursima usko je povezano sa našom sposobnošću da izvršimo adekvatnu procenu kvaliteta vode (WMO/UNESCO 1997).

Sam koncept „vodni resurs“ je višedimenzionalan. Nije ograničen isključivo na fizičku meru (hidrološku i hidrogeološku), na „tokove i zalihe“, već obuhvata i druge kvalitativne, ekološke i socio-ekonomske aspekte (FAO 2003). Zapravo, kada se govori o vodnim resursima, fokus je na odnosu ljudskog društva i vode, odnosno na načine upotrebe vode različitog porekla (more, potoci, bare, podzemne vode, led, itd.). Ipak, treba naglasiti da su se pogledi na sam koncept vode drastično menjali kroz nekoliko milenijuma postojanja ljudskog društva. Sve je počelo od vizije prema kojoj je voda bila poput blaga, odnosno sredstva koje su božanske sile dale ljudima. Međutim, kako se razvijala svest o neobnovljivom karakteru mnogih izvora vode, kao i višestrukim rizicima povezanim sa njenim zagađenjem, došlo se do već uznemirujućeg gledišta vezano za ovo važno jedinjenje (Frioux 2014).

Shodno tome, kada se procenjuju vodni resursi na nivou neke države, trebalo bi napraviti razliku između obnovljivih i neobnovljivih vodnih resursa, te su prema FAO (2003):

- Obnovljivi vodni resursi su oni koji se izračunavaju na osnovu ciklusa kruženja vode. Oni predstavljaju dugoročni prosečni godišnji protok reka (površinskih voda) i podzemnih voda.

- Neobnovljivi vodni resursi su rezervoari podzemnih voda (duboke izdani) koji imaju neznatnu stopu dopune u odnosu na ljudski vek, te se stoga mogu smatrati neobnovljivim (FAO 2003).

Faktori koji ograničavaju dostupnost vode su postali značajna kontrolna komponenta kada je reč o ograničavanju razvoja globalne ekonomije i društva 21. veka (Ren i sar. 2016). Kao jedan od razloga, izdvaja se porast ljudske populacije (Arto i sar. 2016), za koju se predviđa da će do 2030. godine preći 8 milijardi, čime će se neizbežno povećati pritisak na vodne resurse u svetu (Sun i sar. 2015). Sa druge strane, vode se koriste na različite načine, a to uključuje i ispuštanje supstanci koje su produkt antropogenih aktivnosti (Arle i sar. 2014). Intenziviranje poljoprivredne proizvodnje, razvoj transporta, industrije, kao i nedovoljna obrada komunalnih i industrijskih otpadnih voda doveli su do toga da antropogeni elementi imaju veliki uticaj na kvalitet vode (Kanownik i sar. 2019). U tom kontekstu, krizu vezano za vodu treba sagledati kao rezultat procesa neadekvatnog prisvajanja i korišćenja prirodnih resursa, što ima dve glavne posledice: smanjenje obima

iskoristivosti zbog povećane potražnje za vodnim resursima i postepenog opadanja kvaliteta vode, što ograničava njenu dostupnost (Carneiro i sar. 2014).

Sam kvalitet nekog vodnog resursa je značajan faktor kada je reč o mogućnosti korišćenja te vode u različite svrhe, ali i bitan preduslov kada je reč o živim organizmima koji se u njemu mogu naći, odnosno floru i faunu (Staddon 2010). Svest o opasnosti narušavanja kvaliteta vode (i drugih aspekata životne sredine) rezultirala je uvođenjem brojnih propisa širom sveta, koji imaju za cilj smanjenje proizvodnje i upotrebe štetnih hemijskih supstanci (Brack i sar. 2017), kao očuvanje ekološkog statusa voda. U Evropskoj uniji (EU), jedna od prvih ekoloških direktiva posvećenih zaštiti reka i jezera stupila je na snagu 22. decembra 2000. godine pod nazivom Okvirna direktiva o vodama (ODV) Evropske komisije (2000/60/EK). Njen operativni cilj jeste postizanje dobrog ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda, kao i dobrog ekološkog potencijala izmijenjenih ili veštačkih vodnih tela. Sam pojam „vodna tela“ izdvojen je u okviru ODV kao predmet za ocenjivanje i upravljanje (Arle i sar. 2014). Kako ih definiše Evropska agencija za životnu sredinu, odnose se na bilo koju masu vode koja ima određene hidrološke, fizičke, hemijske i biološke karakteristike, a može imati jednu ili više namena (www.eea.europa.eu). Zavisno od osnovne strukture i izloženosti sredinskom pritisku, razvrstavaju se u određene „kategorije“ (podzemna voda, reka, jezero, tranzitna ili obalna voda), odnosno „tipove“ definisane u ODV (Arle i sar. 2014). Osim ODV, u EU su doneti i drugi regulatorni okviri u oblasti voda. Među njima su i Nitratna direktiva (91/676/EC), koja se odnosi na zaštitu voda od zagađivača nastalih poljoprivrednim aktivnostima (EEA 2003; Arle i sar. 2014), kao i direktive koje se tiču kvaliteta vode za piće (98/83/EC) i kupanje (2006/7/EC). Legislativa naše zemlje se osvrće na gore pomenute direktive EU (Grujić i sar. 2018).

1.1.1. Vodna tela u Republici Srbiji – tipovi i namene

Hidrografska mreža Republike Srbije je raznovrsna i složena, bilo da su u pitanju vodna tela pojedinačno, ili da se govori različitim regionima zemlje. Pri tom, treba imati u vidu da su potoci, reke, izvori (obični ili termomineralni) rasprostranjeni gotovo u svim delovima Republike. Za razliku od prirodnih jezera kojih u Srbiji ima relativno malo, broj veštačkih jezera (akumulacija) stalno raste. Akumulacije se grade u različite svrhe (vodosnabdevanje, turizam i rekreacija, navodnjavanje, zaustavljanje poplavnih talasa, hidroenergetika, itd.), a veliki broj njih ima kombinovane namene (Stanković 2005).

Godine 2010. urađena je tipizacija svih vodnih tela na području Republike Srbije u okviru Pravilnika o utvrđivanju vodnih tela površinskih i podzemnih voda (Službeni glasnik, RS br. 96/2010). Ovim pravilnikom, koji je usklađen sa Pravilnikom o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda (Službeni glasnik RS, br. 74/11) iz 2011. godine, utvrđuju se vodna tela površinskih i podzemnih voda. Tom prilikom izdvajaju se sledeća vodna tela:

- reke,
- jezera,
- veštačka vodna tela, i
- značajno izmenjena vodna tela.

Pri tom, Zakon o vodama (Službeni glasnik RS, br. 30/2010, 93/2012, 101/2016, 95/2018), u odnosu na veštačka vodna tela (tela površinske vode koja su stvorena ljudskom aktivnošću), definiše značajno izmenjena vodna tela kao površinske vode nastale kao rezultat fizičkih izmena ljudskom aktivnošću, a koja su bitno izmenjena po svojim karakteristikama i razvrstavaju se u skladu sa posebnim propisom. U ovu kategoriju uvrstavaju se i sve akumulacije (Službeni glasnik RS, br. 74/11).

1.1.1.1. Vodna tela koja se koriste za vodosnabdevanje

U Srbiji se za zadovoljavanje potreba vodosnabdevanja stanovništva u najvećoj meri (čak 75%) koriste podzemne vode i one predstavljaju jedini izvor pijaće vode u Vojvodini. Idući prema jugu zemlje, nailazi se na područje siromašnije podzemnim vodama, gde se za snabdevanje vodom sve više upotrebljavaju rečne vode (Polomčić i sar. 2012). Budući da značajan broj vodotokova ima karakteristike bujičnih voda, stalna potreba za vodom je zahtevala da se na njima izgrade akumulacije (Gavrilović i Dukić 2014), a planirana je i izgradnja novih (Veljković i Jovičić 2006). Gavrilović i Dukić (2014) beleže da je u Srbiji do sada izgrađena 21 akumulacija koja se koristi za potrebe vodosnabdevanja, ukupne zapremine $608,2 \times 10^6 \text{ m}^3$. Pored toga, Veljković i Jovičić (2006) navode da ukupna procenjena zapremina vode koja se nalazi unutar akumulisanog prostora veštačkih jezera sa visokim branama iznosi oko $6155 \times 10^6 \text{ m}^3$ vode, pri čemu je za vodosnabdevanje namenjeno $760 \times 10^6 \text{ m}^3$, dok se nekih $27,5 \times 10^6 \text{ m}^3$ koristi za potrebe industrije (Veljković i Jovičić 2006).

Izradom Vodoprivredne osnove Republike Srbije (2001), utvrđeno je da Srbija oskudeva u količini pijaće vode, a da je situacija u pogledu kvaliteta još nepovoljnija. Najveća oskudica vode se javlja u letnjim mesecima, ali postoje i naselja koja i van ovog perioda nemaju dovoljan dotok pitke vode. U nedostatku čiste pijaće vode, čest je slučaj da stanovništvo upotrebljava i vodu koja u potpunosti ne zadovoljava kriterijume fizičko-hemijskih parametara vode za piće ili je, pak, neispravna prema mikrobiološkim kriterijumima (Vodoprivredna osnova Republike Srbije 2001). U okviru poslednjeg Izveštaja o zdravstvenoj ispravnosti površinskih voda koje se zahvataju za vodosnabdevanje i koriste za rekreaciju u Republici Srbiji u 2017. godini, a koji izdaje Institut za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanović Batut“, ukupno se beleži 41 površinsko vodno telo koje se koristi za vodosnabdevanje. Od toga, u centralnoj Srbiji se nalazi njih 35, dok se iz 6 zahvata voda za vodosnabdevanje Kosovsko-mitrovačkog okruga. Kako se navodi u Izveštaju, prema dobijenim podacima svega 15 vodozahvata (odnosno 36,6%) ukazuju na fizičko-hemijsku i mikrobiološku ispravnost u svim ispitivanim uzorcima (Jovanović i sar. 2018b).

1.1.1.2. Vodna tela koja se koriste za rekreaciju

Zabeležen je izuzetno širok spektar upotrebe javnih voda za rekreativne aktivnosti. Tako se na rečnim tokovima, neposredno uz naselja, mogu sresti kako organizovane, tako i divlje plaže. Vodotokovi i ostale površinske vode se koriste za sportove na vodi, sportski ribolov, razvoj vikend naselja, turističkih centara, i sl. Najčešće tačke upotrebe vodnih tela u rekreativne svrhe nalaze se neposredno u blizini mesta boravka stanovništva (Vodoprivredna osnova Republike Srbije 2001). Na osnovu izveštaja Instituta za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanović Batut“ za 2017. godinu, na 73 javna kupališta kontrolisni su fizičko-hemijski i mikrobiološki parametri ispravnosti vode za rekreaciju, dok je biološka ispravnost (time i prisustvo cijanobakterija) kontrolisana na svega 9 kupališta. Među kupalištima kod kojih se radi biološka kontrola, 4 se nalaze na području grada Beograda (Jovanović i sar. 2018a). Među njima, ističe se Savsko jezero, kao najpopularnije rekreaciono vodno telo u Beogradu i, za sada, jedino kome je u pogledu kvaliteta dodeljena Plava zastava od strane Fondacije za edukaciju o životnoj sredini (Jovanović i sar. 2017). Pored toga, urbanističkim planom je planirano čišćenje akumulacije Pariguz (Resničko jezero) u opštini Resnik, kako bi se stvorili uslovi za izgradnju sportsko-rekreativnog centra (Milić i sar. 2016; Bojović i Đokić 2017).

1.1.1.3. Antropogeni uticaj na vode u Srbiji

Priliv otpadnih voda iz kanalizacionih sistema, kao i voda koje se slivaju sa zagađenih površina u površinske vode, postaje sve intenzivniji u današnje vreme. Time se, kao posledica antropogenog uticaja, menjaju fizičko-hemijski uslovi koji bitno dovode do narušavanja kvaliteta akvatične sredine. Zbog toga je deficit vode za piće sve aktuelniji problem, imajući u vidu velike troškove izgradnje veštačkih akumulacija, a složena je i izuzetno skupa sanacija postojećih

akumulacija po nastanku ozbiljnijih ekoloških problema. Zbog toga se sve više ističe značaj monitoringa kvaliteta vode (Veljković i Jovičić 2006). U vezi sa tim, u posljednjem petogodišnjem periodu pregleda kvaliteta vode za piće, a vezano za analizirane parametre mikrobiološke ispravnosti u Republici Srbiji, uočava se blagi porast kada je reč o narušavanju kvaliteta. Međutim, kada se posmatra udeo uzoraka koji su okarakterisani kao neispravni na osnovu fizičko-hemijskih parametara trend je nepromenjen (Jovanović i sar. 2018b).

1.1.2. Površinske vode i njihovi primarni producenti

Iako hidrološki ciklus povezuje sve vode, površinske i podzemne vode se obično proučavaju odvojeno i predstavljaju različite razvojne kapacitete. Površinskom vodom se smatraju vode reka i jezera, dok je podzemna voda ona koja je skladištena u podzemnim rezervoarima (FAO 2003). Ovo istraživanje se bavi isključivo površinskim vodama, prevashodno određenim živim organizmima koje nazivamo primarni producenti. Primarni producenti ili fotoautotrofi su organizmi koji stvaraju energiju uz pomoć sunčeve svetlosti i neorganskih supstanci (Allan i sar. 2007). Najznačajniji primarni producenti u akvatičnim ekosistemima su cijanobakterije, eukariotske alge i makrofite (Wetzel 2001; Findlay 2003), dok ostali autotrofi (npr. fotosintetske ili hemosintetske bakterije, alge u simbiozi sa drugim organizmima) obično u znatno manjoj meri doprinose primarnoj produkciji ekosistema (Kimmel i Groeger 1984). Međutim, i od samog tipa vodnog tela zavisi koja će grupa organizama najviše doprineti primarnoj produkciji (Lampert i Sommer 2007). Pored toga, fotosintetska fiksacija ugljenika u slatkovodnim ekosistemima javlja se u različitim tipovima zajednica, čiji relativni značaj za pojedinačna vodna tela može biti jako varijabilan (Likens 1973).

Tako, u vodama gde uglavnom dominira bentosna zajednica autotrofa (zajednica dna), kao što su tekuće vode, preovlađuju bentosne cijanobakterije i eukariotske alge, kao i vaskularne biljke karakteristične za akvatična staništa (Lampert i Sommer 2007), ali i neke vrste bakterija i protista (Allan i sar. 2007). Kada je reč o relativno velikim, dubokim i slabo zagađenim jezerima i veštačkim akumulacijama, fitoplankton (fototrofna zajednica slobodne vode koju sačinjavaju fitoplanktonske vrste cijanobakterija i algi) je grupa primarnih producenata koja najčešće dominira. Međutim, u plitkim obalnim delovima dubokih jezera, kao i u plitkim jezerima i močvarama, makrofitska i perifitonska (obraštaj) zajednica mogu dati veliki doprinos primarnoj produkciji ekosistema (Likens 1973). Tekući rečni sistemi se generalno ne smatraju pogodnim staništem za fitoplanktonske vrste budući da, kada se nađu u vodenom stubu, ovi organizmi bivaju kontinuirano nošeni nizvodno. Međutim, kod nekih većih nizijskih reka se može razviti zajednica rečnog fitoplanktona, zvana potamoplankton (Suthers i Rissik 2009).

1.2. Cijanobakterije

Cijanobakterije su fotosintetske aflagelatne prokariote, koje po sastavu ćelijskog zida spadaju u gram-negativne bakterije (Scholz i sar. 2017). Imaju sposobnost da sintetišu pigment hlorofil *a*, što im omogućava da vrše fotosintezu i produkuju kiseonik. Pored toga, mnoge vrste mogu da sintetišu pigmente fikocijanin ili alofikocijanin koji im daju plavkastu obojenost (Vincent 2009), te se još nazivaju i modrozeleno alge (Whitton i Potts 2012). Veliki broj taksona takođe sadrži i fikoeritrin, koji ćelijama daje crvenu nijansu, čak ponekad i crnu. Osim pomenutih pigmenata, sve cijanobakterije proizvode karotenoide, poput β -karotena, miksoksantofila, ehinenona, osciloksantina i kantaksantina, koji služe kao zaštita od štetnog UV zračenja (Vincent 2009).

Cijanobakterije se svrstavaju među najstarije organizme na Zemlji, a kiseonik koji su u prekambrijumu oslobodile u atmosferu procesom fotosinteze je verovatno bio prekursor nastanka i

samog ozonskog omotača (Merel i sar. 2013). Njihova proliferacija u ovom periodu i oslobađanje kiseonika u atmosferu omogućila je dalju evoluciju biljaka i životinja (Paerl i Paul 2012). Tako su cijanobakterije, kao najstariji kiseonik-produkujući autotrofi na Zemlji, imale ključnu ulogu u oblikovanju njene biosfere (Paerl i Otten 2012).

Pored toga što njihov značaj u evolucionoj istoriji Zemlje ne treba potcenjivati, danas se ovi sveprisutni organizmi najviše vezuju za eutrofne vode. Eutrofikacija vodenih resursa se često smatra primarnim uzročnikom pogoršavanja kvaliteta vode na globalnom nivou. Ona se opisuje kao postepeni prelazak iz oligotrofnog u eutrofno stanje i generalno se odnosi na prirodni proces starenja jezera. Javlja se kao posledica akumulacije nutrijenata u vodi, prvenstveno azota (N) i fosfora (P), što dalje vodi ka smanjenju dubine i sukcesiji vrsta zbog povećane primarne produkcije (Scholz i sar. 2017). Antropogeno izazvan proces starenja jezera i akumulacija, usled emisije nutrijenata putem tačkastih i netačkastih izvora, definiše se kao kulturna eutrofikacija (Paerl i Huisman 2009; Scholz i sar. 2017). Ona predstavlja veliki problem kada je reč o izvorštima za vodosnabdevanje, a osim eutrofikacije, smatra se da će klimatske promene u budućnosti imati sve veću ulogu u daljem procesu pogoršanja kvaliteta vode (Merel i sar. 2013). Poslednjih godina, u mnogim zemljama je povećana zabrinutost u vezi sa uticajem cijanobakterija na zdravlje ljudi. To pre svega uključuje slučajeve trovanja izazvane toksinima cijanobakterija i kontaminaciju vodnih resursa usled prekomernog razvoja cijanobakterija (Chorus i Bartram 1999). Ipak, bitno je napomenuti da one igraju izuzetno važnu ulogu u dinamici azota, ugljenika i kiseonika u mnogim akvatičnim ekosistemima (Vincent 2009).

Cijanobakterije pružaju izuzetno širok spektar doprinosa u svakodnevnoj ljudskoj upotrebi i imaju veliki socio-ekonomski značaj (Chorus i Bartram 1999; Watson i sar. 2016). One su važni primarni producenti i njihova nutritivna vrednost je generalno visoka. Azotofiksirajuće vrste doprinose obogaćivanju zemljišta i vode azotom na globalnom nivou. Upotreba cijanobakterija u produkciji hrane i konverziji solarne energije predstavlja obećavajući potencijal za budućnost. Imaju sposobnost da produkuju širok spektar sekundarnih metabolita. To uključuje i supstance koje se komercijalno koriste kao aditivi u hrani, farmaceutskim proizvodima ili imaju drugu industrijsku primenu, ali sa druge strane, i one koje imaju neželjeni uticaj tako što imaju toksično dejstvo i/ili negativno utiču na kvalitet vode i hrane (Watson i sar. 2016). Samim tim, iako su u mnogo čemu korisne, one se često posmatraju kao uzročnici velikih problema kada su u pitanju vode za vodosnabdevanje ili rekreaciju (Chorus i Bartram 1999).

1.2.1. Ekološki i morfološki diverzitet cijanobakterija

Duga evolucionarna istorija (~ 3,5 milijardi godina) omogućila je ovim organizmima da razviju različite i izuzetno efikasne ekofiziološke adaptacije i strategije (Paerl i Fulton 2006; Paerl i Huisman 2009; Paerl i Paul 2012). To im je dalo mogućnost da kolonizuju najrazličitija staništa, pa čak i ekstremne životne sredine, kao što su antarktička jezera ili termalni izvori. Štaviše, fosilni nalazi još iz prekambrijskog perioda ukazuju na to da su cijanobakterije i u to vreme bile prisutne u geografski raznovrsnim regionima sveta (Scholz i sar. 2017).

U skladu sa tim, adaptirane su na različite geohemijske i klimatske promene, ali i na antropogeno izazvane modifikacije akvatičnih ekosistema, uključujući prekomeranu količinu nutrijenata (eutrofikacija), variranje vodostaja, isušivanja i zaslanjivanje (Paerl i Otten 2012). To im je obezbedilo opstanak, pa čak i dominaciju, u akvatičnim sredinama izloženim prirodnim i antropogenim sredinskim promenama. Zato one danas imaju izuzetno široku geografsku distribuciju, te naseljavaju prostor od polarnih do tropskih regiona na obe hemisfere, gde mogu da dominiraju u zajednicama planktonskih i bentosnih primarnih producenata u izuzetno raznovrsnim staništima (Paerl i Paul 2012; Scholz i sar. 2017).

Prema nekim novijim podelama, izdvajaju se tri osnovne grupe cijanobakterija u vodenim ekosistemima: obraštajne vrste, koje formiraju perifitonski biofilm na kamenu, sedimentu ili

podvodnim biljkama; planktonske, koje se često vezuju za „cvetajuće“ cijanobakterije i probleme sa kvalitetom vode eutrofnih vodnih tela; i pikocijanobakterije, koje imaju ćelije izuzetno malih dimenzija (prečnika $<3 \mu\text{m}$) i često su brojne u jezerima sa čistom vodom (Vincent 2009).

Planktonske cijanobakterije se javljaju kao suspendovani organizmi u slobodnoj vodi slatkih, brakičnih i slanih akvatičnih ekosistema (Humbert i Fastner 2017). Sa druge strane, cijanobakterije kao deo zajednice perifitona (zajednica mikroorganizama pričvršćena za podvodni substrat) pokrivaju, odnosno formiraju biofilm na kamenu (epilitne), pesku (epipsamne), biljkama (epifitne), sedimentu (epipelne) i drugim vrstama substrata. Mogu se razviti na samom dnu vodnog tela (bentos) ili biti prikačene za plutajuće objekte u vodi (Vincent 2009). Pored toga, neke vrste cijanobakterija žive kao simbiotski organizmi vaskularnih biljaka, algi ili gljiva (Humbert i Fastner 2017).

U pogledu morfologije, cijanobakterije predstavljaju raznovrsnu grupu, koja uključuje jednoćelijske forme, koje mogu biti veoma malih dimenzija, kolonijske oblike i višećelijske filamentozne forme, sa grananjem ili bez grananja (Salmaso i sar. 2017). Samo grananje može biti pravo (npr. *Hapalosiphon*) ili prividno (npr. *Tolypothrix*, *Scytonema*). Jednoćelijski predstavnici se mogu u životnoj sredini javljati pojedinačno ili se grupisati u agregate i kolonije, pri čemu se pak mogu deliti u jednoj, dve ili tri ravni. Filamentozne forme se takođe mogu grupisati, kao što je to slučaj kod roda *Schizothrix* (Whitton i Potts 2012).

Sve prave filamentozne vrste imaju sposobnost formiranja struktura koje nazivamo hormogonije. Prema definiciji Desikachary (1959), ove strukture predstavljaju kratke, pokretne nizove pretežno uniformnih ćelija. Imaju značajnu ulogu u mnogim fiziološkim procesima kod cijanobakterija, a njihova brza disperzija je potpomognuta ili brzom pokretljivošću po površini ili formiranjem gasnih vakuola, kod vrsta koje ih inače nemaju. Kod nekih rodova (npr. *Rivularia*) kolonije se tipično formiraju grupisanjem velikog broja hormogonija, dok kod nekih drugih (npr. *Nostoc*) obično čitava kolonija potiče od jedne jedine hormogonije (Whitton i Potts 2012).

Posebna grupa cijanobakterija su pikocijanobakterije, karakteristične po ćelijama malih dimenzija, prečnika ispod $2\text{--}3 \mu\text{m}$, koje se javljaju kao pojedinačne ćelije ili, pod određenim uslovima, formiraju mikrokolonije ili kolonije u marinskim i slatkovodnim ekosistemima (Jasser i Callieri 2017). Tačnije, opseg variranja u prečniku ćelije se razlikuje zavisno od forme, te kod jednoćelijskih iznosi $0,2\text{--}2,0 \mu\text{m}$, dok se kod kolonijskih navode vrednosti između $0,5$ i $3,0 \mu\text{m}$ (Callieri i sar. 2012). Slatkovodne jednoćelijske pikocijanobakterije se javljaju u pet rodova: *Synechococcus*, *Cyanobium*, *Synechocystis*, *Cyanothece* i *Cyanobacterium*. Sa druge strane, najčešće kolonijske cijanobakterije se javljaju u okviru sledećih rodova: *Aphanocapsa*, *Aphanothece*, *Chroococcus*, *Coelosphaerium*, *Cyanobium*, *Cyanodictyon*, *Merismopedia*, *Romeria*, *Snowella* i *Tetracercus* (Callieri i sar. 2012; Jasser i Callieri 2017). Ova grupa je, pre svega, značajna kada je u pitanju primarna produkcija akvatičnih ekosistema (mogu biti odgovorni za do $80\text{--}90\%$ ukupne produkcije ugljenika), a njihova dominantnost u biomasi fitoplanktona je karakteristična kako za oligotrofne, tako i za eutrofne vode. Iako su često zanemarene i još uvek slabo proučene, smatra se da će ova grupa fototrofnih organizama ubuduće imati sve značajniju ulogu shodno klimatskim promenama koje dolaze (Śliwińska-Wilczewska i sar. 2018).

Budući da žive u tako raznovrsnim životnim uslovima, postoji veliki broj karakteristika koje doprinose njihovom kompetitivnom uspehu (Whitton i Potts 2012). Značajna karakteristika mnogih cijanobakterija jeste sposobnost fiksacije atmosferskog azota (Wetzel 2001; Steidinger i Garcés 2006), što se u dobro oksigenisanoj sredini uglavnom odvija unutar specijalnih ćelija zadebljalog zida koje se nazivaju heterociste (Whitton i Potts 2012). Neke cijanobakterije regulišu svoju brojnost uz pomoć gasnih vakuola, koje im omogućavaju da smanje svoju specifičnu težinu. Tako, metaboličkim regulisanjem broja gasnih vakuola u ćelijama, ove vrste mogu migrirati u okviru

vodenog stuba (Lampert i Sommer 2007) u potrazi za povoljnijim sredinskim uslovima (Oliver i Ganf 2000).

Kada nastupe nepovoljni uslovi, određene vrste cijanobakterija mogu formirati mirujuće spore – akinete (Whitton i Potts 2012). I ove ćelije razvijaju zadebljao ćelijski zid, unutar njih su koncentrisane rezerve hrane (Suthers i Rissik 2009) i često su dosta krupnije od samih vegetativnih ćelija (Whitton i Potts 2012). Tako, one tonu i ostaju unutar sedimenta sve do nastupanja povoljnih uslova (Suthers i Rissik 2009). Akineti se najčešće javljaju kod vrsta koje imaju sposobnost produkcije heterocisti, ali se mogu javiti i kod nekih ne-filamentoznih vrsta (Whitton i Potts 2012). Ključni su elementi u životnom ciklusu vrsta iz reda Nostocales i to, ne samo zato što su značajni za preživljavanje nepovoljnih perioda, već i zbog dugotrajnog opstanka vrste. Pored toga, značajna su adaptacija kada je reč o naseljavanju novih staništa (Ramm i sar. 2017).

1.2.2. Taksonomija cijanobakterija

Taksonomska klasifikacija se koristi za procenu diverziteta svih bioloških grupa organizama (Johansen i Casamatta 2005). To je jedina metoda koja omogućava da se uradi identifikacija i dá pregled različitih grupa organizama širom sveta (Komárek 2017).

Sami kriterijumi za klasifikovanje su se neprestano menjali kroz vreme, još od kad je Line osmislio ovaj naučni sistem. Prvobitno, taksonomija se pre svega oslanjala na princip morfološke sličnosti taksona unutar hijerarhijskog sistema klasifikacije, što se nekada smatralo za odraz idealne evolutivne povezanosti. Međutim, danas se smatra da ova inicijalna klasifikacija ne daje realan prikaz filogenetskih odnosa (Komárek i sar. 2014). Tokom poslednje dekade 20. veka, biolozi su razvili veliki broj molekularnih tehnika koje se tiču pitanja filogenije, evolucije i populacione raznovrsnosti. Analiza segmenta 16S rRNA i, nešto kasnije, 16S-23S internog transkripcionog spejsera (ITS – eng. *internal transcribed spacer*) je dosta korišćena u ovakvim ispitivanjima, posebno onim koje se tiču prokariotskih i eukariotskih mikroorganizama (Boyer i sar. 2001). Molekularni podaci, pre svega pomenuta sekvenca gena 16S rRNA, je često ukazivala na postojanje polifiletskih morfotipova, odnosno vrsta koje se sastoje od velikog broja kriptičnih vrsta ili genovrsta. Shodno tome, kritične vrste predstavljaju sojeve koji nose epitet iste vrste, prevashodno zato što su morfološki slične, ali koje zapravo pripadaju različitim filogenetskim kladama (Johansen i Casamatta 2005).

Cijanobakterije predstavljaju izuzetno izazovnu grupu organizama i kada je klasifikacija u pitanju, budući da verovatno predstavljaju najstariju grupu organizama na planeti, sa fosilnim predstavnicima koji su morfološki slični pojedinim vrstama koje danas postoje (Komárek i sar. 2014). Kao i kod mnogih drugih grupa organizama, klasifikacija prokariotskih, fototrofnih cijanobakterija se dugo bazirala na morfološkim i, u nekim sličajevima, ekološkim karakteristikama, primarno počevši od autora kao što su Geitler (1932), Elenkin (1938) i Starmach (1966), ali i mnogih drugih (Komárek 2017). Međutim, teško je odvojiti taksone samo posmatrajući morfološke karaktere, imajući u vidu kompleksnu evolucionu istoriju cijanobakterija, koja je verovatno postignuta kroz horizontalni transfer gena (Komárek i sar. 2014). Uvođenjem modernih metoda, pre svega vezanih za genetički pristup, znatno su promenjeni prethodno uspostavljeni klasifikacioni kriterijumi. Pri tom, najčešće korišćen metod je bilo upravo sekvencioniranje 16S rRNA (Komárek 2017).

Do danas je publikovano nekoliko sistema kada su u pitanju viši nivoi klasifikacije cijanobakterija (Komárek i sar. 2014). Jedan takav sistem, koji je postao primarna osnova za nomenklaturu klasifikaciju u Bergey-evom priručniku za sistematiku u bakteriologiji, predložen je od strane Rippka i saradnika (1979). On podrazumeva podelu cijanobakterija u pet grupa: Chroococcales, Pleurocapsales, Oscillatoriales, Nostocales i Stigonematales (Castenholz 2001; Komárek i sar. 2014), u okviru kojih je svrstano približno 150 rodova i oko 2000 vrsta (Vincent 2009; Tabela 1.1.).

Tabela 1.1. Pet redova cijanobakterija svrstanih prema klasičnoj botaničkoj šemi (Vincent 2009).

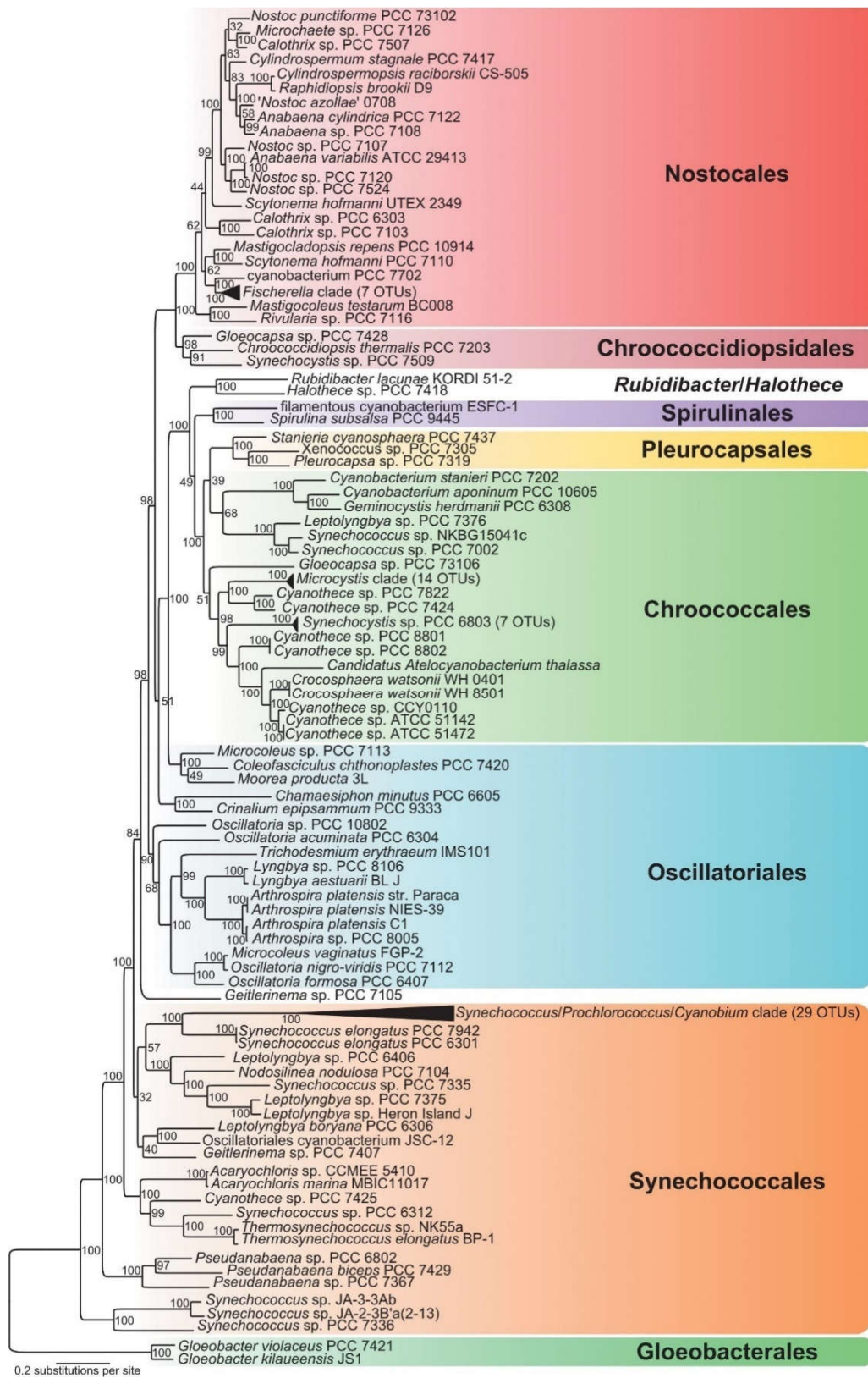
Red	Karakteristike	Neki predstavnici
Chroococcales	Kokoidne ćelije koje se razmnožavaju binarnom deobom ili pupljenjem.	<i>Aphanocapsa</i> , <i>Aphanothece</i> , <i>Gloeocapsa</i> , <i>Merismopedia</i> , <i>Microcystis</i> , <i>Synechococcus</i> , <i>Synechocystis</i>
Pleurocapsales	Kokoidne ćelije, agregati i pseudo-filamenti koji se razmnožavaju pomoću beocita.	<i>Chroococciopsis</i> , <i>Pleurocapsa</i>
Oscillatoriales	Uniserijadni filamenti, bez mogućnosti formiranja heterocisti i akineta (homocitne forme).	<i>Lyngbya</i> , <i>Leptolyngbya</i> , <i>Microcoleus</i> , <i>Oscillatoria</i> , <i>Phormidium</i> , <i>Planktothrix</i>
Nostocales	Filamentozne cijanobakterije koje se dele samo u jednoj ravni, sa heterocistama; Prividno grananje prisutno je kod roda <i>Scytonema</i> .	<i>Anabaena</i> , <i>Aphanizomenon</i> , <i>Calothrix</i> , <i>Cylindrospermopsis</i> , <i>Nostoc</i> , <i>Scytonema</i> , <i>Tolypothrix</i>
Stigonematales	Deoba ćelija u više od jedne ravni; pravo grananje i multiserijatne forme; heterociste.	<i>Mastigocladus (Fischerella)</i> , <i>Stigonema</i>

Napomena: U bakterijskoj klasifikacionoj šemi, redovi su navođeni kao subsekcije razdela (Vincent 2009).

Kada je u pitanju određivanje taksona cijanobakterija, u svetu su danas najviše koriste sledeći identifikacioni ključevi: Komárek i Anagnostidis (1999) - za kokoidne forme (red Chroococcales), Komárek i Anagnostidis (2005) - za homocitne forme (red Oscillatoriales) i Komárek (2013) - za heterocitne forme (red Nostocales i red Stigonematales). Pored opisa vezanog za morfologiju, ovi identifikacioni ključevi sadrže i neke podatke o rasprostranjenju različitih vrsta cijanobakterija (pre svega u Evropi), kao i podatke o njihovoj ekologiji, odnosno staništu. Poslednja studija tog tipa, koja se odnosi na cijanobakterijsku floru na području Republike Srbije, urađena je pre više od dve decenije od strane Cvijan i Blaženčić (1996).

Taksonomija cijanobakterija se značajno menjala u proteklih nekoliko godina (Komárek 2016; Komárek 2017). Pri tom, u klasifikaciji su kao osnovni kriterijum korišćene nove molekularne metode i genski pristup. Međutim, budući da se rezultati molekularnih analiza nisu uvek poklapali sa tradicionalnim klasifikacionim sistemom, zasnovanim prvenstveno na morfološkim i ekološkim karakterima, predložen je tzv. „polifazni pristup“, koji uzima u obzir sve gore pomenute kriterijume (Komárek 2017).

Pored toga, nema sumnje da je otkrivanje filogenetskih odnosa među različitim grupama cijanobakterija dovelo do najvećih promena kada je reč o njihovoj klasifikaciji (Komárek 2016), a moderno filogenetsko stablo predstavljeno je od strane Komárek i sar. (2014) (Slika 1.1.). Na osnovu rezultata pomenute studije, cijanobakterije se sada razvrstavaju u osam redova: Gloeobacterales, Synechococcales, Spirulinales, Chroococcales, Pleurocapsales, Oscillatoriales, Chroococciopsidales i Nostocales (Komárek i sar. 2014). Novija istraživanja ističu da za sada postoji nešto više od 300 rodova cijanobakterija trenutno prihvaćenih u taksonomskom smislu, a da je preko 50 njih opisano od 2000. godine do danas (Mai i sar. 2018).



Slika 1.1. Novo filogenetsko stablo cijanobakterija, predstavljeno u Komárek i sar. (2014).

1.2.3. Ekološki faktori koji utiču na rast cijanobakterija

Veliki broj ekoloških faktora mogu regulisati ili ograničavati ukupnu primarnu produkciju u akvatičnim ekosistemima. Sunčevo zračenje i dostupnost nutrijenata su svakako dva najznačajnija parametra, a pored njih jako važnu ulogu mogu imati i temperatura, supstrat, kao i ispaša od strane zooplanktona i bentosnih invertebrata (Likens 1973). Pored toga, treba napomenuti da sama dinamika ekoloških faktora zavisi od tipa vodnog tela. Tako, dok je za lotične (tekuće) ekosisteme karakteristično da postoji longitudinalni gradijent koji se tiče hidromorfologije, protoka, temperature vode, tipa substrata i živog sveta, lentični (stajaći) ekosistemi se odlikuju postojanjem vertikalnog gradijenta u odnosu na varijable kao što su temperatura, rastvorene supstance i produkcija (Kimmel i Groeger 1984).

Kada je reč o cijanobakterijama, sposobnost da detektuju i reaguju na promene, odnosno varijacije u životnoj sredini, ključna je za uspeh ove grupe organizama na planeti (Whitton i Potts 2012). Sa druge strane, imajući u vidu da postoji veliki broj cijanobakterijskih tipova, kao i značajan diverzitet staništa na koja su u toku evolucije prilagođene, predviđanje ekoloških faktora neophodnih za rast i razvoj svake pojedinačne vrste izuzetno je teško, pa čak i nemoguće (Merel i sar. 2013). Međutim, ono što je opšte za sve cijanobakterije jeste da su to primarni producenti koji koriste svetlosnu energiju kako bi sintetisali organsku materiju iz mineralnih nutrijenata i CO₂ (tj. oksigenu fotosintezu poput eukariotskih algi i vaskularnih biljaka). Samim tim, osnovni faktori koji utiču na rast ovih mikroorganizama su upravo dostupna svetlost i nutrijenti (pre svega azot i fosfor) (Humbert i Fastner 2017). Pored njih, temperatura vode se ističe kao jedan od najznačajnijih sredinskih faktora za njihov razvoj, što su potvrdila mnoga istraživanja do sad (Elliott 2012; Merel i sar. 2013; Visser i sar. 2016). Drugi fizički i biološki procesi, kao što je termalna stratifikacija vodenog stuba, kompeticija sa drugim organizmima, predatorstvo ili parazitizam, takođe imaju uticaja na populacionu dinamiku cijanobakterija u slatkovodnim ekosistemima (Humbert i Fastner 2017).

Kada je reč o populacionoj dinamici planktonskih cijanobakterija, ona je uglavnom pod uticajem meteoroloških pojava, misleći pre svega na uticaj na temperaturu vode i termalnu stratifikaciju vodenog stuba (Humbert i Fastner 2017). Mnogi planktonski rodovi imaju sposobnost vertikalne migracije tako što regulišu sposobnost lebdenja, što im omogućava da se održavaju u dubljim, nutrijentima bogatijim slojevima ili, pak, da iskoriste povoljne svetlosne uslove u slojevima bliže površini vode (Paerl i Paul 2012). Sa druge strane, smatra se da rečni protok i temperatura vode predstavljaju najznačajnije faktore kada je reč o populacionoj dinamici bentosnih cijanobakterija (Humbert i Fastner 2017). Pored toga, ova zajednica je pod stalnim uticajem značajnog variranja fizičko-hemijskih parametara, pri čemu se variranje u količini svetlosti, kiseonika i sulfida smatraju za najizraženije (Quiblier i sar. 2013).

1.2.3.1. Hemijski faktori – nutrijenti

Alge nutrijente neophodne za rast crpe iz obližnjeg medijuma preko ćelijske membrane, odakle ih dalje transportuju do mesta unutar ćelije gde bivaju iskorišćeni. Njihova apsorpcija iz spoljašnje sredine jedino je moguća ukoliko se javljaju u obliku rastvorenih jedinjenja prisutnih kao difuzovani joni ili, ponekad, kao nedifuzovani mali molekuli, kao što je silicijumska kiselina (Padišák 2004). Cijanobakterije imaju sposobnost da skladište nutrijente (kao i ugljene hidrate), što im omogućava da prežive periode kada je sama sredina siromašna njima (Oliver i Ganf 2000). Ćelije malih dimenzija imaju veću površinu za usvajanje i pretvaranje nutrijenata u aktivnu biomasu, dok su veće ćelije bolje u izbегavanju ispaše (Padišák 2004).

U mnogim akvatičnim ekosistemima dostupnost nutrijenata određuje stepen prirodne produkcije (Likens 1973; Paerl i sar. 2001; Visser 2016). U skladu sa tim, izdvajaju se makronutrijenti (N, P, S, K, Mg, Ca, Na, Cl) koji se obično javljaju u koncentracijama >0,1% suve mase, dok se mikronutrijenti (Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, Co, B, V) javljaju u tragovima (<1%). Neki

mikronutrijenti, čak, mogu biti i toksični ako su prisutni u visokim koncentracijama, kao što su to Cu i Zn (Padisák 2004). Fosfor (P) i azot (N) su osnovni nutrijenti koji utiču na veličinu i sastav cijanobakterijskih populacija (Paerl i sar. 2001; Paerl i Fulton 2006; Paerl 2008; Suthers i Rissik 2009; Paerl i Huisman 2009; O'Neil i sar. 2012; Paerl i Otten 2012; Humbert i Fastner 2017; Scholz i sar. 2017), zbog čega se koncentracije ukupnog azota i ukupnog fosfora često koriste kao dobri predskazatelji za biomasu cijanobakterija (Visser 2016). Ova dva elementa se smatraju za limitirajuće nutrijente ne samo u akvatičnim, već i u terestričnim ekosistemima, budući da imaju značajnu fiziološku ulogu kod biljaka – azot koriste za sintezu proteina, dok je fosfor neophodan za energerski transfer i u građi DNK i RNK (Conley i sar. 2009). Mnogi rodovi cijanobakterija imaju sposobnost da fiksiraju atmosferski azot, da skladište fosfor (čak i pri jako niskim koncentracijama), kao i da usvajaju gvožđe (Fe) i druge esencijalne metale u tragovima. Ove karakteristike im omogućavaju da uspešno opstaju na raznovrsnim staništima širom sveta, kako u nutrijentima siromašnoj sredini, tako i u sredini obogaćenij nutrijentima (Paerl i Otten 2012).

Azot se u slatkovodnim ekosistemima javlja u nekoliko formi: kao rastvoreni molekularni N_2 i kao sastavni deo velikog broja organskih komponenti od amino-kiselina, amina do proteina i huminskih komponenti sa niskim sadržajem azota, amonijum jona (NH_4^+), nitrita (NO_2^-) i nitrata (NO_3^-) (Wetzel 2001). Pri tom, cijanobakterije iz reda Chroococcales uglavnom preferiraju azot u formi amonijuma, dok ostale cijanobakterije i eukariotske alge najpre koriste azot iz nitrata. Vrste koje su azotofiksatori, pre svega one iz reda Nostocales, mogu da koriste i atmosferski azot u slučaju nedostatka nitrata i drugih rastvorenih oblika (Suthers i Rissik, 2008). Međutim, s obzirom da je azotofiksacija energetski zahtevan biohemijski proces, nije iznenađujuće da, ako je prisutan, amonijum biva pre korišćen nego N_2 (O'Neil i sar. 2012). U vodene ekosisteme azot u rastvorenom obliku prevashodno dospeva na tri načina: (1) precipitacijom, koja dovodi do direktnog slivanja njegovih jedinjenja u vodno telo, (2) fiksacijom azota u vodi i sedimentu, kao i (3) ulivom površinskih i podzemnih voda iz drugih izvora, a koje su bogate pomenutim jonima (Wetzel 2001). Tokom vlažnih prolećnih meseci, voda koja se spira obično sadrži veliku količinu azota (Paerl i Fulton 2006). To može dovesti do razvoja prolećnog maksimuma fitoplanktona u nekim vodnim telima (Lampert i Sommer 2007). Međutim, nakon što prolećna „cvetajuća“ zajednica padne i sa sobom istaloži veliku količinu organske materije na dno vodnog tela, što delimično može dovesti i do hipoksije, azot često postaje limitirajući za produkciju, pre svega fitoplanktonske zajednice (Conley i sar. 2009).

Nasuprot brojnim oblicima azota koji se mogu naći u akvatičnim ekosistemima, najznačajniji neorganski oblik fosfora je ortofosfat (PO_4^{3-}) (Wetzel 2001). Sama ortofosforna kiselina je slaba tribazna kiselina rastvorljiva u vodi, a zastupljenost različitih formi njenih anjona (PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} i $H_2PO_4^-$) varira u zavisnosti od pH sredine. Precipitacija kalcijum fosfata značajno uklanja jone ortofosfata iz rastvora, kada se nalazi u odgovarajućoj količini (Reynolds 2006). Ipak, najveći deo fosfora u slatkovodnim vodnim telima (veći od 90%) se nalazi u obliku organskih fosfata i kao komponenta u ćelijama živih organizama (Wetzel 2001). Višak fosfora u vodenom stubu dovodi do letnjeg „cvetanja“ cijanobakterija, od kojih su neke azotofiksatori koje u slučaju velike brojnosti, mogu dovesti do povećanja koncentracije azota u površinskim vodama. Ovaj novi azot potpomaže da se održi naredna prolećna produkcija i doprinosi „opakom ciklusu“ eutrofikacije (Conley i sar. 2009).

Kiša, obogaćena fosfatnim jedinjenjima dobijenih kvašenjem minerala fosfora, je uglavnom u malim količinama prirodan izvor fosfora u vodi (obično između 0,2 do 0,3 μM). (Reynolds 2006). Kod većine slatkovodnih ekosistema, prekomeran unos fosfora vezuje se za proces eutrofikacije, o kome će kasnije biti reči, a kao posledica pospešuje razvoj kako azotofiksirajućih, tako i neazotofiksirajućih cijanobakterija. Ovo se posebno dešava u slučajevima kada vodno telo ima dug retencioni period, povećanu temperaturu površinskog sloja (>20 °C) i izraženu vertikalnu stratifikaciju (Paerl i Fulton 2006). Tokom istraživanja na *Gloeotrichia echinulata* P.G.Richter,

Napiórkowska-Krzebietke i Hutorowicz (2015) su pokazali da fosfor koji se apsorbuje iz sedimenta može da upotpuni potrebe za nutrijentima kada su u pitanju cijanobakterije (Scholz i sar. 2017).

Generalno, povećana količina nutrijenata dovodi do povećanja mutnoće vode, što smanjuje količinu svetlosti unutar vodenog stuba, a u takvim uslovima cijanobakterije koje imaju sposobnost regulacije lebdenja bivaju kompetitivnije u odnosu na druge fotosintetske vrste (Paerl i Fulton 2006). Pored toga, visoke vrednosti pH se često vezuju i za veliku brojnost cijanobakterija (Vincent 2009; Humbert i Fastner 2017). Smatra se da u vodama sa ekstremno izraženim alkalitetom ($>10,5$), broj cijanobakterija čini čak 99% čitave fitoplanktonske zajednice (Lopez-Archilla i sar. 2004; Đorđević i Simić 2014). Pored toga, velika brojnost cijanobakterija i algi u vodi može dovesti i do velikih dnevnih varijacija pH. Kada se radi o vodnim telima koje se koriste za vodosnabdevanje, velike dnevne fluktuacije pH vrednosti kod sirove vode su izrazito nepoželjne, s obzirom da je tretman prečišćavanja vode najefikasniji pri konstantnim vrednostima pH (Suthers i Rissik 2009). Sama pH vrednost zapravo omogućava pravljenje grube procene dostupnosti ugljenika, dajući time (zajedno sa koncentracijom rastvorenog kiseonika) dalje indikacije za procenu produktivnosti i kvaliteta vode (Humbert i Fastner 2017).

Sa tim je povezana i dnevna fluktuacija u vodi rastvorenog kiseonika (O_2) i ugljen-dioksida (CO_2), koja je usklađena sa cijanobakterijskom i algalnom produkcijom. Tako, u toku dana, ovi organizmi troše CO_2 u procesu fotosinteze (čime se povećava pH) i obogaćuju vodu kiseonikom, što može dovesti i do hiper-saturacije u slučaju povišene produkcije. U toku noći, ćelijskom respiracijom cijanobakterija, algi, ali i drugih organizama u vodi, dolazi do utroška kiseonika, dok se koncentracija CO_2 u vodi povećava, a pH vrednost smanjuje (Suthers i Rissik 2009).

1.2.3.2. Fizički faktori

Svetlosni režim i temperatura predstavljaju osnovne fizičke faktore odgovorne za rast i razvoj cijanobakterija (Merel i sar. 2013), a pored njih veliku ulogu imaju ciklusi mešanja vode (Humbert i Fastner 2017), odnosno turbulencija (Paerl i Fulton 2006).

Cijanobakterije su adaptirane na život u širokom temperaturnom opsegu, sa najvišim gornjim temperaturnim limitom od $74\text{ }^\circ\text{C}$, zabeleženom u nacionalnom parku Jelouston (Vincent 2009), a poznato je da se mogu uspešno razvijati i na staništima pod snegom i ledom (Quesada i Vincent 2012). Međutim, kod vrsta koje se javljaju na ekstremno hladnim staništima, ambijentalna temperatura ne predstavlja njihovu optimalnu temperaturu, već je ona uglavnom viša, a vrste su zapravo samo psihrotolerantne – otporne na hladnoću (Vincent 2009). Generalno, opšte je mišljenje da ovi organizmi imaju nešto viši temperaturni optimum u odnosu na eukariotske alge (Oliver i Ganf 2000; Vincent 2009; Elliott 2012; Whitton i Potts 2012; Scholz i sar. 2017). Smatra se da uglavnom najbolji rast imaju na temperaturama $>25\text{ }^\circ\text{C}$ (Elliott 2012; Scholz i sar. 2017), zbog čega često dominiraju u zajednici fitoplanktona slatkovodnih ekosistema umerene zone tokom najtoplijih perioda u godini, i to pre svega u eutrofnim vodnim telima (Paerl i Huisman 2008; Paul 2008).

U jezerima i akumulacijama, često periode najviših temperatura prati i pojačana stratifikacija vodenog stuba, što pruža cijanobakterijama stabilne uslove da regulišu lebdenje bliže površini vode (Elliott 2012; Salmaso i sar. 2017). Zagrevanjem površinskih slojeva vode povećava se stratifikacija vertikalnog stuba i produžava sam period sezonske stratifikacije, dok se smanjuje učestalost i dužina trajanja perioda cirkulacije vode u vodnom telu (Paerl i sar. 2011; Scholz i sar. 2017).

Turbulencija značajno utiče na rast čitave fitoplanktonske zajednice i na njen strukturni integritet (Paerl i Fulton 2006). Takođe, pored svetlosti, temperature, nutrijenata i ispaše, turbulencija (odnosno fizička distrurbancija) je jedan od ključnih faktora za život bentosnih cijanobakterija (Humbert i Fastner 2017). Kod cijanobakterija, turbulencije niskog intenziteta mogu povoljno uticati na njihov rast i razvoj, tako što u određenoj meri potpomažu povećanju nutrijenata

u vodi (PO_4^{3-} , metali u tragovima). Sa druge strane, visok nivo turbulentnosti i vertikalno mešanje vode ometa cijanobakterije da regulišu boravak na optimalnoj dubini, što ih čini manje kompetitivnim u odnosu na eukariotske alge (Paerl i Fulton 2006; Paerl i Otten 2012).

Pored temperature i režima mešanja vode, dostupnost svetlosti je ključna za opstanak i razvoj svih fotosintetskih organizama, pa tako i cijanobakterija (Salmaso i sar. 2017). Shodno tome, velika prednost cijanobakterija u odnosu na druge fotosintetske organizme jeste što imaju veću količinu karotenoida po jedinici ćelijske zapremine, koji im omogućavaju rasipanje viška svetlosti, pružajući tako zaštitnu funkciju od prekomernog zračenja (Berg i Sutula 2015). Mnoge cijanobakterije su, takođe, razvile različite mehanizme za zaštitu od UV radijacije (Paul 2008), a neka istraživanja su pokazala da toksični peptidi koje proizvode neke vrste cijanobakterija mogu imati ulogu u fotoprotekciji ćelija (Berg i Sutula 2015).

1.2.4. Klimatske promene

Koncentracije gasova staklene bašte koji se prirodno javljaju, kao što su ugljen-dioksid (CO_2), metan (CH_4) i azot-suboksid (N_2O), varirale su tokom perioda glacijala i interglacijala poslednjih 650 milenijuma. Međutim, očigledan porast koncentracije ovih gasova u atmosferi uzrokovan ljudskim aktivnostima, kao što je sagorevanje fosilnih goriva, može se pratiti još od početka industrijske revolucije 1750. godine (Scholz i sar. 2017). Procenjeno je da je 2017. godine antropogeno indukovano zagrevanje dovelo do porasta globalne temperature za približno $1\text{ }^\circ\text{C}$ ($\pm 0,2\text{ }^\circ\text{C}$) u odnosu na pre-industrijski period, sa stopom povećanja od $0,2\text{ }^\circ\text{C}$ ($\pm 0,1\text{ }^\circ\text{C}$) po deceniji (IPCC 2018), pri čemu je uočeno da je intenzitet porasta najveći u poslednjih nekoliko decenija (Davis i sar. 2009; O'Neil i sar. 2012). Prema poslednjim izveštajima Međunarodnog panela za klimatske promene – IPCC (2018), ukoliko se trenutna stopa porasta temperature ne smanji, globalno zagrevanje će između 2030. i 2052. godine dovesti do porasta globalne temperature za preko $1,5\text{ }^\circ\text{C}$.

Pri tom, treba imati u vidu da globalno zagrevanje dovodi do promena različitih komponenti klime (Abonyi i sar. 2018). Prevashodno, dobro je dokumentovano da dovodi do hidroloških promena (Paerl i Paul 2012; Visser i sar. 2016), koje dalje utiču na fizičke i hemijske karakteristike sredine, biološke procese, odnosno na sam metabolizam živog sveta u takvoj sredini (Paerl i Paul 2012; Scholz i sar. 2017). Najveće posledice po slatkovodne ekosisteme su: povećanje temperature vode, promena sezonskog režima cirkulacije vode kod stajaćih vodnih tela, kao i izmenjeni sezonski obrasci rečnog protoka (Abonyi i sar. 2018). Slatkovodna jezera umerene zone su direktno pogođena globalnim zagrevanjem budući da su temperature vazduha i vode blisko povezane. Povećanje temperature površinskih voda usled globalnog zagrevanja može dovesti do promena u brojnosti fitoplanktona i varijabilnosti kada je reč o sukcesiji fitoplanktonskih vrsta u toku godine (Scholz i sar. 2017), što će neizbežno imati i posledice po trofičko stanje takvog vodnog tela (Elliott 2012). Kako navode Paerl i Otten (2013), sinergistički efekat povećanja temperature i uliva nutrijenata zapravo pojačava uticaj na oligo-, mezo- i eutrofne sisteme (Scholz i sar. 2017).

Smatra se da je ključni pokretač klimatskih promena, a za šta postoje uverljivi dokazi, koncentracija atmosferskog ugljen-dioksida, koja menja temperaturu zemljine površine i temperaturu vode kroz efekat „staklene bašte“ (Visser i sar. 2016; IPCC 2018). Porastom koncentracije atmosferskog CO_2 u vodi se rastvara veća količina ovog gasa poreklom iz atmosfere procesima difuzije, što dovodi do smanjenja pH vode. Usled toga, polako dolazi do acidifikacije okeana. Sa druge strane, kod slatkovodnih ekosistema posledice porasta rastvorenog CO_2 u vodi su dosta kompleksnije u odnosu na marinske. Opseg variranja pH i alkaliniteta kod slatkovodnih ekosistema je jako veliki, što utiče na kruženje neorganskog ugljenika (Visser i sar. 2016). Danas veliki broj slatkovodnih jezera prevazilazi atmosferski ekvilibrijum i pokazuje uslove pojave hipersaturacije CO_2 (Scholz i sar. 2017). Tako, pored toga što utiče na globalno zagrevanje, porast nivoa atmosferskog CO_2 može podstaći i proliferaciju cijanobakterija, a pre svega onih koje

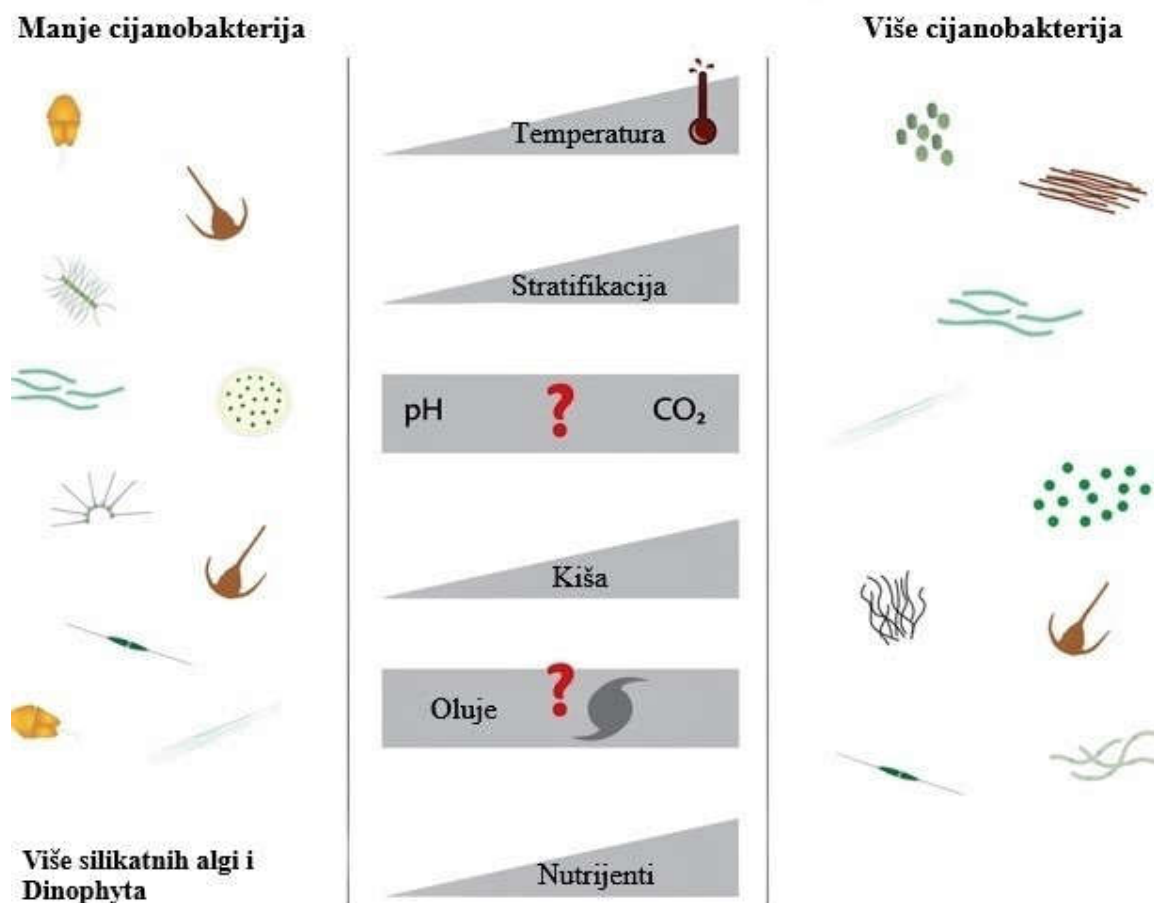
obitavaju blizu površine vode, tako što im je obezbeđena veća koncentracija ugljenika (Visser i sar. 2016).

Pored toga, u mnogim regionima umerene zone, globalno zagrevanje je dovelo do povećanja evaporacije i koncentracije vodene pare u vazduhu koja cirkuliše kroz troposferu, što dalje dovodi do pojave češćih i intenzivnijih kiša u odnosu na neki prethodni period (Scholz i sar. 2017). Sa druge strane, u kontinentalnim predelima niže i srednje geografske širine, beleži se produženje perioda i povećanje intenziteta suše (Paerl i Huisman 2008; Carey i sar. 2012; Scholz i sar. 2017). Smatra se da će se do 2050. godine, u regionima viših geografskih širina Evroazije i Severne Amerike, oticaj putem precipitacije uvećati za 10-40%. Sa druge strane, u Mediteranu, na severu Afrike, zapadu SAD i severu Meksika, očekuje se pad precipitacije za 10-30% (Carey i sar. 2012). Tako, poslednjih decenija klimatski ekstremi variraju uporedo sa globalnim otopljanjem, pri čemu imaju dalekosežni uticaj na životnu sredinu, degradaciju ekosistema, kao i sam održivi razvoj ekonomije i društva (Wang i sar. 2017).

Što se samih temperaturnih ekstrema tiče, mnoge ranije studije ukazuju na to da su promene temperaturnog minimuma dosta značajnije u odnosu na promene temperaturnih maksimuma (Wang i sar. 2017). Neki autori tvrde da je kod jezerskih sistema zimski ledeni pokrivač zapravo ključni faktor koji utiče na temperaturni trend površinske vode u toku leta. Pri tom, brojna istraživanja beleže da se, usled globalnog zagrevanja, u jezerima srednjih geografskih širina severne hemisfere ledeni pokrivač kasnije formira i/ili ranje otapa (Scholz i sar. 2017).

Očekuje se da će povećanje temperature imati značajan efekat na stratifikaciju jezera tako što će se ona javljati ranije, biti intenzivnija i trajati duže, što čak može dovesti do toga da neka polimiktična jezera postanu dimiktična, dimiktična da pređu u monomiktična, a monomiktična u oligomiktična (Carey i sar. 2012). Jačina vertikalne stratifikacije direktno zavisi od razlike u gustini između toplog površinskog sloja i sloja hladnije vode koja se nalazi ispod. Kako se temperature povećavaju usled klimatskih promena, stratifikacija kreće da se javlja ranije u toku proleća i traje do duboko u jesen (Paerl i Otten 2012).

Kod jezerskih ekosistema, od svih vrsta koje sačinjavaju fitoplanktonske zajednice širom sveta, vrste koje pripadaju razdelu Cyanobacteria možda izazivaju najveću zabrinutost kada je reč o klimatskim promenama i kako bi one mogle uticati na njih (Paerl i Huisman 2008; Elliott 2012). Kao što je već napomenuto, kod velikog broja cijanobakterija, poput potencijalno toksičnih vrsta roda *Microcystis*, optimalna temperatura za rast i fotosintezu iznosi 25 °C i više od 25 °C (Reynolds 2006; Paerl i Huisman 2008; Davis i sar. 2009). Zbog toga, cijanobakterije vrlo često dominiraju u zajednici fitoplanktona umerenih slatkovodnih ekosistema u toku najtoplijih perioda godine, pogotovo kada su u pitanju eutrofna vodna tela (Paerl i Huisman 2008; Paul 2008). Ukoliko klimatske promene zaista dovode do toga da se poveća dominacija Cyanobacteria u fitoplanktonu, to će potencijalno imati uticaja na celokupan lanac ishrane (Elliott 2012). Pored direktnog efekta na stopu rasta, povećanje temperature dovedeće i do promena fizičkih karakteristika akvatične sredine, tako da će ona postati pogodnija za cijanobakterije, što je grafički prikazano na Slici 1.2., na osnovu šeme O'Neil i sar. (2012).



Slika 1.2. Potencijalni efekat klimatskih promena na razvoj cijanobakterija, adaptacija na osnovu O'Neil i sar. (2012).

1.2.5. Širenje alohtonih i invazivnih vrsta

Ljudske aktivnosti dovele su do introdukcije mnogih alohtonih (ne-nativnih) organizama u gotovo sve tipove ekosistema, pa i slatkovodne. Metodologija za procenu uticaja alohtonih vrsta je relativno dobro razvijena kada je reč o biljkama, kičmenjacima i beskičmenjacima u terestričnoj, slatkovodnoj i marinskoj životnoj sredini. Ipak, promene u slatkovodnim ekosistemima vezane za introdukciju mikroorganizama (cijanobakterija, algi), kao i njihov socio-ekonomski uticaj, su do sada slabo proučavane. Imajući u vidu problematičnost definisanja alohtonog mikroorganizma, njihovi nalazi su vrlo često beleženi pod pojmom „egzotična vrsta“, „interesantna vrsta“ ili „prvi nalaz vrste u regionu“ (Wilk-Woźniak i sar. 2016). Sa druge strane, invazivnim se smatraju one vrste koje uspostave ubrzanu stopu rasta populacije, praćenu naglim širenjem areala rasprostranjenja, što može dovesti do njihove dominacije i potiskivanja nativnih vrsta u okviru zajednica. Ono što je važno naglasiti jeste da pojmovi alohtona, egzotična, ne-nativna, introdukovana i invazivna vrsta nisu sve sinonimi. Tako, mnoge nenativne ili introdukovane vrste nisu problematični invazivni taksoni i ne smatraju se štetnim po ekosistem u koji su uneti. Takođe, ne može se svaka invazivna vrsta okarakterisati i kao introdukovana, odnosno ne-nativna (Rogers 2018).

Kao i druge grupe organizama, alge imaju sposobnost da uzrokuju nestanak nativnih vrsta, redukuju diverzitet i da dovedu do nepovratnih promena staništa kada se invazivno šire na nova područja. Najviše stečenih saznanja o invaziji ne-nativnih algi se tiče zapravo marinskih makroskopskih vrsta, dok su slatkovodne invazivne vrste znatno manje istraživane. Jedan od razloga je što su to taksoni uglavnom mikroskopskih dimenzija (Kaštovský i sar. 2010a).

Poslednjih decenija se pokazalo da je povećana (pre svega kulturna) eutrofikacija slatkovodnih jezera, u kombinaciji sa porastom temperature površinskih voda umerene zone, favorizovala promenu geografskog rasprostranjenja termofilnih vrsta cijanobakterija sa nižih na veće geografske širine (Scholz i sar. 2017). Pored toga, zabeleženo je i širenje areala određenih cijanobakterija sa nekada holarktičkim rasprostranjenjem, odnosno onih koje su ranije beležene u hladnijim vodama (Kokociński i sar. 2017). Kaštovský i sar. (2010a) su, u okviru detaljne studije rasprostranjenja alohtonih i potencijano ekspanzivnih taksona u Republici Češkoj, detektovali veći broj vrsta ovih karakteristika, uključujući: *Chrysochloris bergii* (Ostenfeld) E.Zapomelová, O.Skácelová, P.Pumann, R.Kopp & E.Janecek, *Cuspidothrix issatschenkoi* (Usachev) P.Rajaniemi, Komárek, R.Willame, P. Hrouzek, K.Kastovská, L.Hoffmann & K.Sivonen, *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya & Subba Raju, *Dolichospermum compactum* (Nygaard) P.Wacklin, L.Hoffmann & J.Komárek, *Geitleribactron periphyticum* Komárek, *Gloeotrichia echinulata* P.G.Richter, *Planktothrix rubescens* (De Candolle ex Gomont) Anagnostidis & Komárek, *Raphidiopsis mediterranea* Skuja, *Sphaerospermopsis aphanizomenoides* (Forti) Zapomelová, Jezberová, Hrouzek, Hisem, Reháková & Komárková, *Synechococcus capitatus* A.E.Bailey-Watts & Komárek (Kaštovský i sar. 2010a). Pored njih, kao ne-nativne vrste u Evropi, beleže se i: *Chrysochloris ovalisporum* (Forti) E.Zapomelová, O.Skácelová, P.Pumann, R.Kopp & E.Janecek, *Dolichospermum lemmermannii* (Richter) P.Wacklin, L.Hoffmann & J.Komárek, *Nodularia spumigena* Mertens ex Bornet & Flahault, potom tropske vrste *Planktolyngbya microspira* Komárek & Cronberg, *Planktolyngbya circumcreta* (G.S.West) Anagnostidis & Komárek i *Cyanodictyon tropicale* P.A.C.Senna, A.Delazari & Sant'Anna. Kao invazivna vrsta se navodi i planktonska *Microseira (Lyngbya) wollei* (Farlow ex Gomont) G.B.McGregor & Sendall ex Kenins, kao i bentosna marinska vrsta *Lyngbya majuscula* Harvey ex Gomont.

Može se uočiti da su, među ne-nativnim cijanobakterijama zabeleženim u jezerima i rezervoarima, načešće vrste koje pripadaju redu Nostocales, dok su ostale grupe znatno ređe zastupljene (Kokociński i sar. 2017). Mnogi izvori ukazuju na to da je najznačajniji slatkovodni invazivni takson (zajedno sa autohtonom silikatnom algom *Didymosphenia geminata* (Lyngbye) Mart.Schmidt) zapravo cijanobakterija iz pomenutog reda – *Cylindrospermopsis raciborskii* (Kaštovský i sar. 2010a).

1.3. „Cvetanje“ algi i cijanobakterija

Vrste u današnje vreme opstaju zato što su se prostorno i vremenski prilagodile na fizičke, geološke, hemijske i biološke uslove sredine u kojoj žive. One se kontinuirano adaptiraju i evoluiraju ili, u suprotnom, izumiru. Mnoge alge, uključujući i one „štetne“, imaju dugu evolucionu istoriju, zbog čega jako uspešno opstaju u različitim uslovima sredine (Steidinger i Garccés 2006). Pri tom, alge ne predstavljaju homogenu grupu organizama koja se može klasifikovati kao taksonomska jedinica. One i nisu prirodna taksonomska grupa. Eukariotske alge se definišu kao organizmi sa trajnim plastidima, hlorofilom *a* kao osnovnim pigmentom i nedostatkom zaštitnog omotača oko reproduktivnih ćelija, dok su „prokariotske“ alge cijanobakterije ili modrozeleno alge (Janson i Hayes 2006).

Ne postoji međunarodno prihvaćena definicija ili kvantifikacijska mera koja opisuje „cvetanje“ algi i cijanobakterija (Merel i sar. 2013; Watson i sar. 2015). Međutim, generalno se smatra da je to fenomen značajne produkcije biomase tokom kratkog vremenskog perioda, često praćen smanjenjem diverziteta zajednice (Merel i sar. 2013; Scholz i sar. 2017), odnosno vidljivi razvoj planktonskih i obraštajnih algi (Watson i sar. 2015). Važno je naglasiti da se mnoga „cvetanja“ fitoplanktona mogu javljati prorodno, u toku proleća, ili stimulirana prirodnim

pojavama, kao što su kiše i poplave (Suthers i Rissik 2009). Međutim, ljudske aktivnosti (npr. slivanje nutrijenata sa poljoprivrednog zemljišta, neadekvatan tretman komunalnih otpadnih voda, slivanje atmosferske kanalizacije sa puteva) dovele su do prekomerne fertilizacije mnogih vodnih tela, što pogoduje prenamnožavanju algi i cijanobakterija u slatkovodnim sistemima (WHO 2003).

Sama „cvetanja“ mogu dovesti do štetnih efekata. To uključuje smanjenje kiseonika u vodi, smanjenje estetskog kvaliteta vode, zagušivanje škruga riba, ali i toksičnost. Fenomen poznat kao „štetno algalno cvetanje“, u međunarodnoj naučnoj literaturi se često navodi kao HAB (engl., skraćenica od *Harmful Algal Blooms*) već vekovima predstavlja temu od naučnog i društvenog interesa (Garneli i Turner 2006). Definiše se kao cvetanje koje ima negativan ekološki i socioekonomski uticaj i predstavlja pretnju po javno zdravlje (Watson i sar. 2015). Budući da su i same alge u filogenetskom smislu jako raznovrsne, i termin „štetno algalno cveranje“ (HAB) odnosi se na raznoliku grupu organizama kod kojih je detektovano da dovode do štetnog uticaja. Takvi efekti zabeleženi su među pripadnicima razdela Dinophyta, Raphidophyta, Prymnesiophyta, Bacillariophyta, Cyanobacteria (Figueiras i sar. 2006) i Euglenophyta (Zimba i sar. 2010). „Cvetanja“ toksičnih dinoflagelata su poznata kao „crvene plime“, a prepoznatljiva su po tome što boje morsku vodu u crveno ili braonkasto-crveno (Garneli i Turner 2006). Sa druge strane, kada je reč o toksičnom „cvetanju“ u slatkovodnim ekosistemima, istraživanja se pre svega fokusiraju na cijanobakterije (WHO 2003), i to pretežno na pelagijske forme, obzirom da se njihova pojava beleži češće (O’Neil i sar. 2012). Pored njih, zabeležena je toksičnost i nekih slatkovodnih pripadnika Dinophyta, sa pripadnikom *Naiadinium polonicum* (Woloszynska) Carty kod koga je utvrđena ihtiotoksičnost (WHO 2003); zatim, kod euglenoidne *Euglena sanguinea* Ehrenberg (Zimba i sar. 2010), dok je u brakičnim vodama uočena i toksičnost predstavnika Prymnesiophyceae (WHO 2003). U skladu sa tim, bitno je naglasiti da se određene toksične supstance mogu akumulirati i/ili prenositi kroz lanac ishrane na više trofičke nivoe, pa i na ljude (Garneli i Turner 2006).

1.3.1. Cijanobakterije kao uzročnici „cvetanja“

Cijanobakterije su stalna komponenta slatkovodnih zajednica (Scholz i sar. 2017), a najveći broj vrsta se u akvatičnoj sredini javlja u malom broju. Međutim, kada za to nastupe povoljni sredinski uslovi, određene vrste cijanobakterija mogu uvećati svoju brojnost u relativno kratkom vremenskom periodu i tako izazvati cvetanje (Slika 1.3.), kako u planktonu, tako i u bentosu (Quiblier i sar. 2013). Njihov kapacitet da maksimiziraju rast, minimiziraju gubitke i postignu dominaciju, čak i u zajednicama sa visoko konkurentnim vrstama (Watson i sar. 2015), često može dovesti do pada diverziteta i dominacije svega nekoliko cijanobakterijskih vrsta (Scholz i sar. 2017). Prednost cijanobakterija je u tome što su razvile ekološke strategije koje im omogućavaju da iskoriste antropogene modifikacije sredine, posebno hidrološke izmene ekosistema i obogaćivanje nutrijentima. To im je umnogome omogućilo da prošire svoje rasprostranjenje po čitavom svetu, od polarnih jezera do obala okeana (Paerl i Otten 2013).

„Cvetajuće“ cijanobakterije su raznovrsna grupa fototrofa na koje utiče gotovo istovetni niz sredinskih faktora, koji utiče i na dugu, taksonomski složeniju grupu – eukariotske mikroalge (Oliver i sar. 2012). Taksoni koji izazivaju cvetanje javljaju se kod svake od većih morfoloških grupa cijanobakterija i uključuju planktonske kolonijske forme (npr. *Microcystis*, *Woronochinia*), pikoplankton (npr. *Synechococcus*), azotofiksirajuće i neazotofiksirajuće filamentozne planktonske forme (npr. *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Planktothrix*, *Cylindrospermopsis*, *Pseudanabaena*, *Gloeotrichia*, *Nodularia*), kao i one sa bentosnih staništa (npr. *Phormidium*, *Oscillatoria*, *Lyngbya*, *Scytonema*) (Paerl i Otten 2013; Watson i sar. 2015). Njihovo cvetanje predstavlja jedan od glavnih izazova za upravljanje rekama, jezerima i akumulacijama, budući da može imati negativan uticaj na akvatični ekosistem i ljudsko zdravlje, sa dalekosežnim ekološkim i ekonomskim posledicama (Carey i sar. 2012).



Slika 1.3. Slika površinskog „cveta“ cijanobakterija.

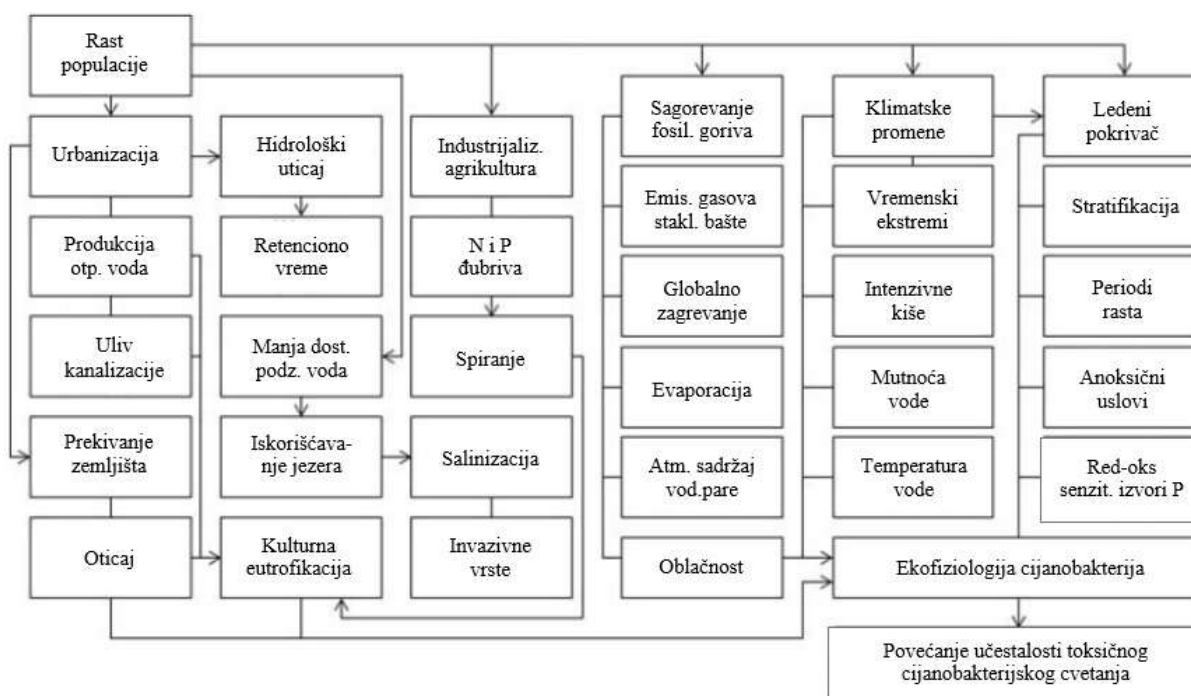
Vrlo često se dešava da je cvetanje potpuno ili uglavnom monospecijsko, odnosno da ga formira jedna vrsta cijanobakterije, što za posledicu može imati formiranje agregacija ćelija/filamenata na površini vode u vidu gustog sloja skrame koja je vidljiva golim okom (Merel i sar. 2013). Međutim, dok aglomeracije cijanobakterija uglavnom obrazuju planktonske cijanobakterije u eutrofnim vodama, bentosne naslage u oligotrofnim vodama (koje su siromašne nutrijentima) takođe povremeno stvaraju probleme. Ove bentosne naslage rastu isključivo u čistim vodama, gde svetlost može da prodre do samog dna (WHO 2003). Kada je reč o rizicima vezanim za pojavu cijanotoksina, on se tradicionalno najčešće vezuje za planktonske cijanobakterije (Chorus i Bartram 1999; WHO 2003; Quiblier i sar. 2013), zbog čega je velika pažnja u naučnim istraživanjima bila posvećena formiranju cveta fitoplanktonskih vrsta (Oliver i Ganf 2000; Quiblier i sar. 2013), kao i određivanju faktora koji regulišu specijski diverzitet i produkciju toksina. Sa druge strane, manji broj studija se bavi toksičnim bentosnim slatkovodnim cijanobakterijama, iako su, kao posledica toga, širom sveta zabeleženi brojni slučajevi uginuća životinja (Quiblier i sar. 2013).

1.3.1.1. Faktori uzročnici cijanobakterijskog cveta

Cvetanje algi i cijanobakterija nije novi fenomen i prirodno se javlja u plodnim oblastima, za šta postoje i istorijski zapisi koji datiraju od pre dve hiljade godina (Watson i sar. 2015). Međutim, sa sve većom degradacijom životne sredine u proteklom veku, postoji dramatičan porast kada je reč o ozbiljnosti i geografskom opsegu ovih događaja u velikim i malim jezerima, zatim akumulacijama, rekama, ribnjacima, barama, kao i u širokom spektru drugih površinskih voda širom sveta (Paerl i Paul 2012; Watson i sar. 2015). Iako je ovaj porast donekle u vezi i sa pojačanim monitoringom površinskih voda, mnoštvo dokaza ukazuje da je došlo do povećanja učestalosti, biomase, trajanja i distribucije cijanobakterijskih cvetanja (Carey i sar. 2012).

Kao što je već napomenuto, budući da postoje različiti tipovi cijanobakterija i da naseljavaju raznovrsna staništa, teško je predvideti ekološke faktore neophodne za proliferaciju svake vrste (Merel i sar. 2013). Istražvači su decenijama ulagali napore da identifikuju faktore pokretače cvetanja cijanobakterija (Cha i sar. 2017). Većina se slaže da je to kompleksna pojava, koju obično ne pokreće jedna, već kombinacija velikog broja ekoloških faktora koje deluju simultano (O'Neil i sar. 2012). Međutim, Merel i saradnici (2013) ističu da je kombinacija tri faktora ključna za njihov razvoj, a to su: nutrijenti, temperatura vode i svetlost.

Shodno tome, smatra se da je povećana učestalost i intenzitet cvetanja posledica antropogeno-indukovanih promena (Slika 1.4.), pre svega prekomernog uliva nutrijenata, regulacije tokova reka (Carey i sar. 2012; Quiblier i sar. 2013), zatim klimatskih promena i povećane koncentracije atmosferskog CO₂ (Paerl i Huisman 2008, 2009; Visser i sar. 2016), produženo vreme zadržavanja vode (retenciono vreme) i izmenjen režim vertikalne stratifikacije (Elliott 2012; Paerl i Paul 2012; Scholz i sar. 2017). Takođe, istraživanja pokazuju da zagađenje vode pesticidima (Quiblier i sar. 2013), antropogeno raznošenje ćelija ili cista (spora, akineta) i prekomerni izlov ribe (koji remeti čitav lanac ishrane) takođe utiču pozitivno na ovu pojavu (O'Neil i sar. 2012), kao i povećan salinitet (Scholz i sar. 2017).



Slika 1.4. Sinergistički efekti urbanizacije, agrikulture, klimatskih promena i industrijalizacije na formiranje „cveta“ cijanobakterija (preuzeto iz: Scholzi sar. 2017).

U toku poslednjih nekoliko decenija, pa i vekova, prekomerno obogaćivanje vode nutrijentima od strane ljudi, a koje se vezuje za urbani, poljoprivredni i industrijski razvoj, podstaklo je povećanje stope primarne produkcije vodnih tela, odnosno eutrofikaciju (WHO 2003; Paerl i Paul 2012; O'Neil i sar. 2012). U jezerima i rezervoarima, pre svega sa većim vremenom zadržavanja vode, akumulacija nutrijenata i povišen trofički status pogoduju cvetanju cijanobakterija (Merel i sar. 2013; Cha i sar. 2017). Odnosno, eutrofikacija pogoduje njihovoj dominaciji i razvoju štetnog algalnog i cijanobakterijskog cvetanja, kako kod planktonskih (Paerl i Fulton 2006; Paerl i Paul 2012), tako i kod bentosnih formi (Paerl i Paul 2012). Dakle, kako jezera i rezervoari širom sveta nastavljaju da stare, kako usled prirodnih okolnosti, tako i usled aktivnosti čoveka, rezultujuća eutrofikacija će favorizovati formiranje cijanobakterijskog cveta u odnosu na „cvetanje“ algi (Merel i sar. 2013).

Imajući to u vidu, tradicionalno se veza između unosa nutrijenata i eutrofikacije smatrala za ključni proces koji kontroliše produkciju algi i dominantnost cijanobakterija (Cha i sar. 2017). Samim tim, od svih ekoloških faktora koje se smatraju pokretačima cvetanja cijanobakterija, najviše pažnje od strane globalne naučne zajednice je posvećivano antropogenom zagađenju nutrijentima (O'Neil i sar. 2012). U slatkovodnim ekosistemima, dostupnost fosfora se dugo smatrala za osnovni limitirajući faktor za razvoj cveta cijanobakterija, kao i to da povišen P u odnosu na N favorizuje formiranje toksičnog cijanobakterijskog cveta (Downing i sar. 2001; Paerl i Paul 2012). I zaista, antropogeno izazvane promene u odnosu ukupnog azota i fosfora (N/P) su često beležene kao pozitivno korelisane sa intenzitetom i dužinom trajanja cijanobakterijskog cvetanja u umerenim eutrofnim jezerima (Paerl i Huisman 2008, 2009; Scholz i sar. 2017). Međutim, ispostavilo se da je proliferacija u odnosu na ukupan N/P specifična za vrstu (Scholz i sar. 2017), te i da razdeo *Cyanobacteria* ne bi trebalo biti tretiran kao jedinstvena grupa kada se razmatra uticaj promene koncentracija nutrijenata na strukturu zajednice (Frau i sar. 2018). Shodno tome, N/P odnos se ne može koristiti kao pouzdana univerzalna varijabla za predviđanje moguće intenzivne proliferacije i dominacije cijanobakterija (Paerl i Otten 2013; Scholz i sar. 2017), te se često susreće sa oštrim kritikama ukoliko se koristi kao jedina varijabla za procenu rizika od toksičnog cijanobakterijskog cvetanja (Humbert i Fastner 2017).

Povećan sadržaj ukupnog fosfora i nizak N/P, koji se često javlja tokom leta u slatkovodnim ekosistemima umerene zone, favorizuje razvoj azotofiksirajućih cijanobakterija (Paerl i Fulton 2006), čija ih adaptivnost u uslovima deficita rastvorenih oblika azota čini boljim kompetitorima u odnosu na ostale cijanobakterije i eukariotske alge (Humbert i Fastner 2017). Smatra se da je odnos koncentracije N prema ukupnom ili rastvorenom P koji je manji od 15 najpogodniji za dominaciju ove grupe (Paerl i Fulton 2006). Heterocitne forme, kao što su to *Aphanizomenon*, *Dolichospermum* i *Cylindrospermopsis*, su neki od često beleženih rodova cijanobakterija koji imaju sposobnost azotofiksacije (Watson i sar. 2015; Humbert i Fastner 2017).

Kada poraste brojnost azotofiksirajućih cijanobakterija, one mogu nadoknaditi nedostatak rastvorenog azota u vodi, tako da i drugi taksoni bez mogućnosti fiksacije N₂ mogu koegzistirati. Ovako kombinovana zajednica može opstati u obliku „cveta“ tokom letnjih i jesenjih meseci, sve dok ne dođe do promene fizičkih parametara, odnosno hlađenja vode (<15 °C) i mešanja vodenog stuba (Paerl i Fulton 2006). Pored toga, poslednjih decenija došlo je do velike promene kad je reč o količini i dinamici osnovnih nutrijenata u akvatičnim sistemima, pri čemu koncentracije N često prevazilaze koncentraciju P (Paerl i Paul 2012; Paerl i Otten 2013). Sa porastom ljudske populacije u blizini vodotokova, paralelno se javio i porast koncentracije rastvorenog azota u vodi (Paerl i Paul 2012); došlo je do povećane upotrebe azotnih đubriva, uliva kanalizacionog i poljoprivrednog otpada, iskorišćavanja podzemnih voda, slivanja voda usled oluja, kao i taloženja ovog elementa iz atmosfere (Paerl i Otten 2013). Azotom bogati akvatični ekosistemi (sa visokim N/P) su takođe podložni štetnom cijanobakterijskom cvetanju, prvenstveno od strane ne-azotofiksirajućih taksona, poput onih iz rodova *Microcystis* i *Planktothrix* (Paerl i Otten 2013; Watson i sar. 2015; Humbert i Fastner 2017). Time je danas povišena količina rastvorenog azota postala podjednako veliki potencijalni uzročnik cvetanja, kao i P (Conley i sar. 2009; Paerl i Paul 2012). Zbog toga se mnogi naučnici sada slažu da je za pouzdano predviđanje i kontrolu cvetanja neophodno koristiti koncentracije i ukupnog P i ukupnog N pojedinačno, kao i ograničiti njihov uliv u vodno telo (Downing i sar. 2001; Conley i sar. 2009; Humbert i Fastner 2017).

Povećana koncentracija nutrijenata može povećati i turbiditet vode, čime se smanjuje prozračnost i ograničava fotosinteza na svega nekoliko centimetara od površinskog dela vodenog stuba. Tako može biti favorizovan razvoj cijanobakterija koje imaju mogućnost regulacije lebdenja i formiranja površinskog cveta, poput *Microcystis* spp. (Paerl i Fulton 2006; Scholz i sar. 2017). Sa druge strane, cijanobakterije adaptirane na slabe svetlosne uslove, kao što su pikocijanobakterije (*Synechococcus*, *Cyanobium*), *Planktothrix agardhii*, *Planktothrix rubescens* i *Pseudanabaena* spp., mogu formirati cvet u metalimnionu, praveći tako „skriveni“ izvor toksina i lošeg mirisa vode pri

obradi ovakve vode za piće. Hromatski adaptirani sojevi koji imaju mogućnost promene odnosa koncentracije pigmenta u skladu sa količinom svetlosti, poput *Planktothrix agardhii/suspensa*, takođe mogu cvetati u mutnim vodama (Watson i sar. 2015).

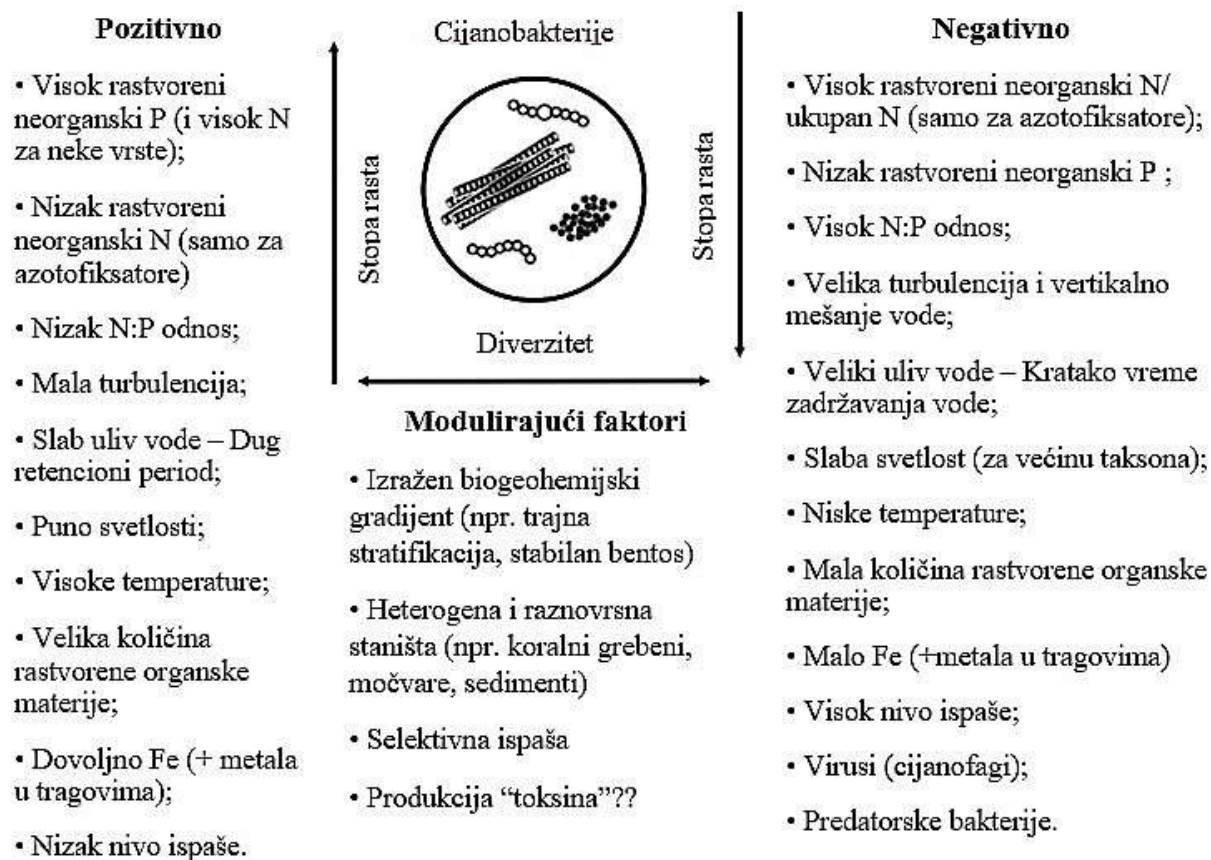
Pored toga što obogaćivanje vode nutrijentima podstiče pojavu cvetanja cijanobakterija, klimatske promene praktično predstavljaju katalizator za njihovo širenje (Paerl i Otten 2013; Watson i sar. 2015). Kao što je već napomenuto, mnoge vrste cijanobakterija, pogotovo oni taksoni koji uglavnom naseljavaju površinske slojeve vode, preferiraju topliju vodu (25 °C ili više). Time globalno zagrevanje može dovesti do povećanja učestalosti i opsega cvetanja, favorizujući cijanobakterije u odnosu na druge vrste fitoplanktona (Jöhnk i sar. 2008; Carey i sar. 2012; O'Neil i sar. 2012; Paerl i Paul 2012; Paerl i Otten 2013; Cha i sar. 2017). Predviđa se da će ova pojava postati sve češća kako se atmosfera zagreva usled emisije gasova „staklene bašte“ i klimatskih promena (Vincent 2009). Zbog toga je povećan broj studija kojima je fokus na ulozi temperature kod ovih organizama (Cha i sar. 2017), ali i povećane koncentracije CO₂ kao izvora ugljenika za njihovu fotosintezu (Vasser i sar. 2016).

Osim direktnog efekta koji klimatske promene imaju na rast cijanobakterija, zagrevanje površinskih voda podstiče i vertikalnu stratifikaciju. Izraženost vertikalne stratifikacije zavisi od razlike u gustini vode između površinskog sloja u kome se voda meša (epilimnion) i dubljeg sloja vode (hipolimnion) (Paerl i Huisman 2008). Pored toga, porast temperature produžuje period trajanja stratifikacije (Elliott 2012). Time se menja hidrodinamika i obrasci mešanja vode u vodnom telu, što često može dovesti do rizika od formiranja cveta cijanobakterija (Watson i sar. 2015). Ovo se pre svega odnosi na one vrste cijanobakterija koje imaju mogućnost da regulišu lebdenje duž vodenog stuba na dubinu sa najoptimalnijim uslovima za rast (Carey i sar. 2012; Watson i sar. 2015; Cha i sar. 2017). Sa druge strane, destratifikacija vodenog stuba indukovana vetrom ili ulivom vode dovodi do toga da one gube tu kompetitivnu prednost, što rezultuje ubrzanom degradacijom cveta, ako takvi uslovi potraju dovoljno dugo (Paerl i Fulton 2006).

Uticaj globalnog zagrevanja na intenzitet i trajanje precipitacije i perioda suše je, takođe, značajan za proliferaciju cijanobakterija (Jöhnk i sar. 2008; Paerl i Huisman 2008, 2009; Paerl i Paul 2012; Scholz i sar. 2017). Veće i intenzivnije padavine mogu dovesti do toga da se nutrijenti sa kopna sliju u recipijentna vodna tela (Paerl i Paul 2012). Smatra se da, kratkotrajno gledano, ovakvi događaji mogu da spreče razvoj cveta cijanobakterija tako što smanjuju vreme zadržavanja vode u sistemu. Odnosno, to se dešava kada spiranje prevezilazi stopu rasta cijanobakterija (Watson i sar. 2015). Međutim, kako se dotok vode smanjuje i retenciono vreme raste, nutrijentni koji su se zadržali i izmešali u vodnom telu će omogućiti potencijalni razvoj cveta (Paerl i Paul 2012). Smanjene padavine i produženi sušni periodi dovode do produženog vremena zadržavanja vode, što, takođe, vodi ka bržoj eutrofikaciji akvatičnog ekosistema (Vincent 2009).

Pored toga, povećana učestalost i dužina trajanja sušnih perioda dovode i do porasta saliniteta u jezerima, akumulacijama, rekama i estuarima širom sveta. Tome doprinosi i rastući nivo mora, kao i upotreba vode za vodosnabdevanje i irigacione potrebe. Povišen salinitet ima veliki uticaj na strukturu i funkcionisanje kako planktonske, tako i bentosne zajednice. Između ostalog, dovodi do povećanja vertikalne stratifikacije u odnosu na gustinu vode, što povoljno utiče na razvoj cveta cijanobakterija koje mogu da regulišu lebdenje. Pri tom, neki „cvetjući“ taksoni cijanobakterija (npr. *Anabaena*, *Anabaenopsis* i *Nodularia*) su prilično tolerantni na zaslanjenost (Paerl i Paul 2012), dok se oni iz rodova *Dolichospermum*, *Microcystis* i *Planktothrix* beleže kao umereno tolerantni. Međutim, iako uticaj klimatskih ekstrema na razvoj cijanobakterija dobija sve veću pažnju poslednjih godina, i dalje postoji potreba za dugoročnim studijama na terenu, kako bi se istražila distribucija i putevi širenja marinskih vrsta cijanobakterija u slatkovodnim jezerima (Scholz i sar. 2017).

Kada je reč o bentosnim cijanobakterijama, za njih su takođe svetlost, temperatura i nutrijenti veoma značajni faktori, a pored njih i fizička disturbanca i ispaša (Quiblier i sar. 2013). Međutim, za razliku od planktonskih vrsta, „cvetanje“ bentosnih cijanobakterija se može javljati i u oligotrofnim jezerima i rekama (Quiblier i sar. 2013; Humbert i Fastner 2017), budući da one mogu recipročno uticati na dostupnost hranljivih materija putem fiksacije azota i ponovnog taloženja fosfora uz pomoć vrsta koje skladište kalcijum oko svog omotača (*engl. calcareous species*) (Scott i Marcarelli 2012). Istraživanja, koja su pratila masivni razvoj potencijalno toksičnog *Phormidium*-a u rekama na Novom Zelandu, pokazala su da njegov razvoj prvenstveno zavisi od protoka i temperature vode (Quiblier i sar. 2013; Humbert i Fastner 2017).



Slika 1.5. Prikaz ekoloških faktora koji imaju pozitivan, negativan ili promenljivi uticaj na potencijal cijanobakterija da „cvetaju“ u akvatičnoj sredini (Paerl i Otten 2013).

Dakle, kombinacija antropogenog upliva nutrijenata, povišene temperature, pojačane vertikalne stratifikacije, produženog vremena zadržavanja vode i povećanog saliniteta će favorizovati dominaciju cijanobakterija (Slika 1.5.) u zajednici i produkciju cijanobakterijskog cveta u različitim tipovima akvatičnih ekosistema (O’Neil i sar. 2012; Paerl i Paul 2012; Paerl i Otten 2013). Pri tom, povećana učestalost i frekvencija ovog cvetanja može imati ozbiljne posledice kada je reč o rezervoarima za vodosnabdevanje ljudi, ribnjacima i rekreacionim vodama (Paerl i Otten 2013).

1.3.1.2. Posledice cvetanja cijanobakterija

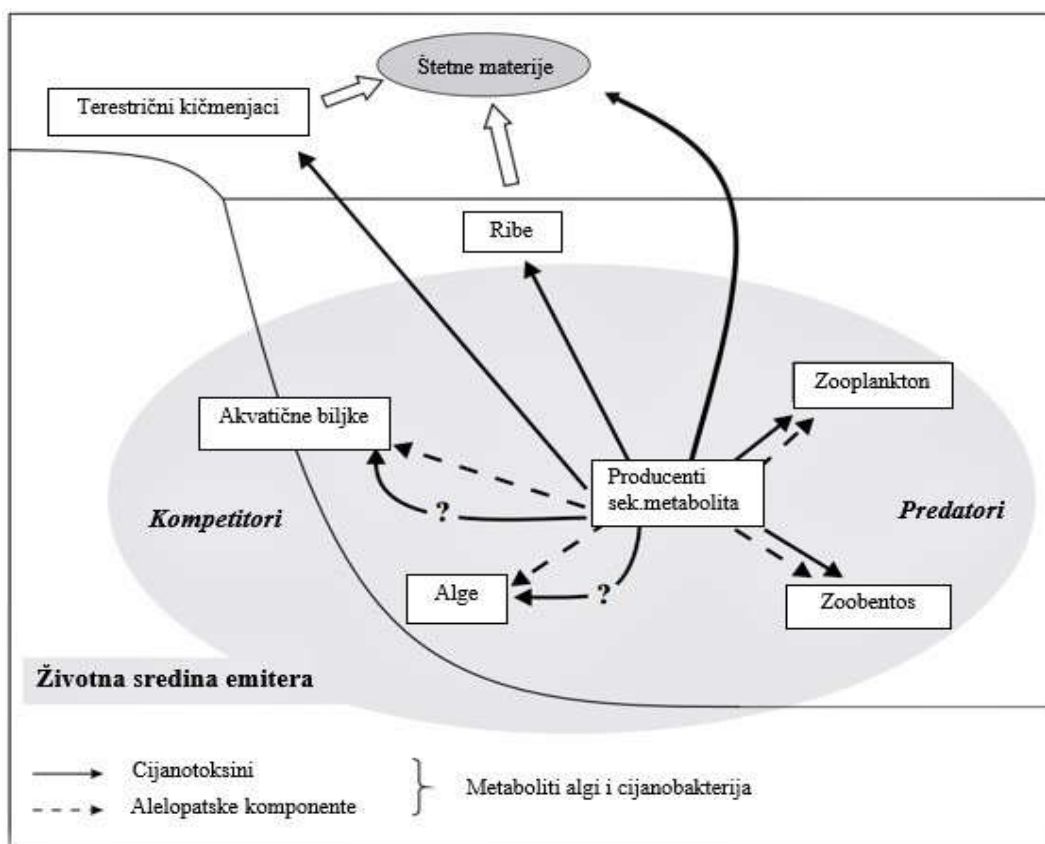
Ekspanzija cvetanja cijanobakterija predstavlja veliki društveni problem, budući da štetne cijanobakterije mogu ugroziti bezbednost voda za piće, navodnjavanje, ribolov i rekreaciju, što

može biti kritično u vreme kada ljudska populacija rapidno raste (Visser i sar. 2016). Postoji sve više dokaza koji ukazuju na to da je došlo do porasta prostorne i vremenske učestalosti pojave štetnog algalnog i cijanobakterijskog cvetanja, predstavljajući tako veliku potencijalnu pretnju za javno zdravlje i održivost ekosistema (Hudnell i sar. 2008).

Tokom poslednjih 25 godina, znanje o toksičnim cijanobakterijama je razvijeno do tog nivoa da su sad prepoznate kao jedan od najvećih elemenata rizika po kvalitet vode za piće širom sveta (Gaget i sar. 2017), pre svega imajući u vidu njihov potencijal da izazovu ozbiljne zdravstvene probleme, ali i da povećaju finansijski pritisak prilikom proizvodnje vode za piće (Chorus i Bartram 1999; WHO 2003; Reichwaldt i Ghadouani 2012). Shodno tome, može doći do značajnih ekonomskih gubitaka kada je reč o ceni tretmana vode, zatim u turizmu, u vrednosti nekretnina i poslovanjima (Carey i sar. 2012). Zbog toga je javna svest i zabrinutost vezano za štetno cijanobakterijsko cvetanje eskalirala poslednjih decenija, te je termin „štetno cvetanje“ već ušao u opštu upotrebu, kako u naučnim, tako i u javnim medijima (Watson i sar. 2015), predstavljajući tako sve češću temu diskusija u današnje vreme (Merel i sar. 2013).

Taksoni cijanobakterija okarakterisani kao „cvetajući“ mogu biti štetni na nivou životne sredine, organizma i javnog zdravlja (Paerl i Otten 2013). To se ogleda u tome što utiču na promenu trofičke strukture i funkcionalnosti sistema (Quiblier i sar. 2013); kompetitivno potiskuju ostale vrste u fitoplanktonskoj zajednici; potiskuju vodene makrofite usled smanjene providnosti vode; povećanom bakterijskom razgradnjom, dovode do pada koncentracije kiseonika kada cvet krene da se raspada (što može dovesti do pomora riba); produkuju i raznovrsne toksične sekundarne metabolite, poput cijanotoksina (Paerl i Otten 2013). Ovi sekundarni metaboliti imaju toksični efekat na konzumente višeg trofičkog nivoa (Slika 1.6.), uključujući zooplankton, ribe i sisare (pa i čoveka) koji koriste vodu kontaminiranu ovim supstancama (Paerl i sar. 2011). Osim toga, mogu ispuštati i jedinjenja koja imaju alelopatsko dejstvo – alelohemikalije, koje mogu imati različite ekološke funkcije. Neke od njih su i uticaj na sukcesiju algi i formiranje „cveta“, zatim sticanje prednosti pri direktnoj kompeticiji za resurse, povećanje stope preživljavanja invazivnih vrsta i intraspecijska komunikacija (Leão i sar. 2009). Pored toksičnih sekundarnih metabolita i alelohemikalija, cijanobakterije su primarni izvor isparljivih organskih jedinjenja koja su izazivači neprijatnog mirisa i ukusa vode za piće i rekreaciju, zatim ribe, školjki i drugih morskih plodova. Iako nisu toksične za ljude, prisustvo ovih komponenti ozbiljno umanjuje poverenje javnosti u nadležne ustanove, što se značajno odražava na cenu tretmana, pri čemu se gube prihodi kada je reč o vodi za piće, akvakulturi, ishrani i turističkim aktivnostima (Watson i sar. 2016).

Dok su planktonske cijanobakterije postale predmet mnogobrojnih istraživanja kada je reč o proceni rizika, još uvek se malo zna o bentosnim vrstama i njihovom uticaju na kvalitet vode i zdravlje ljudi i životinja (Gaget i sar. 2017). Međutim, ova zajednica je takođe jako značajna kada je reč o posledicama vezano za masovnu produkciju cijanotoksina, budući da je vezana za brojna trovanja životinja u svetu (Quiblier i sar. 2013).



Slika 1.6. Sekundarni metaboliti algi i cijanobakterija u slatkovodnim ekosistemima: uporedni prikaz uticaja alelopatskih jedinjenja i toksina (preuzeto iz: Leflaive i Ten-Hage 2007).

1.4. Cijanotoksini

Cijanobakterije se često razvrstavaju na toksične i netoksične, imajući u vidu njihovu sposobnost da produkuju bioaktivne sekundarne metabolite. Kada je reč o sekundarnim metabolitima cijanobakterija, svakako se najviše pažnje posvećuje cijanotoksinima (Scholz i sar. 2017). Oni predstavljaju globalni problem u vreme kada cvetanje cijanobakterija ugrožava izvorišta za vodosnabdevanje, vode za rekreaciju, turizam i ribolov (Chorus i Bartram 1999; Gobler i sar. 2016).

Zabeleženo je u mnogim slučajevima da unošenje cijanotoksina u organizam izaziva ozbiljne zdravstvene probleme kod životinja i ljudi, uključujući bolesti jetre, digestivnog sistema i kože, neurološka oštećenja, ali i smrt (Paerl i Huisman 2009). Još su Sivonen i Jones (1999) utvrdili da najmanje 46 vrsta cijanobakterija ima toksičan efekat na kičmenjake, a neke od najtoksičnijih su: *Microcystis* spp., *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Planktothrix rubescens*, *Synechococcus* spp., *Planktothrix agardhii*, *Gloetrichia* spp., *Anabaena* spp., *Lyngbya* spp., *Aphanizomenon* spp., *Nostoc* spp., neke *Oscillatoria* spp., *Schizothrix* spp. i *Synechocystis* spp. (WHO 2003). Pri tom, u planktonu su česti producenti toksina pripadnici azotofiksirajućih rodova, i to: *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Cylindrospermopsis*, *Nodularia*, ali i *Microcystis* i *Planktothrix*, koji nemaju sposobnost azotofiksacije (Paerl i Huisman 2009). U Tabeli 1.2., predstavljeni su najčešći cijanotoksini i cijanobakterije za koje je utvrđeno da ih produkuju (prema Metcalf i Codd 2014).

Tabela 1.2. Cijanobakterije za koje je poznato da proizvode cijanotoksine (Metcalf i Codd 2014).

Toksin	Potvrđeni producenti cijanotoksina
Mikrocistini	<i>Microcystis</i> spp., <i>M. aeruginosa</i> , <i>M. viridis</i> , <i>Anabaena</i> sp., <i>Anabaena flos-aquae</i> , <i>A. subcylindrica</i> , <i>A. variabilis</i> , <i>Oscillatoria (Planktothrix) agardhii</i> , <i>Nostoc</i> sp., <i>Nostoc spongiaeforme</i> , <i>Anabaenopsis</i> sp., <i>Hapalosiphon</i> sp., <i>Gloeotrichia echinulata</i> , <i>Plectonema boryanum</i> , <i>Phormidium corium</i> , <i>Ph. splendidum</i> , <i>Rivularia biasoletiana</i> , <i>R. haematites</i> , <i>Tolypothrix distorta</i> , <i>Arthrospira fusiformis</i> .
Nodularini	<i>Nodularia spumigena</i> , <i>Nostoc</i> sp.
Anatoksin-a i homoanatoksin-a	<i>Arthrospira fusiformis</i> , <i>Anabaena</i> spp., <i>Aphanizomenon</i> sp., <i>Phormidium</i> sp., <i>Anabaena flos-aquae</i> , <i>A. planktonica</i> , <i>Cylindrospermum</i> sp., <i>Oscillatoria</i> sp., <i>Raphidiopsis mediterranea</i> , <i>Phormidium formosum</i> .
Anatoksin-a (S)	<i>Anabaena flos-aquae</i> , <i>A. lemmermannii</i> .
Saksitoksini	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> , <i>Anabaena circinalis</i> , <i>Lyngbya wollei</i> , <i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> , <i>Planktothrix</i> sp.
Cilindrospermopsini	<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> , <i>Aphanizomenon ovalisporum</i> , <i>Anabaena</i> sp., <i>Anabaena lapponica</i> , <i>Raphidiopsis curvata</i> , <i>Umezakia natans</i> .

1.4.1. Struktura i toksičnost cijanotoksina

Cijanotoksini predstavljaju širok spektar toksičnih jedinjenja male molekulske težine, koji su bez boje ukusa i mirisa, tako da često bivaju neprimećeni od strane korisnika vodnih tela i potrošača vode (Metcalf i Codd 2014). Izuzetno su varijabilni po strukturi (WHO 2008), a jedna vrsta cijanobakterija može proizvoditi više od jedne vrste cijanotoksina, dok jednu vrstu cijanotoksina može proizvoditi više vrsta cijanobakterija (Merel i sar. 2013). Mogu se naći unutar ćelija ili u slobodnoj vodi (WHO 2008), pri čemu, u akvatičnu sredinu mogu biti oslobođeni aktivno ili nakon raspada ćelija cijanobakterija (Scholz i sar. 2017).

Samo cvetanje cijanobakterija nije uvek povezano sa pojavom toksina, jer nisu svi sojevi toksični (Merel i sar. 2013), mada se smatra da je čak 70% slatkovodnih cvetanja širom sveta toksično (Scholz i sar. 2017). Ipak, treba imati u vidu da se cijanotoksini proizvode samo ukoliko određeni soj ima odgovarajuće gene za njihovu sintezu. Međutim, čak i toksični sojevi ne proizvode nužno toksine, već se smatra da neki od njih imaju sposobnost da „uključuju“ i „isključuju“ određene gene, zavisno od sredinskih uslova (Merel i sar. 2013). Pored toga, primećen je širok spektar varijabilnosti kada je reč o stepenu toksičnosti cijanotoksina (uključujući i različite strukturne varijante unutar iste grupe, kao npr. kod mikrocistina), i sasvim je moguće da neke od tih varijanti uopšte ne bivaju detektovane tokom analiza (WHO 2008).

Tako, bez obzira na to šta je već utvrđeno, Svetska zdravstvena organizacija preporučuje da ne treba isključiti mogućnost da i druge vrste potencijalno mogu biti toksične. Imajući u vidu da se ova oblast istraživanja širi i pokriva sve veći broj oblasti u celom svetu, vrlo je moguće da će nove vrste toksina tek biti otkrivene. Stoga, oprezno treba pretpostaviti da svaka populacija cijanobakterija može biti i potencijalno toksična (WHO 2003). Pored toga, toksičnost može biti raznovrsna kod različitih morfo-tipova, a iste morfo-vrste mogu proizvoditi različite toksine u različitim delovima sveta, dok u nekim mogu biti i netoksične (Paerl i Fulton 2006).

Postoji više od sto jedinjenja koja se karakterišu kao cijanotoksini, a koja se mogu veoma razlikovati po hemijskoj strukturi i toksičnom dejstvu (Sivonen i Jones 1999). Obično su raspoređeni na osnovu organa na koji deluju u sledeće grupe: hepatotoksini (oštećuju jetru), neurotoksini (menjaju neuromuskulatornu transmisiju) i inflamatorni agensi ili iritanti kože, odnosno dermatotoksini (WHO 2008; Merel i sar. 2013). Po hemijskom sastavu su to uglavnom ciklični peptidi, alkaloidi i lipopolisaharidi (Sivonen i Jones 1999), a predstavljeni su u Tabeli 1.3. (prema Codd i sar. 2017). Cijanotoksini koji se najčešće detektuju u povišenim koncentracijama (npr. >1 mg/l) su uglavnom mikrocistini (oligopeptidi) i cilindrospermopsin (alkaloid), dok se cijanobakterijski neurotoksini samo sporadično javljaju u visokim koncentracijama (WHO 2008).

Tabela 1.3. Osnovne grupe toksina, njihovo dejstvo i rodovi cijanobakterija koje ih proizvode (Codd i sar. 2017).

Cijanotoksin	Hemijska struktura	Cijanobakterije koje ih proizvode	Dejstvo
Mikrocistini	Ciklični peptidi	<i>Microcystis, Anabaena, Nostoc, Planktothrix, Phormidium, Oscillatoria, Radiocystis, Gloeotrichia, Anabaenopsis, Rivularia, Tolypothrix, Hapalosiphon, Plectonema</i>	Hepatotoksični, izazivači tumora, inhibicija eukariotskih proteina fosfataza PP1, PP2A. kao i fosfoproteina fosfataze PPP4, PPP5.
Nodularini	Ciklični peptidi	<i>Nodularia spumigena, Nostoc</i> (simbiotski)	Kao i kod mikrocistina, a i slabi kancerogeni.
Cilindrospermopsini	Triciklični guanidinski alkaloid	<i>Cylindrospermopsis, Umezakia, Anabaena, Oscillatoria, Raphidiopsis, Aphanizomenon</i>	Toksično dejstvo na više organa; neurotoksičan, genotoksičan, inhibitor sinteze proteina.
Anatoksin-a	Biciklični alkaloid	<i>Anabaena, Phormidium, Aphanizomenon</i>	Neurotoksičan, kompetitivno se vezuje za acetilholinske receptore.
Anatoksin-a (S)	Fosforilizovani ciklični N-hidroksiguanin	<i>Anabaena</i>	Neurotoksičan, inhibira acetilholinsku esterazu.
Saksitoksini	Alkaloidi	<i>Aphanizomenon, Anabaena, Lyngbya, Planktothrix, Cylindrospermopsis</i>	Neurotoksičan, blokira natrijumske transportne kanale.
Lingbiatoksini, aplisiatoksini	Indolski alkaloid	<i>Lyngbya, Oscillatoria, Schizothrix</i>	Izazivači tumora, vezuju proteinsku kinazu C kod eukariota.
BMAA, DAB	Diamino monokarboksilne kiseline	Mnogi rodovi	Neurotoksičan, razvojni toksin, pogrešno umetanje unutar proteina
LPS	Lipopolisaharidi	Svi rodovi	Inflamatorni, promocija sekrecije citokinina.

1.4.1.1. Hepatotoksini

Hepatotoksini su globalno najčešće zastupljeni cijanobakterijski toksini. U ovu grupu se ubrajaju: mikrocistini, nodularini i cilindrospermopsin (WHO 2008; O'Neil i sar. 2012).

1.4.1.1.1. Mikrocistini

Mikrocistini su najraznovrsnija, najviše izučena i najšire rasprostranjena grupa cijanotoksina. Njihovo prisustvo je zabeleženo u Aziji, Evropi (uključujući i Skandinaviju), Severnoj Americi i Severnoj Africi (Merel i sar. 2013). Naziv su dobili po rodu *Microcystis*, ali ih produkuju i vrste iz rodova: *Anabaena*, *Pseudanabaena*, *Oscillatoria*, *Planktothrix*, *Nostoc* i *Anabaenopsis* (He i sar. 2016). Po prirodi su ciklični polipeptidi i sastoje se od 7 aminokiselina (Merel i sar. 2013; Pantelić i sar. 2013; He i sar. 2016). Pri tom, postoji preko 100 varijanti u okviru ove grupe (He i sar. 2016), sa molekulskom težinom koja varira između 800 i 1100 Da (Pantelić i sar. 2013).

Mikrocistini (MCs) su toksični, stabilni i neisparljivi molekuli, rastvorljivi u vodi, a produkuju se kao sekundarni metaboliti u količini do 1% ukupne biomase. Interesantno je da mikrocistini, po svoj prilici, nisu odbrambene komponente, nego je njihova biološka uloga najverovatnije ublažavanje oksidativnog stresa kod cijanobakterija (He i sar. 2016). Kada dospu u organizam, brzo se koncentrišu u jetri i vezuju za proteinsku fosfatazu (PP1 and PP2A), a u zavisnosti od doze i telesne težine, inhibicija ovih enzima dovodi do akumulacije fosforilizovanih proteina u jetri, ćelijske nekroze, obimnog krvarenja, pa i smrti (Merel i sar. 2013; Pearson i sar. 2016).

Zabeleženi su mnogobrojni slučajevi ozbiljnog akutnog trovanja ljudi i životinja mikrocistinima (Chorus i Bartram 1999; Merel i sar. 2013; Pearson i sar. 2016; He i sar. 2016). Većina takvih trovanja kod ljudi se zasniva na gastrointestinalnim problemima. Međutim, jedan od slučajeva sa najfatalnijim ishodom dogodio se 1996. godine u brazilskom kliničkom centru Kurare, gde je voda kontaminirana toksinima iz ove grupe korišćena za hemodijalizu, pri čemu je preko 50 pacijenata umrlo usled trovanja mikrocistinima (Merel i sar. 2013; Pearson i sar. 2016). Toksičnost svakog pojedinačnog oblika mikrocistina varira u velikoj meri. Tako je LD50 za mikrocistin-LR 50 µg/kg telesne težine, dok je za mikrocistin-RR 600 µg/kg telesne težine. Ljudi se primarno izlažu mikrocistinima preko vode za piće, ali u nekim kulturama je značajno i izlaganje preko hrane, vode za rekreaciju ili suplementima u ishrani (He i sar. 2016). Zbog česte detekcije ove varijante mikrocistina, Svetska zdravstvena organizacija (WHO) je u smernicama iz 1998. godine dala preporuku za maksimalnu dozvoljenu koncentraciju (MDK) mikrocistina LR od 1 µg/l u vodi za piće, a koja se bazira na unosu 2 l vode od strane adulta težine 60 kg u toku jednog dana (Merel i sar. 2013; Pearson i sar. 2016).

1.4.1.1.2. Nodularini

Nodularini (NODs) su grupa hepatotoksina koja je po strukturi vrlo srodna mikrocistinima (Merel i sar. 2013; Pearson i sar. 2016). Po hemijskom sastavu su ciklični peptidi, koji se sastoje od pet aminokiselina, odnosno monociklični pentapeptidi molekulske mase 824 Da (Pantelić i sar. 2013; Pearson i sar. 2016). Kao i mikrocistini, deluju hepatotoksično tako što inhibiraju proteinsku fosfatazu i potencijalno izazivaju kancer. Na osnovu testiranja jedne od varijanti nodularina na miševima, nađeno je da vrednost LD50 varira između 30 i 70 µg/kg telesne težine.

Do sada nisu zabeležena trovanja ljudi nodularinima, a zbog nedostatka toksikoloških podataka, ne postoje ni smernice za maksimalnu dozvoljenu vrednost ovih supstanci u vodi za piće (Merel i sar. 2013). Međutim, neka istraživanja su pokazala da se ovi toksini jako sporo degradiraju u životnoj sredini i mogu da se akumuliraju u živim ćelijama (Pantelić i sar. 2013). Uglavnom su beleženi u Australiji, Baltičkom moru i na Novom Zelandu, a isključivo su vezani za vrstu *Nodularia spumigena* (Merel i sar. 2013).

1.4.1.1.3. Cilindrospermopsini

Cilindrospermopsini (CYL) se javljaju u tri poznata oblika: cilindrospermopsin, 7-epicilindrospermopsin i 7-deoksicilindrospermopsin (Pearson i sar. 2016; He i sar. 2016). Prvobitno je zabeležen u Australiji i na Novom Zelandu, te se do nedavno smatrao isključivo tropskim toksinom. Kasnije je detektovan i u umerenoj zoni, uključujući Nemačku i Francusku. Ime je dobio po vrsti *Cylindrospermopsis raciborskii* (Merel i sar. 2013), ali je zabeleženo da ga, pored pomenute vrste, produkuju i: *Umezakia natans*, *Aphanizomenon ovalisporum*, *Anabaena bergii*, *Raphidiopsis curvata*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Anabaena lapponica*, *Lyngbya wollei*, *Aphanizomenon gracile*, *Oscillatoria* sp., *Aphanizomenon* sp., *Raphidiopsis mediterranea*, *Dolichospermum mendotae* i *Chrysochlorum ovalisporum* (Pearson i sar. 2016).

Po hemijskom sastavu je triciklični alkaloid (Pantelić i sar. 2013; Pearson i sar. 2016; He i sar. 2016). Dobro se rastvara u vodi, a stabilan je pri zagrevanju, ekstremnim vrednostima temperature, pH i intenziteta svetlosti (Pantelić i sar. 2013). Smatra se da je izuzetno reaktivan i da ima hepatotoksično, citotoksično i neurotoksično dejstvo. Njegova toksičnost se zasniva na inhibiciji glutaciona, inhibiciji sinteze proteina i citohroma P450 (Pearson i sar. 2016; He i sar. 2016). Trovanje cilindrospermopsinom kod sisara izaziva oštećenja na jetri, bubrezima, timusnoj žlezdi i na srcu (He i sar. 2016), dok hronično unošenje ovog toksina u malim dozama može biti kancerogeno. Testovi na miševima ukazuju da LD50 čistog cilindrospermopsina iznosi 2,1 mg/kg tokom 24h (Pearson i sar. 2016).

Cilindrospermopsin je prvi put otkriven na Palm Island-u (Kvislend) 1979. godine, kada je zabeleženo oboljevanje ljudi sa simptomima sličnim hepatoenteritisu, a koje je bilo u korelaciji sa korišćenjem bakar-sulfata pri tretiranju cveta *Cylindrospermopsis raciborskii* u rezervoaru za vodosnabdevanje Solomon Dam (Merel i sar. 2013; He i sar. 2016). Od 148 prijavljenih slučajeva, 138 su bila deca između 2 i 16 godina. Neki od simptoma su uključivali: povraćanje, glavobolju, groznicu i krvavu dijareju, a analizom urina je utvrđeno da je došlo do oštećenja bubrega i uvećanja jetre (He i sar. 2016).

1.4.1.2. Neurotoksini

Tri najčešće sretana cijanobakterijska neurotoksina su: anatoksin-a, anatoksin-a (S) i saksitoksini (WHO 2008; O'Neil i sar. 2012). Pored njih, neurotoksično dejstvo ima i neproteinska amino kiselina β -metilamino-L-alanin, ili skraćeno BMAA (Merel i sar. 2013; Pearson i sar. 2016).

1.4.1.2.1. Anatoksin-a

Anatoksin-a (ANTX-a) je izuzetno moćan neurotoksični alkaloid, pri čemu se javlja i u metilizovanoj varijanti zvanj homoanatoksin-a (Pantelić i sar. 2013; He i sar. 2016), a koja je podjednako toksična kao prva. Po strukturi predstavljaju biciklične amine sa ketonskom grupom (Pearson i sar. 2016). Spadaju među cijanotoksine sa najmanjom molekulskom masom, od 165 i 179 Da (He i sar. 2016). Jako dobro se rastvaraju u vodi, mada su nestabilni na pH>10 i, kada su izloženi sunčevoj svetlosti ili visokoj temperaturi (>40°C), transformišu se u ne-toksičnu formu (Merel i sar. 2013; Pantelić i sar. 2013). Optimalna temperatura za njihovu produkciju je između 20 °C i 22 °C (Pantelić i sar. 2013), ali geni odgovorni za njihovu biosintezu još uvek nisu otkriveni (Merel i sar. 2013).

Kada dospe u organizam, ANTX-a se vezuje za acetilholinske receptore (sa većim afinitetom od samog acetilholina), čime izaziva paralizu. Kao posledica toga, smrt nastaje usled zastoja u disanju, budući da se blokira rad mišića koji omogućavaju respiratornu funkciju (Merel i sar. 2013; Pantelić i sar. 2013). Njegova izrazita toksičnost se ogleda u tome što u organizmu ne može biti razgrađen od strane acetilholinaze ili nekog drugog enzima, pa tako ostaje dostupan da dalje remeti rad mišića. Za sada ne postoji protivotrov za ovaj toksin (Pantelić i sar. 2013), a na osnovu testova na miševima, utvrđena je LD50 od 375 μ g/kg za period 24h (Merel i sar. 2013).

Pojava anatoksin-a je zabeležena u SAD, Africi, Aziji i u Evropi (Merel i sar. 2013). Za sada je poznato da ga produkuju vrste sledećih rodova: *Anabaena*, *Phormidium*, *Planktothrix*, *Oscillatoria*, *Aphanizomenon* (He i sar. 2016), te i *Cylindrospermopsis*, *Microcystis*, *Raphidiopsis*, *Nostoc*, *Arthrospira* (Pantelić i sar. 2013), *Cylindrospermum*, *Hydrocoleum* i *Cuspodothrix* (Pearson i sar. 2016). Odgovoran je za veliki broj slučajeva trovanja životinja, sa simptomima koji uključuju povraćanje, grčeve i zastoj u disanju. Međutim, još uvek nisu zabeleženi slučajevi trovanja kod ljudi (Merel i sar. 2013). Takođe, ne postoje epidemiološke studije vezane za prisustvo anatoksin-a u vodi za piće (He i sar. 2016). Stoga, ne postoje ni zvanične smernice za graničnu vrednost ovog toksina u vodi za piće, mada rezultati pojedinih studija ukazuju da bi MDK trebalo da bude 3 µg/l (Merel i sar. 2013).

1.4.1.2.2. Anatoksin-a (S)

Anatoksin-a (S), oznake ANTX-a (S), je neurotoksični alkaloid koji ireverzibilno inhibira acetilholin-esterazu (Pearson i sar. 2016). Po hemijskom sastavu predstavlja fosfatni ester cikličnog N-hidrogvanina (Merel i sar. 2013; Pantelić i sar. 2013; Pearson i sar. 2016). Kada dospe u organizam, inhibira rad acetilholinaze i indukuje mišićnu paralizu, što dalje može dovesti do zastoja u disanju. Izuzetno malobrojne toksikološke studije na miševima ukazuju da LD50 iznosi 20-31 µg/kg. Ipak, za sada ne postoje smernice vezano za prisustvo ANTX-a (S) u pijaćoj vodi (Merel i sar. 2013).

Identifikovan je samo na određenim područjima, i to: SAD, Škotska, Danska i Brazil. Produkuju ga samo vrste iz roda *Anabaena*, pre svega *A. flos-aquae* i *A. lammermannii*, a koje se danas svrstavaju u vrste roda *Dolichospermum* (Merel i sar. 2013; Pantelić i sar. 2013). Ipak, njihova biosinteza još uvek nije u potpunosti opisana (Merel i sar. 2013). Zabeleženo je nekoliko slučajeva trovanja životinja ovim toksinom (Pearson i sar. 2016). Izaziva simptome slične anatoksinu, poput podrhtavanja i grčenja mišića, potom umora i paralize (Pantelić i sar. 2013).

1.4.1.2.3. Saksitoksini

Ovi neurotoksini se najčešće vezuju za pojavu „crvenih plima“ (kolokvijalan naziv za cvetanje marinskih Dinophyta) i aktivni su uzročnici paralitičkog trovanja školjkama (PSP) (He i sar. 2016). Po prirodi, saksitoksini (STX) su triciklički ketonski molekuli, koji su lako rastvorljivi u vodi i bioakumuliraju u školjkama (He i sar. 2016). U slatkoj vodi mogu opstati i do 90 dana, a pri visokim temperaturama degradiraju do još toksičnijih oblika (Merel i sar. 2013; Pantelić i sar. 2013). Utvrđeno je preko 30 varijanti saksitoksina, pri čemu svi spadaju u grupu karbamatnih alkaloidnih neurotoksina (He i sar. 2016).

Saksitoksini i njihovi derivati su agensi koji blokiraju natrijumske kanale, što ometa provodljivost aksona nervnih ćelija (Pantelić i sar. 2013). Ovi agensi izazivaju simptome trovanja u roku od 30 minuta nakon ingestije, a to uključuje: peckanje usana, jezika, i grla, pojačano znojenje, povraćanje i dijareju. Kod slučajeva akutnog trovanja, javlja se slabost mišića, gubitak motorne funkcije i, u krajnjem slučaju, paraliza. Epidemiološke studije vezano za konzumiranje saksitoksina putem vode za piće još uvek nisu zabeležene (He i sar. 2016).

Iako se uglavnom vezuju za mora, smatra se da su u slatkovodnim ekosistemima glavni producenti saksitoksina *Anabaena circinalis* i *Aphanizomenon flos-aquae*, ali njihovu sintezu mogu vršiti i vrste *Lyngbya wollei* i *Cylindrospermopsis raciborskii* (Merel i sar. 2013; Pantelić i sar. 2013), kao i neke vrste rodova *Raphidiopsis*, *Microcystis* i *Scytonema* (Pearson i sar. 2016). Za sada su u slatkim vodama detektovani u Australiji i SAD (Merel i sar. 2013). Pojava saksitoksina zabeležena u slatkovodnim ekosistemima na južnoj hemisferi dovedena je u vezu i sa uginućem životinja usled bioakumulacije. Trenutni podaci ukazuju na to da bi granična vrednost za pijaću vodu trebalo da iznosi 3 µg/l „ekvivalenta saksitoksina“, pri čemu se „ekvivalenti“ odnose na ukupnu meru toksičnosti svih varijanti saksitoksina (He i sar. 2016).

1.4.1.2.4. β -N-metilamino-L-alanin (BMAA)

Cijanotoksin β -N-metilamino-L-alanin (BMAA) je neurotoksična ne-proteinska amino kiselina (Merel i sar. 2013; Pearson i sar. 2016), molekulske mase čak 118 Da. BMAA je nedavno identifikovan u Engleskoj, Peruu, Južnoj Africi, Kini i Floridi. Iako još uvek nije detaljno istražen, nedavne studije ukazuju na to da bi sve grupe cijanobakterija mogle imati sposobnost produkcije ovog toksina (Merel i sar. 2013). BMAA se može akumulirati do viših trofičkih stupnjeva lanca ishrane, što dovodi do neurodegenerativnih bolesti životinja i ljudi (Pearson i sar. 2016).

1.4.1.3. Dermatotoksini

U cijanobakterijske dermatotoksine se ubrajaju aplisiatoksini (APTXs) i lingbiatoksini (LTXs), koje je poznato da ih produkuju samo marinski taksoni *Moorea* i *Okeania*, nekada klasifikovani kao vrsta *Lyngbya majuscula*. Nakon izlaganja ovim toksinima, kod ljudi se javljaju simptomi koji uključuju atopijski dermatitis (Merel i sar. 2013; Pearson i sar. 2016), potom upalu usne duplje i gastrointestinalnog trakta, što na kraju rezultuje dijarejom. Pored toga, smatra se da su APTXs i LTXs promoteri tumora kroz aktivaciju proteinske kinaze C, ali nema puno podataka vezano za ovu problematiku (Merel i sar. 2013).

Pored toga, lipopolisaharidi (LPS), koji ulaze u sastav ćelijske membrane većine gram-negativnih bakterija uključujući i cijanobakterije, imaju iritacijski i alergeni efekat na životinje i ljude. Dermalne iritacije i alergijske reakcije izazvane od strane LPS se mogu javiti kao nuspojava ukoliko se u rekreacione svrhe koriste vodna tela u kojima je prisutno cvetanje cijanobakterija. Istraživanja ukazuju na to da su cijanobakterijski LPS manje toksični od LPS ostalih bakterija (Pantelić i sar. 2013).

1.4.1.4. Novija istraživanja

Poslednjih godina, broj istraživanja vezano za cijanotoksine je u porastu (Merel i sar. 2013). Između ostalog, to se odnosi i na određivanje i opisivanje novih, do sada nepoznatih, toksina. Tako su Daniels i saradnici (2014), nakon što su sedam dana gajili larve *Bufo marinus* u živoj kulturi *Limnothrix* (soj AC0243) brojnosti 100.000 ćelija/ml, histološkom analizom uočili oštećenja notohorde, očiju, mozga, jetre, bubrega, pankreasa, gastrointestinalnog trakta i srca. Histopatološka analiza jasno ukazuje na toksikološki uticaj pomenutog soja na razvojni stadijum žabe, pri čemu je primećena sličnost sa dejstvom β -N-metilamino-L-alanina. Sumnja se da ovaj toksin deluje tako što umanjuje produkciju ćelijskog ATP i inhibira sintezu proteina (Daniels i sar. 2014). Nakon toga, jedna doktorska teza se upravo bavila izolacijom i karakteristikama ovog toksina (Whan 2016).

1.4.2. Cijanotoksini kao pretnja po ljudsko zdravlje i životnu sredinu

Sve veći broj podataka ukazuje na to da, među hemijskim supstancama koje se nalaze u vodama koje se koriste za vodosnabdevanje i rekreaciju, cijanotoksini su među onima koje se najčešće javljaju u potencijalno toksičnim koncentracijama (Ibelings i sar. 2014). Pri tom, toksičnost se definiše kao suma štetnih efekata na osnovu kojih određena supstanca može naškoditi organizmima (He i sar. 2016).

1.4.2.1. Efekat cijanotoksina na živi svet

Cijanobakterije produkuju brojne bioaktivne komponente koje ne utiču direktno na ljude, ali su toksične za druge organizme, kao što su to inhibitori proteaza i hitinaza, te agensi koji deluju kao izbeljivači i antibiotici (Watson i sar. 2015). Pored toga, jako su značajna cvetanja cijanobakterija u toku kojih se produkuju toksični sekundarni metaboliti koji izazivaju ozbiljna akutna trovanja kod sisara, delujući negativno na jetru i pankreas, zatim na digestivni, endokrini, nervni sistem, kao i na kožu (Paerl i Otten 2013).

Potencijalna smrtnost akvatičnih organizama zbog toksina cijanobakterija se može javiti na dva načina: direktno, konzumiranjem ćelija cijanobakterija koje se nalaze u vodi ili, indirektno, konzumiranjem drugih životinja koje su se hranile cijanobakterijama i akumulirale cijanotoksine u svom organizmu. Kao posledica toga postoji značajan potencijal da se toksični efekti uvećavaju kroz lanac ishrane (Ettoumi i sar. 2011). Na taj način, cijanotoksini se često akumuliraju u školjkama i ribama (Watson i sar. 2015), a smatra se da su terestrični sisari na njih manje otporni u odnosu na akvatične organizme (Quiblier i sar. 2013).

Veza između cveta (skrame) cijanobakterija i uginuća divljih i domaćih životinja, kao i oboljevanja ljudi, uočena je još od strane domorodačkog stanovništva Australije i Severne Amerike, potom i od prirodnjaka, ribara i lekara u Evropi, još u preindustrijskom periodu i pre primene naučnih metoda (Metcalf i Codd 2014). Iako sam toksin nije bio identifikovan, smatra se da je proliferacija *Nodularia spumigena* u jezeru Aleksandrina (Australija) još 1870-ih, a koju je opisao Fransiš 1878. godine prvi zvanično zabeležen nalaz toksičnog cijanobakterijskog cvetanja u naučnoj literaturi (O'Neil et al. 2012; Merel et. al. 2013). Tom prilikom, utvrđena je pozitivna korelacija između simptoma trovanja ovaca (i njihove smrtnosti) i povećane brojnosti ove vrste cijanobakterije (Metcalf i Codd 2014).

Međutim, toksične cijanobakterije su postale priznate kao potencijalna pretnja po zdravlje tek 1980-ih. U to vreme se javio veliki broj studija slučajeva koje su povezale različita oboljenja sa cijanobakterijskim toksinima, a zabeležen je i veliki broj slučajeva uginuća životinja u vodama u kojima je postojalo cvetanje cijanobakterija, što je značajno privuklo pažnju javnosti (Ibelings i sar. 2014). Trovanja stoke su podstakla brojna istraživanja vezana za toksičnost cijanobakterija, kao i za određivanje hemijske strukture mnogih cijanotoksina i njihove mehanizme dejstva (WHO 2003).

1.4.2.2. Trovanja ljudi uzrokovana cijanotoksinima

Postoji tri osnovna puta preko kojih ljudi mogu biti izloženi cijanotoksinima: ingestija, inhalacija i dermalni kontakt. Među njima, najčešći oblik izlaganja je ingestija. Korišćenjem vode u rekreacione svrhe, može doći i do slučajnog gutanja vode koja sadrži ćelije cijanobakterija, kao i do dermalnog kontakta. Inhalacija aerosola koji sadrži toksine tokom rekreacionih aktivnosti, poput kupanja ili plivanja, se pokazala kao još jedan način kontaminacije. Kada govorimo o ingestiji, unos cijanotoksina se može desiti konzumiranjem kontaminirane vode za piće ili hrane (npr. školjke, suplementi u ishrani) koja sadrži ove toksične komponente (Cheung i sar. 2013). Prilikom izlaganja cijanotoksinima, kod ljudi se mogu javiti akutni, sub-akutni i hronični zdravstveni problemi. Oralno unošenje cijanotoksina, bilo da se odvijalo konzumiranjem kontaminirane pijaće vode ili slučajnim gutanjem tokom plivanja, može izazvati povraćanje, groznicu, gastroenteritis, neurološke simptome, oštećenje bubrega i jetre, maligni kancer i, u ekstremnim slučajevima, smrt. Stepen fizičkog oštećenja u velikoj meri zavisi od načina (rute) izlaganja, tipa i količine toksina, uzrasta i telesne mase, kao i prethodno ustanovljenih medicinskih stanja (Scholz i sar. 2017).

Izloženost cijanotoksinima se, takođe, može desiti prilikom hemodijalize, ukoliko se netretirana ili nedovoljno tretirana voda koja sadrži ove toksične supstance, koristi u samom postupku. Iako se retko događa, ovaj put intoksikacije ima izrazito loš efekat po zdravlje ljudi, budući da toksin ulazi direktno u krvotok (Cheung i sar. 2013). Već pomenuti slučaj u Brazilu iz 1996. godine (poglavlje 1.4.1.) desio se upravo na ovaj način, a to je ujedno i jedan od najpoznatijih slučajeva trovanja cijanotoksinima (Merel i sar. 2013; Metcalf i Codd 2014; Pearson i sar. 2016).

Sa druge strane, najraniji zabeleženi slučaj trovanja cijanotoksinima dogodio se 1931. godine u gradovima duž reke Ohajo (SAD), kada se usled nedostatka kiša razvio cvet cijanobakterija, nakon čega je veliki broj ljudi oboleo od gastroenteritisa. Sličan slučaj se dogodio i u gradu Harare (Zimbabve), gde se prirodno javljalo cvetanje *Microcystis*-a (Hitzfeld i sar. 2000). Nakon toga, zabeležen je veći broj slučajeva oboljevanja ljudi koja su bila u značajnoj pozitivnoj korelaciji sa cvetanjem cijanobakterija u rezervoarima (Metcalf i Codd 2014). Takvi slučajevi

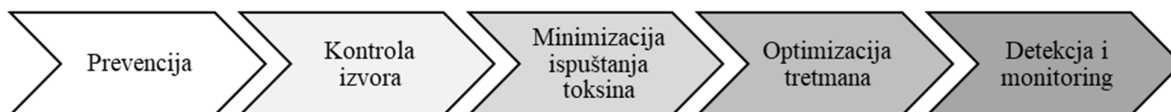
zabeleženi su u Švajcarskoj, Velikoj Britaniji, SAD, Australiji, Kini, itd. (Hitzfeld i sar. 2000). Takođe, kada je reč o vodi koja je korišćena za kupanje, akutni simptomi trovanja cijanotoksinima su zabeleženi u SAD, Kanadi, Argentini, Velikoj Britaniji, Holandiji, Australiji i Finskoj (Wood 2016).

1.5. Monitoring i mere zaštite

Pojava cvetanja cijanobakterija je izrazit primer kako alge i cijanobakterije mogu da iskoriste i izmene stanište povećavajući sopstvenu adaptivnu vrednost, što predstavlja novi izazov za naučnike i upravljače vodnih tela u budućnosti (Watson i sar. 2015). Budući da toksična cijanobakterijska cvetanja mogu imati negativne efekte po zdravlje ljudi, samim tim predstavljaju i rizik za javne vodovode. Njihova pojava može dovesti do kriznih situacija vezano za vodu za piće, prevashodno ako se pojavi u osnovnom ili jedinom rezervoaru za vodosnabdevanje (Cheung i sar. 2013).

Koncentracija cijanotoksina koja se nađe u pijaćoj vodi (finalna voda) prevashodno zavisi od njihove koncentracije u površinskoj vodi (sirova voda) i od efikasnosti tehnologije prerade te vode (Cheung i sar. 2013). Tako, u slučaju velike brojnosti, tehnologija prerade vode ima ključnu ulogu kada je reč o riziku da preko tretirane vode dođe do konzumiranja cijanobakterija i njihovih toksina (Codd i sar. 2017). Treba imati u vidu da se oslobađanje toksina može desiti usled oštećenja ćelija prilikom fizičkog (npr. mešanje, sedimentacija, filtracija) ili hemijskog tretmana (npr. preoksidacija i dezinfekcija) (He i sar. 2016). U regionima bez adekvatnog tretmana vode, ljudi mogu biti izloženi kako unutarćelijskim, tako i cijanotoksinima rastvorenim u vodi, što može izazvati akutne i hronične posledice, ako se voda kontinuirano konzumira (Cheung i sar. 2013).

Kako bi se smanjio rizik od pojave toksina cijanobakterija u vodi za piće, široko je prihvaćeno da treba koristiti višestepeni pristup ovom problemu. Kao što je prikazano na Slici 1.7., od strane He i saradnika (2016), osnovne tačke ovakvog pristupa čine: prevencija, kontrola izvora, minimizacija ispuštanja toksina, optimizacija tretmana i detekcija i monitoring.



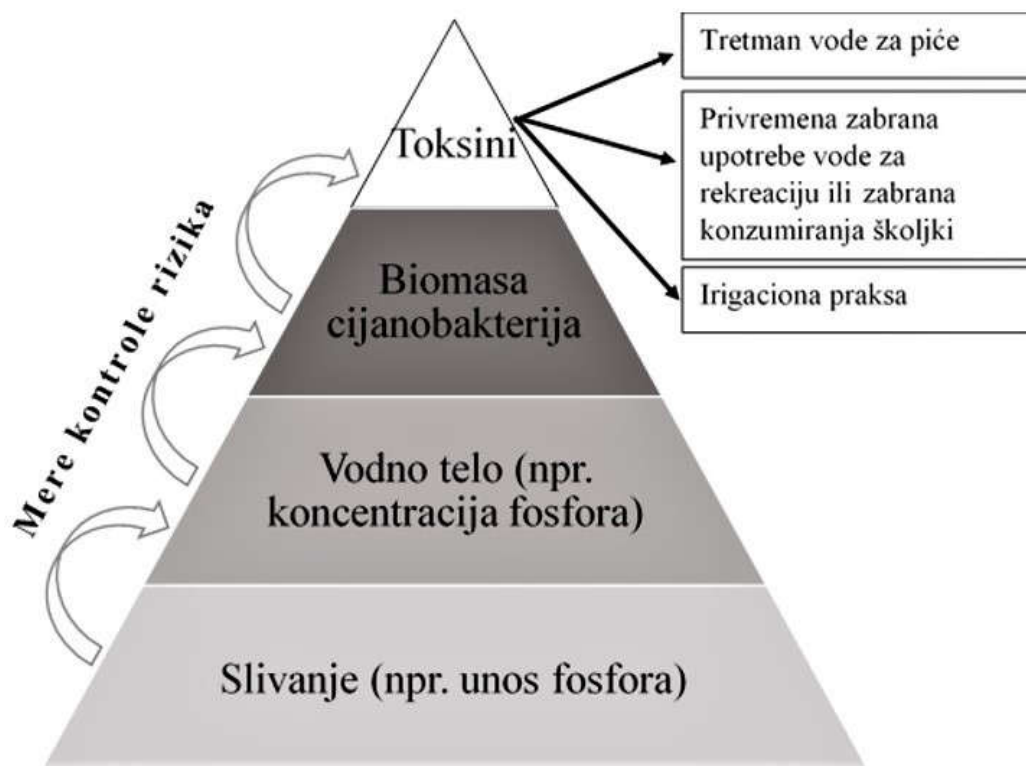
Slika 1.7. Višestepeni pristup za smanjenje rizika od pojave toksina cijanobakterija u vodi za piće, prema He i sar. (2016).

Mikroskopska analiza je neophodan korak u određivanju fenotipskih karakteristika cijanobakterija, kao i najbrži način da se preliminarno ustanovi prisustvo potencijalno toksičnih taksona (Wilmotte i sar. 2017). Pored toga, mnogi protokoli vezano za praćenje rizika od toksina

cijanobakterija podrazumevaju praćenje brojnosti i biomase cijanobakterija u vodama korišćenim za vodosnabdevanje i rekreaciju (Chorus 2012; Ibelings i sar. 2014), što između ostalog uključuje i preporuke Svetske zdravstvene organizacije (WHO 2003). Kada je reč o kvantifikaciji vrsta fitoplanktona, najčešće se koriste metode koje podrazumevaju koncentrovanje/taloženje ćelija u sedimentacionim komoricama, nakon čega se one prebrojavaju upotrebom invertnog mikroskopa (Ibelings i sar. 2014). Jedna od takvih je Utermöhl metoda (1958), koja je već dugo u upotrebi, često je citirana kao tehnika rada (Lampert i Sommer 2007) i predstavlja jednu od standardnih bioloških metoda za analizu površinskih voda (EN 15204:2008).

Iako ne postoji potpuna korelacija između biomase cijanobakterija i koncentracije njihovih toksina, ovakve metode imaju svoje prednosti, jer se izbegava fokusiranje samo na pojedine toksine. Pored toga, treba imati u vidu da nisu sve cijanobakterije koje doprinose biomasi cijanobakterija producenti toksina (Ibelings i sar. 2014). Nivo i stepen tačnosti taksonomskog određivanja sastava zajednice zavisi pre svega od ciljeva istraživanja. Shodno tome, ukoliko je neophodna precizna identifikacija cijanobakterija, onda mikroskopska analiza mora biti potpomognuta i genetičkom karakterizacijom izolovanih sojeva (Wilmotte i sar. 2017).

Kada je reč o monitoringu toksičnih cijanobakterijskih cvetanja, to zahteva identifikaciju ciljnih („target“) vrsta, određivanje toksina, razumevanje populacione dinamike, kao i analizu sredinskih i meteoroloških promena kako bi se mogla napraviti adekvatna predviđanja (Kim 2006). Praćenje ovih organizama uz pomoć sedimentacionih komorica daje uvid u sastav zajednice fitoplanktona i brojnost potencijalno toksičnih rodova/vrsta cijanobakterija, bez obzira što se to smatra vremenski zahtevnom tehnikom uz neophodno angažovanje uskog specijaliste (Ibelings i sar. 2014). Često se preporučuje uspostavljanje internacionalne i regionalne saradnje kako bi se poredio regionalni biodiverzitet i biogeografija „štetnih“ vrsta (Kim 2006). Pored toga, značajno je pratiti uticaj dostupnosti nutrijenata (N, P), temperature, intenziteta svetlosti, metala u tragovima i pH na veliki broj cijanobakterijskih vrsta koje produkuju različite toksine (Scholz i sar. 2017). Kontrola antropogenog unosa nutrijenata se smatra primarnom preventivnom merom kada je reč o pojavi toksičnog cveta cijanobakterija. U tom smislu, u slatkovodnim ekosistemima širom sveta se redukcija koncentracije fosfora već tradicionalno koristi kao preventivna strategija, a sada mnogi dokazi postoje za to da podjednako treba vršiti kontrolu kako P, tako i N, kako bi se izbegla ova neželjena pojava (Paerl i sar. 2016). Prisustvo fosfora u sedimentu takođe može biti značajan faktor koji doprinosi cvetanju cijanobakterija, zbog njegovog potencijalnog vraćanja u slobodnu vodu (Scholz i sar. 2017). Šematski prikaz upravljanja rizikom od toksičnih cijanobakterija koji je u skladu sa konceptom WHO je predstavljen na Slici 1.8.



Slika 1.8. Šematski prikaz upravljanja rizikom od toksičnih cijanobakterija u skladu sa konceptom Svetske zdravstvene organizacije (WHO) za Plan bezbednosti vode (Water Safety Plan), a preuzeto iz: Ibelings i sar. (2014).

Pored oblasti javnog zdravlja, sam koncept procene rizika se široko koristi u mnogim sektorima, (npr. u osiguranju). Koristeći dostupne informacije o generičkim svojstvima štetnog agensa, fokusira se na procenu verovatnoće da će se rizik od istog ostvariti. Kada je reč o određenim sistemima za vodosnabdevanje ili rekreaciju, pristupi zasnovani na proceni rizika fokusiraju se na razumevanje potencijalne pojave štetnih agenasa, zatim na efikasnost sistema kada je reč o njihovoj kontroli, na razvoj upravljačkih planova, strategija u slučaju hitnih slučajeva i vandrednih situacija, jasnih komunikacionih linija, kao i na dokumentovanju procene rizika i vođenju zabeleški kako sam sistem funkcioniše (Ibelings i sar. 2014). S tim u vezi, koncept sistemskog pristupa upravljanja rizikom vezano za toksična cijanobakterijska cvetanja ilustrovan je od strane Hudnell i saradnika (2008) i prikazan na Slici 1.9.



Slika 1.9. Sistemski pristup za toksična cijanobakterijska cvjetanja, prema Hudnell i sar. (2008). Šema ilustruje sistemske komponente (ovali), njihovu međusobnu povezanost (bledo sive strelice), korake koje treba preuzeti u okviru integrisane procene rizika (prošarane strelice), kao i ciljne elemente na koje bi trebalo delovati kako bi se smanjio rizik (tamno sive strelice).

Budući da cijanobakterije imaju nesumnjivo značajnu ulogu u različitim ekosistemima, a da se napredovanjem istraživanja često beleže novi nalazi i periodično menja taksonomska klasifikacija, javila se potreba za istraživanjem koje će omogućiti reviziju nalaza cijanobakterija, zabeleženih u vodama za vodosnabdevanje i rekreaciju nakon sveobuhvatne florističke studije Blaženčić i Cvijan (1996) i koja će dati uvid u geografsko rasprostranjenje različitih vrsta cijanobakterija u našoj zemlji.

2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA

U ovoj doktorskoj disertaciji postavljeni su sledeći ciljevi:

- Kvalitativna i kvantitativna identifikacija cijanobakterija, u površinskim vodama koje se koriste za vodosnabdevanje i rekreaciju (fitoplankton i fitobentos) na odabranim vodnim telima na teritoriji Srbije u periodu 2012 – 2017. godine;
- Pregled dosadašnjih istraživanja rasprostranjenja akvatičnih cijanobakterija u vodama namenjenim za vodosnabdevanje i/ili rekreaciju u Republici Srbiji do 2017. godine;
- Formiranje baze podataka koja će predstavljati osnovu jedinstvenog sistema informisanja o rasprostranjenju i diverzitetu cijanobakterija u vodama za ljudsku upotrebu na teritoriji Srbije;
- Pregled rasprostranjenja potencijalno toksičnih cijanobakterija u vodama namenjenim za vodosnabdevanje i/ili rekreaciju u Republici Srbiji do 2017. godine i procena rizika od njihovog cvetanja u odabranim površinskim vodama kao osnova za smanjenje negativnih posledica po javno zdravlje;
- Pregled rasprostranjenja invazivnih cijanobakterija u vodama namenjenim za vodosnabdevanje i/ili rekreaciju u Republici Srbiji do 2017. godine;
- Utvrđivanje ekoloških karakteristika cijanobakterija praćenjem njihove dinamike (nedeljne, mesečne i godišnje/sezonske) u okviru zajednice fitoplanktona na odabranim lokalitetima namenjenim za vodosnabdevanje i rekreaciju;
- Statistička analiza podataka.

3. MATERIJAL I METODE

3. 1. Istraživani lokaliteti

Algološki uzorci za analizu diverziteta cijanobakterija u vodi namenjenoj ljudskoj upotrebi sakupljeni su u periodu od 2012. do 2017. godine. Najveći broj ispitivanih uzoraka sakupljen je sa vodnih tela praćenih od strane Instituta za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanović Batut“, dok je deo obrađen u Institutu za botaniku i Botaničkoj bašti „Jevremovac“, Biološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu, a u okviru projekta „Transformacija geoprostora Srbije - prošlost, savremeni problemi i predlozi rešenja“ (OI 176020).

Ukupno je obrađeno 503 uzorka sa 35 vodnih tela na teritoriji Republike Srbije (Tabela 3.1.), od čega su 453 uzorka fitoplanktonske zajednice, dok se 50 uzoraka odnosi na bentosnu zajednicu. Uzorci fitoplanktona su uzeti iz 28 vodnih tela, a koja uključuju 4 jezera, 20 akumulacija i 4 veće reke u Republici Srbiji (Slika 3.1). Uzorci bentosne zajednice pikupljeni su iz 3 akumulacije namenjene za rekreaciju i 9 reka, među kojima su sedam manjih reka - pritoka vodnih tela koje se koriste za vodosnabdevanje i/ili rekreaciju.

Istraživanje je vršeno u različitim vremenskim intervalima, u skladu sa dinamikom uzorkovanja Instituta za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanović Batut“, a mesta uzorkovanja obuhvataju četiri tipa vodnih tela: jezera, veštačke akumulacije i sporotekuće i brzotekuće reke. Istraživanja su obuhvatila obradu limnoplanktona (fitoplankton stajaćih voda), potamoplanktona (rečni fitoplankton) i fitobentosa, od kojih se najveći broj uzoraka odnosi na limnoplankton (Tabela 3.1).

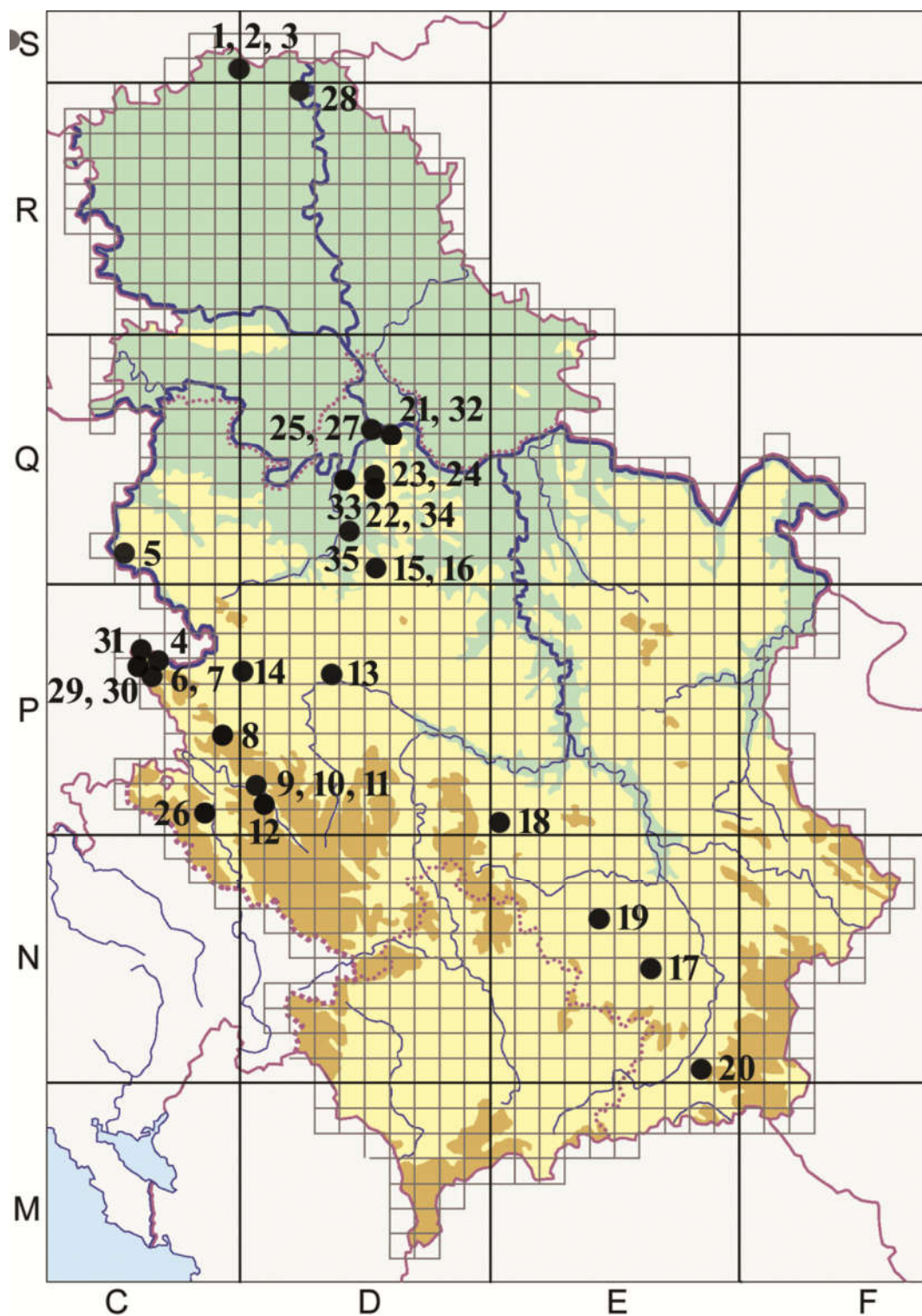
Tabela 3.1. Vodna tela na kojima je vršeno uzorkovanje.

FITOPLANKTON - limnoplankton	
<i>Vojvodina:</i>	
Jezero Palić (1)	
Jezero Ludaš (2)	
Krvavo jezero (3)	
<i>Akumulacije na Drini i pritokama:</i>	
Akumulacija Perućac (akumulacija Bajina Bašta) (4)	<i>E</i>
Akumulacija Zvornik (5)	<i>E</i>
Akumulacija Zaovine (6)	<i>E, V</i>
Akumulacija Kruščica (7)	<i>V</i>
Ribničko jezero (8)	<i>V</i>
<i>Akumulacije na Uvcu i Limu:</i>	
Zlatarsko jezero (akumulacija Kokin Brod) (9)	<i>E</i>
Akumulacija Radojinja (10)	<i>E, V</i>
Akumulacija Potpeć (11)	<i>E</i>
Akumulacija Uvac (akumulacija Sjenica) (12)	<i>E</i>
<i>Akumulacije na Zapadnoj Moravi i pritokama:</i>	
Akumulacija Međuvršje (13)	<i>E</i>
Akumulacija Vrutci (14)	<i>V</i>
<i>Akumulacije Šumadije:</i>	
Akumulacija Garaši (15)	<i>V</i>

Akumulacija Bukulja (16)	V
Akumulacije vezane za reku Moravu i pritoke:	
Akumulacija Barje (17)	V, P
Akumulacija Čelije (18)	V, P
Brestovačko (Magaško) jezero (19)	V
Akumulacija Prvonek (20)	V
Akumulacije oko Beograda:	
Savsko jezero (21)	R, V
Akumulacija Duboki Potok (22)	P
Akumulacija Bela Reka (23)	P
Akumulacija Pariguz (Resničko jezero) (24)	P
FITOPLANKTON - potamoplankton	
Reka Dunav kod Beograda (25)	
Reka Lim kod Prijepolja (26)	
Reka Sava kod Beograda (27)	
Reka Tisa kod Kanjiže (28)	
FITOBENTOS	
Batarski Rzav (29)	
Karaklijski Rzav (30)	
Reka Vrelo kod Perućca (31)	
Savsko jezero (21)	
Akumulacija Duboki Potok (22)	
Akumulacija Bela Reka (23)	
Akumulacija Pariguz (24)	
Reka Sava kod Beograda (27)	
Reka Dunav kod Beograda (25)	
Topčiderski potok (32)	
Barička reka (33)	
Barajevska reka (34)	
Reka Turija (35)	

Legenda: Jezera i veštačke akumulacije u grupisane su geografski prema Stanković (2005). Pored naziva svakog vodnog tela naznačen je broj pod kojim je dato vodno telo prikazano na Slici 3.1. Kod veštačkih akumulacija, oznake u desnom uglu odnose se na prevashodnu namenu akumulacije, i to: V – vodosnabdevanje stanovništva, E – energetika, R – rekreacija¹, P – odbrana od poplava.

¹ Iako se i Tabeli 3.1. jedino Savsko jezero navodi kao akumulacija izgrađena za potrebe rekreativnih aktivnosti stanovništva, najveći broj navedenih akumulacija se zapravo koristi u rekreativne svrhe.



Slika 3.1. Mapa odabranih vodnih tela na kojima je vršena analiza diverziteta cijanobakterija. Vodna tela i njihovi redni brojevi (označeni na mapi) predstavljani su u Tabeli 3.1.

U Pilogu 1, dat je spisak svih lokaliteta i uzoraka. U okviru njega, naveden je i ukupan broj uzoraka za svaki od ispitanih lokaliteta. U skladu sa tim, važno je napomenuti da se na reci Dunav u toku istraživanja samog florističkog sastava cijanobakterija, osim na tački uzorkovanja kod Zemuna, uzorkovalo na još dve tačke na području grada Beograda (kod Batajnice i Vinče). Međutim, budući da su pomenuti uzorci malobrojni (svega 8 uzoraka) i prostorno bliski sa tačkom

uzorkovanja na kojoj je vršeno praćenje godišnje/sezonske dinamike potamoplanktona ove reke, u okviru florističkog spiska su svi objedinjeni pod nazivom „Reka Dunav kod Beograda“.

3.1.1. Lokaliteti na kojima je vršena analiza uticaja ekoloških faktora na zajednicu planktonskih cijanobakterija

Kako bi se pružio poseban osvrt na uticaj sredinskih faktora na dinamiku i sastav zajednice cijanobakterija, posebno je praćena dinamika planktonskih životnih formi: 1) na nedeljnom nivou na Savskom jezeru tokom leta 2014. godine (36 uzoraka), b) na mesečnom nivou na akumulaciji Pariguz u took 2017. godine (18 uzoraka), kao i c) sezonska i godišnja dinamika na reci Dunav kod Zemuna u periodu između 2013. i 2016. godine (56 uzoraka za pomenuti period).

3.1.1.1. Savsko jezero

Savsko jezero je, kao urbana akumulacija, izgrađena 1967. godine pregrađivanjem rukavca reke Save. Locirano je u opštini Čukarica (grad Beograd) i približno je 4 km udaljeno od ušća reke Save u Dunav. Proteže se između desne obale reke Save i rečnog ostrva Ada Ciganlija, pri čemu zauzima površinu od oko 90 ha. Akumulacija se snabdeva vodom preko taložnika, koji se nalazi na njenom južnom delu. Procenjena zapremina za ovo vodno telo je 4 000 000 m³, dugo je 4,4 km, dok prosečna širina iznosi 250 m. Relativno je plitko, sa maksimalnom zabeleženom dubinom 12 m i prosečnom dubinom od 4,5 m. U najvećoj meri se koristi kao rezervoar za rekreaciju (Mićković i sar. 2014), ali i kao dodatni izvor sistema za vodosnabdevanje grada Beograda. Zbog toga se ova akumulacija periodično čisti, kako bi se održao dobar kvalitet vode (Blaženčić 1995).

Izuzev urbanog prostora, samo Savsko jezero neposredno okružuje vegetacija koju uglavnom čine sađene šume *Salix alba* L., *Populus alba* L. i *Quercus robur* L. Obala je šljunkovita, dok je dno uglavom peskovito-muljevito ili muljevito-glinovito (Blaženčić 1995). Kada je reč o prisustvu makrofita u ovom vodnom telu, tokom čitavog perioda istraživanja jasno se uočavala dobro razvijena submerzna vegetacija, gde dominira vrsta *Myriophyllum spicatum* L. (Jovanović i sar. 2017).



Slika 3.2. Uzimanje uzoraka za kvalitativnu analizu na Savskom jezeru 2014. godine.

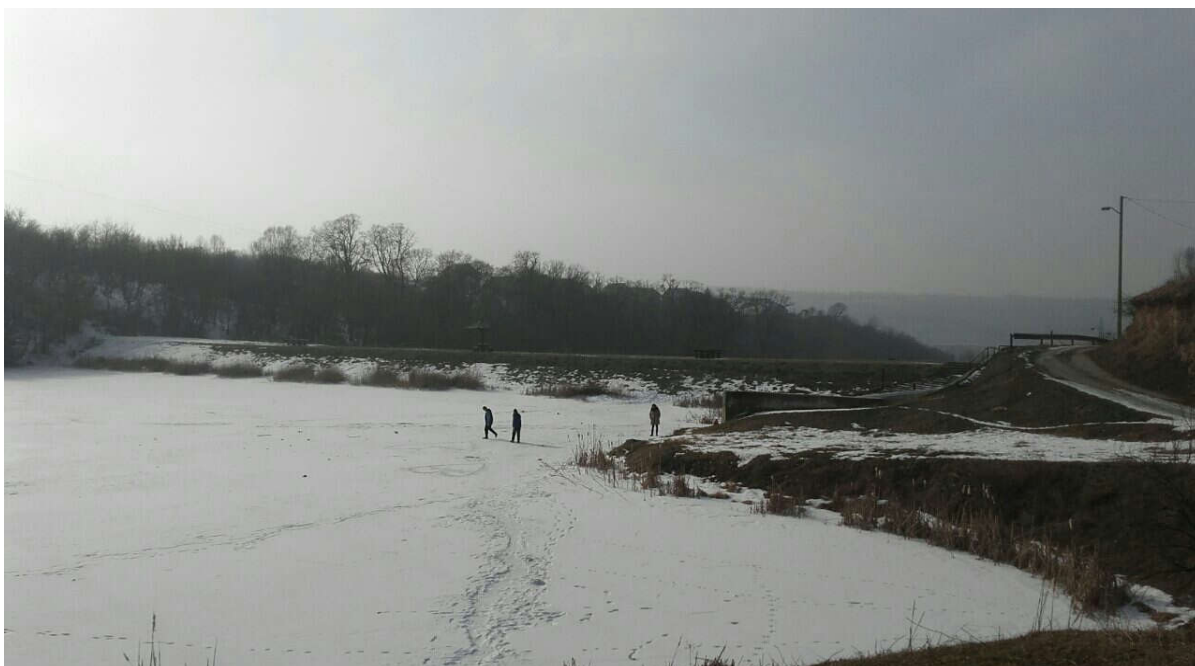
U toku letnjeg perioda 2014. godine vršeno je ispitivanje cijanobakterija unutar zajednice fitoplanktona, pri čemu su ujedno praćeni i osnovni fizički i hemijski faktori neophodni za rast proučavanih organizama. Dodatne informacije koje se odnose na klimatske faktore u tom periodu preuzete su iz Meteoroloških godišnjaka Republičkog hidrometeorološkog zavoda Srbije za 2014. i 2015. godinu (RHMZ 2014; 2015). Uzorci su uvek uzimani sa iste tačke (N44°47'17.42", E20°24'44.24"), na kojoj je bila prikačena bova (Slika 3.2.). Uzorkovanje je vršeno jednom nedeljno sa 4 dubine (0, 2, 4 i 6 m), u periodu od 13. jula do 9. septembra 2014. godine, što je ukupno obuhvatilo 9 sedmica (S1 – S9) tokom kupališne sezone na Savskom jezeru. Tom prilikom,

neophodno je naglasiti da je sama kupališna sezona kasnije počela zbog obilnih padavina i povećane oblačnosti. Rezultati analize fizičkih i hemijskih parametara, kao i kvantitativne analize fitoplanktonske zajednice tokom perioda istraživanja, objavljeni su u Jovanović i sar. (2017), kao deo istraživanja iz ove teze.

3.1.1.2. Akumulacija Pariguz

Akumulacija Pariguz ili Resničko jezero nalazi se u podnožju planine Avala, na području opštine Rakovica, odnosno u naselju Resnik. Akumulacija je dugačka približno 700 m, široka 120 m, dok je dubina oko 12,5 m. Jezero je nastalo krajem 1980-tih izgradnjom brane, kao vid zaštite od prolećnih poplava koje su izazivale vode sa tri izvora. Ova tri izvora sada napajaju samu akumulaciju. Sa jedne strane akumulacije se nalazi listopadna šuma, dok je druga obala strma (<https://rakovica.rs/>; Petković 2018). Budući da je predviđena izgradnja savremenog sportsko-rekreativnog kompleksa na ovom vodnom telu, Sekretarijat za urbanizam i građevinske poslove (2017) je objavio i Nacrt plana detaljne regulacije za sportski centar „Jezero“ u Resniku, opštine Rakovica i Voždovac (Milić i sar. 2016), koji predstavlja polaznu osnovu za dalje aktivnosti vezane za uređenje ovog vodnog tela.

Uzorkovanje na akumulaciji Pariguz je vršeno jednom mesečno tokom 2017. godine, izuzev u januaru, septembru i decembru kada zbog tehničkih poteškoća nije bilo moguće uzeti uzorke. Uzorci su sakupljeni sa dve tačke na jezeru: prva tačka – kod brane (44°42'24.10"N 20°27'38.67"E; Slika 3.3. – dole levo) i druga tačka – sredina jezera (44°42'22.24"N 20°27'47.31"E; Slika 3.3. – dole desno). Uporedo sa njima, uzeto je isto toliko uzoraka za hemijsku analizu, kao i za analizu mikrocistina.



Slika 3.3. Resničko jezero u januaru 2017. godine (slika gore), sa prve tačke uzorkovanja – kod brane (slika dole levo; u martu mesecu) i sa druge tačke uzorkovanja (slika dole desno; u aprilu mesecu).

Napomena: Zbog jako debelog ledenog pokrivača koji je pokrивao čitavo jezero, uzorkovanje nije bilo moguće početi u januaru mesecu (slika 3.3., gore). Ledeni pokrivač je bio prisutan i u toku izlaska na teren u februaru, ali znatno tanji, tako da je bilo moguće uzeti uzorak ispod zaleđenog sloja vode. Tom prilikom se moglo uočiti da je voda bila izrazito zelene boje, dok je već narednog meseca zabeležena braonkasta nijansa. Kako je temperatura rasla, tako se na terenu mogao uočiti i razvoj emerzne vegetacije na pojedinim delovima ispitivanog vodnog tela (pre svega *Typha latifolia* L.), dok je na prvom ispitivanom lokalitetu zabeležena i dobro razvijena submerzna vegetacija.

3.1.1.3. Reka Dunav

Dunav (Slika 3.4.) je druga po veličini reka u Evropi (posle Volge), pri čemu protiče kroz 10 zemalja u kojima ima i veliki privredni značaj. Kroz Srbiju teče u dužini od 588 km, od mađarsko-srpske granice do srpske granice sa Rumunijom. Na potezu od ulaska u Srbiju, pa sve do Golupca, Dunav se po svojim karakteristikama smatra pravom ravničarskom rekam, tzv. Panonski Dunav.

Između ušća reke Tise (km 1 214,5) i reke Save (km 1 170), širok je 380-1200 m, a dubok 2,7-11,6 m (Gavrilović i Dukić 2014).



Slika 3.4. Reka Dunav na ulazu u Beograd.

Uzorci za kvantitativnu analizu zajednice potamoplanktona (sa akcentom na cijanobakterije), uzimani su sezonski, u periodu 2013-2016. godine, u dva seta sa dve prostorno bliske tačke uzorkovanja u Zemunu (severno od uže gradske zone; 44°52'2.88"N 20°22'13.16"E i 44°51'55.09"N 20°22'25.94"E). Dupli set uzoraka je rađen kako bi se dobila bolja pouzdanost same analize rađene kroz duži vremenski period, odnosno bolja statistička značajnost. Kada je reč o samom florističkom sastavu cijanobakterija, posmatrano je dodatno i 6 uzoraka uzetih 2012. godine i dva uzorka sa početka 2017. godine (podaci uneti u poglavlje 4.1.1), ali koji nisu obuhvatali sve sezone za 2012. i 2017- godinu, te nisu mogli biti adekvatno korišćeni za posmatranje same vremenske dinamike i statističku analizu.

3. 2. Uzimanje uzoraka

3.2.1. Uzorkovanje za fizičko-hemijsku analizu i merenja na terenu

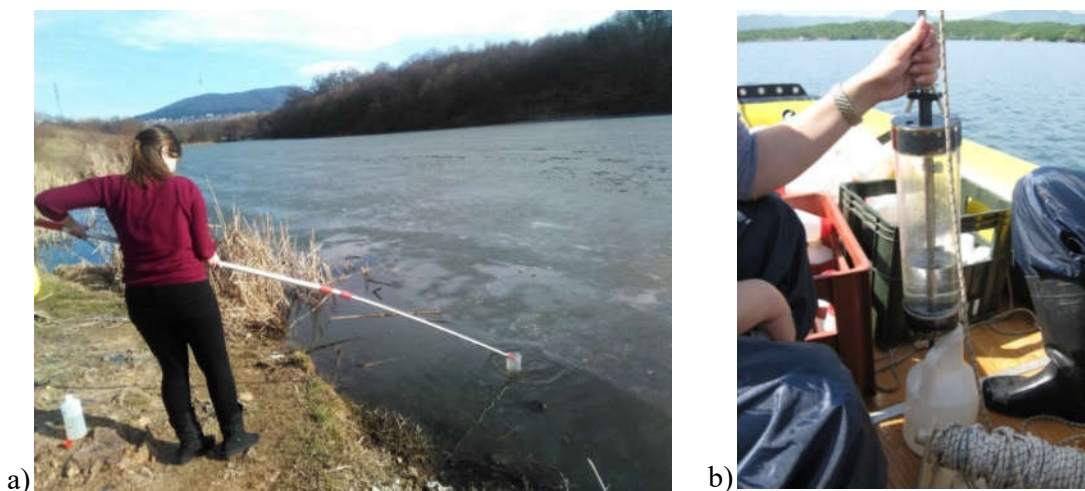
Prilikom izlaska na teren procenjavana je eufotična zona vodnih tela (osim ukoliko providnost nije bila do dna) merenjem providnosti uz pomoć Secchi diska. Tom prilikom, disk se spušta do dubine na kojoj mu se gubi vidljivost, potom se lagano vraća nazad, a dubina na kojoj postaje ponovo vidljiv se beleži kao vrednost providnosti vode. Osim providnosti, na osnovu

protokola za uzorkovanje, od fizičkih parametara na terenu je merena i temperatura vode uz pomoć etaloniranog živinog termometra.

Za potrebe dela istraživanja, uzimani su i uzorci za hemijsku analizu površinskih voda prema standardu SRPS EN ISO 5667-14:2017, koji su potom transportovani do laboratorije Odseku za ispitivanje vode za piće, rekreaciju i otpadnih voda IJZS „Dr Milan Jovanović Batut“.

3.2.2. Uzorkovanje fitoplanktona

Uzorkovanje fitoplanktona vršeno je u skladu sa standardnom metodom SRPS EN 16698:2016 (identičan sa EN 16698:2015). Za kvantitativnu analizu fitoplanktona, uzorci su uzeti pomoću odgovarajućeg instrumenta za uzorkovanje (Ruttner-ova boca ili uzorkivačem sa teleskopskom drškom; Slika 3.5.), zavisno od tipa vodnog tela, potreba istraživanja i pristupačnosti mesta sa kojeg se vrši uzorkovanje (čamac, vodozahvatna kula, obala, most, splav).



Slika 3.5. Uzimanje uzoraka koristeći a) teleskopski uzorkivač (ispod površine leda na akumulaciji Pariguz) i b) Ruttner-ove boce.

Uzoci vode jezera i akumulacija su uzeti uz pomoć Ruttner-ove boce zapremine 2 L (Slika 3.5. b), pretežno sa čamaca ili vodozahvatnih kula, ređe sa splavovova ili mostova. Izuzetak je akumulacija Pariguz na kojoj uzorkovano sa obale uz pomoć uzorkivača sa teleskopskom drškom (Slika 3.5. a). Osnovni princip Ruttner-ove boce jeste prikupljanje reprezentativnog uzorka određene zapremine, a da tom prilikom ne dođe domešanja slojeva vode. Boca je oblika staklenog cilindra sa mehanizmom koji može oba kraja boce da zatvori metalnim poklopcima u momentu kada se boca spusti na željenu dubinu. Dubina je merena na osnovu izbaždarenog konopca (u opsegu 1 m) za koji je boca pričvršćena. Zatvaranje poklopaca vršeno je spuštanjem tega težine 0,5 kg duž zategnutog konopca, koji udari o oprugu uz pomoć koje se boca zatvara sa donje i gornje strane.

Uzorkivač sa teleskopskom drškom je korišćen za prikupljanje uzoraka rečne vode sa obale za kvantitativnu analizu fitoplanktona (potamoplanktona), kao i za uzimanje uzoraka iz akumulacije Pariguz. Sačinjen je od aluminijumskog štapa čija se dužina može regulisati po potrebi i iznositi najviše 11 m, a koji se završava plastičnom čašom zapremine 1 litar, smeštene na metalnom držaču. U toku istraživanja, dužina štapa je pretežno podešavana tako da se uzorak zahvati što dalje od obale. Posuda je uvek prethodno isprana, da bi se obezbedio nekontaminirani uzorak. Uzorci su uzimani neposredno ispod površine vodenog stuba. Nakon zahvatanja vode, voda je sipana u boce za transport i skladištenje uzoraka.

Prilikom uzorkovanja, izbegavan je kontakt boce/sonde sa dnom jezera/akumulacije/reke, submerznom makrofitskom vegetacijom na dnu, obodom čamca, prikačenim bovama ili bilo kojom površinom sa koje bi moglo doći do kontaminacije uzorka, prevashodno algi iz bentosa, perifitona ili sedimenta. Uzorak fitoplanktona odmah je skladišten u boce za čuvanje uzoraka zapremine 100 ml, konzerviran i fiksiran, kako bi se kasnije vršilo ispitivanje prema standardu SRPS EN 15204:2008.

Broj uzoraka i učestalost uzorkovanja zavisile su od prethodno utvrđenog plana IZJZS Batut. U slučajevima kada je iz akumulacija uziman samo po jedan uzorak za kvantitativnu analizu po uzorkovanju, on je kod akumulacija za vodosnabdevanje uziman sa vodozahvatne dubine, dok je kod ostalih akumulacija uziman u eufotičnoj zoni.

Radi detaljnijeg pregleda diverziteta planktonskih cijanobakterija, na ispitivanim lokalitetima su uzimani i uzorci za dopunu kvalitativne analize, i to provlačenjem planktonske mreže (promer okaca 22-23 μm) od dna vodnog tela ka površini (Slika 3.6.).



Slika 3.6. Uzimanje uzoraka za kvalitativnu analizu fitoplanktona uz pomoć planktonske mrežice.

3.2.3. Uzorkovanje fitobentosa

Uzorcima fitobentosne zajednice uzeti su u skladu sa standardom SRPS EN 15708:2011 (Identičan sa: EN 15708:2009), koji se odnosi prevashodno na tekuće vode. Uglavnom su uzorci prikupljeni sa stenovitih, odnosno kamenitih podloga. Kako bi se sakupili delovi biofilma, bilo neophodno uzeti delove podloge (najmanje 5 kamenčića slične veličine), koji su sa malo vode stavljeni u plastičnu kadicu. Tom prilikom, zajednica fitobentosa je lagano četkicom skidana sa površine svakog kamena uz ispiranje destilovanom vodom, nakon čega je suspendovani materijal prebacivan u plastične bočice širokog grla, zapremine 100 ili 250 ml. U retkim prilikama, bilo je

moгуće naslage biofilma nožićem sastrugati sa površine supstrata i direktno isprati u bočicu za čuvanje uzoraka.

U retkim slučajevima kada je podloga bila muljevita ili peskovita, odnosno kada nije bilo dostupnog kamenja, uzorci su prikupljeni provlačenjem pipete sa zalomljenim vrhom po samoj površini supstrata, tako da se uzme površinski deo podloge sa površine od približno 1 dm².

3.2.4. Transport i skladištenje uzoraka

Uzorci su transportovani u laboratoriju u zatamnjenom ručnom frižideru (na temperaturi od +4 do +10 °C), a za deponovanje uzoraka korišćene su čiste prozirne plastične flaše zapremine 100-500 ml, koje su prethodno na terenu ispirane uzorkovanom vodom. Voda kojom su flaše ispirane je prosipana, a zatim je dodavan ostatak uzorka u zapremini koja je iznosila maksimalno 90%, kako bi kasnije mogla sa se vrši homogenizacija uzorka (standard SRPS EN 15204:2008). Flaše za skladištenje uzoraka su obeležavane pre uzorkovanja, kako bi se izbeglo mešanje uzoraka. Za obeležavanje je korišćen vodootporni marker.

Za fiksiranje uzoraka je korišćen Lugolov rastvor prema standardu SRPS EN 16698:2016, odnosno u meri dovoljnoj dok uzorak ne dobije boju konjaka ili svetlo braon boju. Oriјentaciono, u bocu zapremine 250 ml (sa ~225 ml uzorka) dodavano je 0,5 ml ovog fiksativa (ili 8 do 10 kapi). Konzervirani uzorci su čuvani u mraku i na hladnom, ne duže od 6 meseci, a u okviru kojih je vršena analiza. U slučajevima kada je bilo neophodno uzorke sačuvati na duži vremenski period, kao o fiksativ je dodavan formaldehid do finalne koncentracije od 3-4% (npr. na 100 ml uzorka se dodaje oko 8 ml 35-37% formaldehida). Nakon analize, ti uzorci su skladišteni u mokru zbirku Instituta za botaniku i Botaničke bašte „Jevremovac“, Biološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu.

3. 3. Meteorološki podaci

Meteorološki podaci, korišćeni za potrebe istraživanja dinamike cijanobakterija unutar fitoplanktonske zajednice u odnosu na meteorološke i hemijske parametre, preuzeti su iz Meteoroloških godišnjaka Republičkog hidrometeorološkog zavoda Srbije za 2014. i 2015. godinu (RHMZ 2014; 2015).

3.4. Analiza fizičkih i hemijskih parametara vode

Fizičko-hemijski parametri vode za ispitivane uzorke su urađeni u akreditovanoj laboratoriji Instituta za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanović Batut“, prema standardnim metodama (APHA 1995).

3. 5. Spektrofotometrijsko određivanje koncentracije hlorofila *a*

Uzorkovanje za analizu koncentracije hlorofila *a* (Chl *a*) su takođe uzeti Ruttner-ovom bocom i deponovani u plastične boce zapremine 1 l, bez korišćenja fiksativa. Kako bi se odredila koncentracija hlorofila *a*, korišćena je standardna spektrofotometrijska metoda (ISO 10260:1992(E)), a rezultati su izraženi u mikrogramima po plitru ($\mu\text{g/l}$).

Pre nego što se profiltrira, svaki uzorak je dobro promućkan kako bi se dobro homogenizovao. Zapremina uzorka (V_s) koji se filtrira zavisi od koncentracije algi. U ovom istraživanju zapremina je varirala u opsegu 250 do 1000 ml, a za filtriranje su korišćeni Satorijus stakleni filteri prečnika 50 cm i promera pore 1,2 μm . Kako bi se filter osušio, korišćena je guč boca zapemine 2 L povezana sa vakuum-pumpom, nakon čega su fileri prebacivani u ekstrakcione sudove (stakleni erlenmajeri sa šlifovanim zatvaračem, zapremine 50 ml). U svaki ekstrakcioni sud je potom sipano po 25 ml etanola (V_E), a potom su sudovi čvrsto zatvarani i promućkani. Nakon toga su prebacivani u vodeno kupatilo, i postavljeni tako da se nivo ekstrakta izravna sa nivoom vode. Nakon 5 minuta zagrevanja, uz povremeno mućkanje, ekstrakcioni sudovi su ostavljeni 15 minuta da se ohlade na sobnoj temperaturi. Dobijeni filtrat je zatim ponovo filtriran kako bi se uklonili ostaci filter papira i potom prebačen u čiste ekstrakcione sudove. Jedan deo zapremine čistog ekstata je odmah presut u kivete za spektrometriju kako bi se izmerile absorbance na 665 nm (A_{665}) i 750 nm (A_{750}), a drugi deo je zakišeljjen sa 0.01 ml 3M HCl i promućkan. Nakon 15 minuta, merene su absorbance acidikovanog uzorka (A_a) na 665 nm i 750 nm.

Koncentracija hlorofila *a* (ρ_c) izračunavana je prema sledećoj formuli:

$$\rho_c = (A - A_a) / K_c \times R / (R - 1) \times (10^3 \cdot V_e) / (V_s \cdot d)$$

pri čemu je:

$A = A_{665} - A_{750}$ – absorbance dobijena pre acidifikacije,

$A = A_{665} - A_{750}$ – absorbance dobijena posle acidifikacije,

V_e – zapremina ekstrakta izražena u mililitrima (ml),

V_s – zapremina uzorka koji je filtriran izražena u litrima (l),

$K_c = 82 \text{ L}/\mu\text{g cm}$ – specifični operacioni spektrani absorpcioni koeficijent za Chl *a*

$R = 1.7$ – odnos čistog Chl *a* i hlorofila koji je acidifikacijom transformisan u feofitin, A/A_a ,

d – dužina putanje optičke ćelije (u cm),

10^3 – dimenzioni factor za V_e .

3. 6. Kvalitativna analiza zajednice

Kvalitativna analiza fitoplanktona je rađena pomoću Axio Observer.Z1 invertnog svetlosnog mikroskopa (povezan sa Zeiss AxioCam 506 color kamerom i Zen 2 softverom) u Institutu za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanović Batut“ i Carl Zeiss AxioImager.M1 svetlosnog mikroskopa (AxioCam MRc5 kamera i AxioVision 4.8 softver) u Institutu za botaniku i Botaničkoj bašti „Jevremovac“, Biološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu. Identifikacija taksona u obrađivanim

uzorcima je urađena korišćenjem standardnih identifikacionih ključeva za cijanobakterije - Komárek i Anagnostidis (1999; 2005) i Komárek (2013). Pored toga, korišćeni su i naučni radovi u kojima je izvršena reklasifikacija postojećih taksona: Komárek i saradnici (2009; 2016c), Hašler i Pouličková (2010), Komárková i saradnici (2010), Kováčik i saradnici (2011), Strunický i saradnici (2013; 2014; 2017), Hašler i saradnici (2014a; 2014b), Simić i saradnici (2014), Mai i saradnici (2018), McGregor (2018). Takođe, pomenuta literatura je korišćena u odeljku 4.1.1. pri opisu morfoloških karakteristika rodova za koje postoje nalazi.

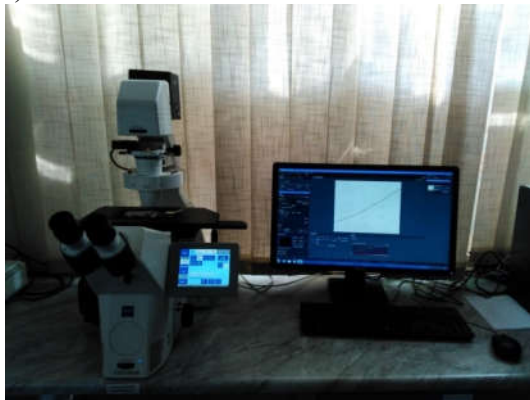
Neki taksoni za koje su postojale nedoumice, određeni su nakon prisustva na kursu „Determination Course of Freshwater and Terrestrial Cyanobacteria“, održanom u julu/avgustu 2017. godine na Univerzitetu Južne Bohemije (The University of South Bohemia – USB, České Budějovice, Republika Češka). Tom prilikom, za bolju identifikaciju taksona su konsultovani eksperti iz oblasti cijanobakterija – dr Jan Kaštovský, dr Jeffrey Johansen i dr Tomáš Hauer.

Identifikacija taksona eukariotskih algi (za istraživanja koja su vršena na Savskom jezeru, akumulaciji Pariguz i reci Dunav) vršena je pomoću standardnih identifikacionih ključeva: Huber-Pestalozzi i saradnici (1983), Starmach (1974; 1983; 1985), Krammer i Lange-Bertalot (1986; 1988; 1991a; 1991b) i John i saradnici (2002).

3. 7. Kvantitativna analiza zajednice fitoplanktona

Kvantitativna analiza rađena je standardnom metodom (SRPS EN 15204:2008) po Utermöhl-u (1958) na Institutu za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanović Batut“, koristeći invertni svetlosni mikroskop Zeiss Axio Observer.Z1 (Slika 3.7. a). Ova metoda se koristi za procenu apsolutne brojnosti organizama koji se prehodno talože u sedimentacionim komoricama, posebno dizajniranim upravo za ovu metodu (Slika 3.7. b).

a)



b)



Slika 3.7. Osnovna oprema korišćena prilikom kvantitativne analize fitoplanktona: a) invertni svetlosni mikroskop Zeiss Axio Observer.Z1 i b) komorice za sedimentaciju.

Komorica za sedimentaciju mikroorganizama za Utermöhl-ovu metodu se sastoji od pravougaone osnove (ploče), u čijoj sredini se nalazi metalni prsten, dok se u osnovi tok prstena nalazi pokrovno stakalce kružnog oblika. Zapremina uzorka koja može da stane unutar samog udubljenja metalnog prstena komorice je 2,94 ml, a na njega se mogu dodavati cilindri za zapremine 10, 50 ili 100 ml. Količina subuzorka koji se stavlja u komoricu radi taloženja zavisi od gustine fitoplanktona, ali i od diverziteta zajednice. Takođe, zavisno od sastava i gustine

fitoplanktona, kao i samog cilja istraživanja, prebrojavanje je vršeno na delu ili celoj površini komorice, i to preko:

- a. nasumično odabranih vidnih polja (mrežica određene površine);
- b. transekata;
- c. $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ ili cele komorice.

Zabeleženi broj ćelija se dalje preračunavao do ukupne zapremine uzetog subuzorka. Kako bi se brojnost algi izračunala na zapreminu uzorka po mililitru, korišćena je sledeća formula:

$$C = N \cdot (A_t / A_c) \cdot (1 / V)$$

C – broj ćelija određene vrste u mililitru uzorka;

N – prebrojan broj ćelija određene vrste;

A_t – ukupna površina sedimentacione komorice (mm²);

A_c – površina sedimentacione komorice na kojoj je brojani uzorak (mm²);

V – zapremina koja je taložena.

Nakon preračunavanja, rezultati su izražavani kao broj ćelija po mililitru.

3. 7. 1. Određivanje udela u biomasi fitoplanktona

U toku kvantitativne analize fitoplanktona, merene su i dimenzije zabeleženih taksona (približno za 25 individua, ukoliko je takson imao veliku brojnost). Koristeći dobijenu brojnost ćelija, kao i mere svakog pojedinačnog taksona, biomasa fitoplanktona je računata koristeći standardne formule prema Hillebrand i sar. (1999), Sun i Liu (2003), Karadžić (2011), kao i najnoviji standard za izračunavanje biovolumena fitoplanktona – SRPS EN 16695:2016. Prema navedenom standardu, rezultati su predstavljeni u $\mu\text{m}^3/\text{l}$.

3. 8. Analiza mikrocistina

Analiza mikrocistina u vodi, u toku istraživanja na akumulaciji Pariguz, rađena je prema standardu ISO 20179:2005. Na terenu je pri svakom izlasku uzorkovano dva puta po 1 L vode za svaki lokalitet, nakon čega su uzorci odmah transportovani u laboratoriju. Kada se uzorci dopreme u laboratoriju, 1 L vode se odmah filtrira kroz stakleni filter čij je prečnik pora 0,22 μm , čime se odvajaju cijanobakterije i alge od suspedovanih čestica. Potom se filtratu doda 10 ml 100% metanola, dok se alge i cijanobakterije zaostale na filteru ekstrahuju dodavanjem 10 ml 100% metanola u šlifovani erlenmajer u kome se nalazi filter. Na ovaj način se omogućava kvantifikacija mikrocistina koji se nalaze u slobodnoj vodi (ekstracelularni), a takođe i mikrocistina prisutnih unutar ćelija cijanobakterija (intracelularni). Ekstrakcija mikrocistina iz cijanobakterijskih ćelija traje 15 minuta u ultrazvučnom kupatilu, nakon čega se uzorak centrifugira. Sa početnih 10 ml metanola uzorak se uparava do suva u struji azota, nakon čega se rekonstruiše u 1 ml mobilne faze. Slobodni mikrocistini u vodi koncentruju se na SPE koloni (eng. *solid phase extraction*), nakon čega se eluiraju metanolom. Metanol se dalje upari do suva, i takođe se uzorak rekonstruiše u 1 ml mobilne faze. Identifikacija prisutnih mikrocistina, kao i njihova kvantifikacija, vrše se uz pomoć tečne hromatografije visokog pritiska sa masenim detektorom (HPLC-MS), i to u SIM (eng. *single*

ion monitoring) modu primenom eksterne kalibracije standardnim rastvorima mikrocistina. Standardni rastvori koji su bili primenjeni jesu mikrocistin RR, mikrocistin LR i mikrocistin YR.

3. 9. Prikupljanje podataka za formiranje baze rasprostranjenja cijanobakterija

U toku izrade doktorske disertacije, formirana je baza nalaza cijanobakterija namenjena da bude integrisana u informacioni sistem Instituta za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanović Batut“, pod pokroviteljstvom Ministarstva zdravlja (Veljković i sar. 2012). U okviru doktorske teze, svi nalazi vezano za pomenutu bazu su tabelarno predstavljani u vidu florističkog spiska na sledeći način:

Ime roda			
Opis roda prema zvanično prihvaćenoj literaturi.			
Ime vrste/varijeteta/forme			
Sinonimi:	Navedeni su uglavnom samo homotipski sinonimi taksona čije se rasprostranjenje opisuje u nekom odeljku. Heterotipski sinonimi su navedeni samo u pojedinim slučajevima, i to kada je neko od domaćih autora u svojim publikacijama koristio naziv koji se danas vodi kao heterotipski sinonim.		
Napomena:	Navedeno ukoliko postoji odstupanje u odnosu na tip staništa. Npr., ukoliko su termalne, marinske i terestrične vrste zabeležene u slatkovodnim vodnim telima.		
Potencijalno toksična*:	Da/Ne (toksin, ako je naveden**)	Invazivna***:	Da/Ne
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nalazi zabeleženi u Cvijan i Blaženčić (1996), bez navođenja prvobitnih referenci.		
Ostali nalazi:	Nalazi zabeleženi u naučnoj literaturi nakon objavljivanja Cvijan i Blaženčić (1996), sa navedenim referencama.		
Ovo istraživanje:	Nalazi detektovani u toku ovog istraživanja, uz navođenje broja pod kojim je uzorak zaveden na IZJZS Batut ili u mokroj zbirci Instituta za botaniku. Kod uzoraka koji nisu zavedeni, ispred oznake stoji „*“.		

* Beleške vezano za potencijalnu toksičnost određene vrste su rađene na osnovu sveobuhvatnih revijalnih radova: Dow i Swoboda (2007), Quiblier i sar. (2013) i Bernard i sar. (2016). U pojedinim slučajevima, dodati su i zapisi drugih istraživanja vezano za toksičnost nekih taksona (npr. Rangel i sar. 2014 ili Cirés i Ballot 2016), što se posebno navedeno u okviru fusnota.

** Znaci uzvika („?“) stavljeni su na pojedinim mestima ukoliko toksin nije poznat, odnosno nije naveden u korišćenoj literaturi, ili se pak ne zna jasna hemijska struktura navedenog toksina.

*** Invazivne vrste cijanobakterija označene su na osnovu istraživanja Kaštovský i sar. (2010a) i Kokociński i sar. (2017).

Dok su u ispitivanjima korišćene samo zajednice fitoplanktona/potamoplanktona i fitobentosa, izdvojeni taksoni uključuju nekoliko tipova biotičkih formi: planktonske, bentosne, epifitske i, u izuzetnim slučajevima, subaerofitske. Bitno je naglasiti da su tokom pregleda literature uočeni i nalazi vrsta koje po prirodnom habitatu ne pripadaju staništima na kojima su bile zabeležene (npr. nalazi marinskih, halofitskih ili terestričnih vrsta u slatkovodnim vodnim telima). S tim u vezi, ukoliko su zapažena ovakva odstupanja u odnosu na tip staništa koji je karakterističan za

neki takson, ona su posebno naglašena u napomeni. Okarakterisani su kao problematični nalazi i predložena je njihova revizija.

Taksonomski status zabeleženih taksona cijanobakterija je revidiran i prihvaćene su najnovije taksonomske izmene napravljene do kraja 2018. godine. Tom prilikom, u okviru florističkog spiska, navedeni su i homotipski sinonimi, a u nekim sličajevima i heterotipski. Heterotipski sinonimi su uglavnom navođeni samo kod onih vrsta za koje postoje određeni literaturni nalazi za teritoriju naše zemlje, a da su ih tom prilikom u originalnoj publikaciji autori objavili pod imenom koje se danas vodi kao heterotipski sinonim. Nazivi rodova, vrsta, kao i njihovih sinonima, navođeni su koristeći sledeću literaturu: Komárek i Anagnostidis (1999, 2005), Komárek (2013), kao sajt AlgaeBase (Guiry i Guiry 2016). Pored toga, neki taksoni, u literaturi identifikovani do nivoa varijeteta ili formi (poput *Oscillatoria limosa* f. *typica* Elenkin 1949 i *Spirulina jenniferi* f. *tenuior* Elenkin 1949) prema Elenkin (1949), uključeni su u taksonomski spisak uz napomenu. Taksoni su klasifikovani u više taksonomske kategorije (redove) na osnovu najnovijih prihvaćenih taksonomskih istraživanja (pre svega: Komárek i sar. 2014 i Komárek 2016), a u okviru kojih je za klasifikaciju korišćen polifazni pristup. Vrste koje su isključene iz gore pomenutih publikacija, ili imaju nejasan taksonomski status, nisu uzimane u obzir kada je reč o identifikaciji taksona iz odabranih vodnih tela, analizi zajednica i statističkoj analizi u okviru ovog istraživanja.

3.9.1. Pregled dosadašnjih istraživanja cijanobakterija u vodama koje se dovode u vezu sa vodosnabdevanjem i rekreativnim aktivnostima u Republici Srbiji

Prikupljanje literaturnih podataka je sprovedeno detaljnim pregledom naučne literature objavljene u proteklih 20 godina. Kao polazna osnova, korišćena je opsežna floristička monografija Cvijan i Blaženčić (1996), koja je obuhvatila sve nalaze cijanobakterija zabeležene u Srbiji do 1996. godine. Prilikom navođenja ovakvih zapisa u florističkom spisku (poglavlje 4.1.), vezani nalazi (koji se odnose na isti izvor) su odvajani zarezom (,), dok su posebni odvajani sa „, ; “ . Literaturni podaci iz perioda nakon objavljivanja pomenute florističke monografije sakupljeni su u biblioteci naučnih radova Katedre za algologiju, mikologiju i lihenologiju, Instituta za botaniku i Botaničke bašte „Jevremovac“, u kojoj su hronološki skladištene gotovo sve naučne publikacije iz ove oblasti, a u kojima istraživačko područje obuhvata teritoriju Republike Srbije. Pomenute studije uključuju sledeće kategorije publikovanih istraživanja: radovi objavljeni u međunarodnim časopisima sa SCI liste, odnosno sve radove koji se mogu pretražiti u okviru KoBSON-a (Konzorcijuma biblioteka Srbije za objedinjenu nabavku), zatim radove objavljene u celini ili u vidu abstrakta u okviru domaćih i međunarodnih naučnih skupova, te i doktorske disertacije i magistarske radove. Pregled pomenutih literaturnih podataka vršen je do kraja maja 2017. godine, te uključuje studije koje su do tada objavljene i zavedene u biblioteci Instituta za botaniku. Pretraga vezano za rasprostranjenost cijanobakterija uključila je samo one ekosisteme koji spadaju u slatkovodna staništa koja se koriste u vodosnabdevanju i/ili u rekreativne svrhe, kao što su: jezera, reke, veštačke akumulacije, vlažna staništa, i sl. Osim njih, uključena su i vodna tela koja imaju neposredni uticaj na vode za vodosnabdevanje i rekreaciju, npr. potoci i manje reke koje se ulivaju u akumulacije ili veće reke, ali i vlažna staništa koja su direktno povezana sa velikim rekama (Obedska bara, Carska bara i Zasavica). U određenim slučajevima, zbog oskudnosti istraživačkih radova koji se bave cijanobakterijama za pojedine delove naše zemlje, na tim područjima uzimane su u obzir i neke reke koje se ne ulivaju direktno u vodna tela za vodosnabdevanje i/ili rekreaciju, ali su deo njihovog sliva (poput Rekitske, Stanjanske i Crnovrške reke). Ukupno, obrađeni su zapisi nađenih vrsta cijanobakterija za 86 vodnih tela iz literaturnih nalaza:

- Akumulacija Barje
- Akumulacija Borkovac
- Akumulacija Bovan
- Akumulacija Bubanj
- Reka Begej
- Reka Beljevina
- Reka Bosut
- Reka Čemernica

- Akumulacija Bukulja
- Akumulacija Čelije
- Akumulacija Đerdap
- Akumulacija Garaši
- Akumulacija Gazivode
- Akumulacija Gračanka
- Akumulacija Grlište
- Akumulacija Grošnica
- Akumulacija Gruža
- Akumulacija Krajkovac
- Akumulacija Kruščica
- Akumulacija Međuvršje
- Akumulacija Očaga
- Akumulacija Perućac
- Akumulacija Potpeć
- Akumulacija Provala
- Akumulacija Prvonek
- Akumulacija Sot
- Akumulacija Šumarice
- Akumulacija Uvac (Sjenica)
- Akumulacija Veliki Zaton
- Akumulacija Vrutci
- Akumulacija Zobnatica
- Akumulacija Zvornik
- Aleksandrovačko jezero
- Begečka jama
- Borsko jezero
- Bresnička reka
- Carska bara
- Crnovrška reka
- Golema reka
- Klaićka reka
- Krvavo jezero
- Lipovačka reka
- Ludoško jezero
- Obedska bara
- Paličko jezero
- Radevačka reka
- Reka Banja i Degurički potok
- Reka Drina
- Reka Dunav
- Reka Gradac
- Reka Ibar
- Reka Jablanica
- Reka Jegrička
- Reka Južna Morava
- Reka Kamenica
- Reka Kolubara
- Reka Krivaja
- Reka Lugomir
- Reka Mali Rzav
- Reka Morava
- Reka Obnica
- Reka Pek
- Reka Ponjavica
- Reka Rača
- Reka Rasina
- Reka Sava
- Reka Sitnica
- Reka Srebrenica
- Reka Studva
- Reka Šumadinka
- Reka Tamiš
- Reka Tisa
- Reka Toplica
- Reka Veliki Rzav
- Reka Veternica
- Reka Vlasina
- Reka Vrelo kod Perućca
- Reka Zapadna Morava
- Reka Zlatica
- Rekitska reka
- Samokovska reka
- Savsko jezero
- Stanjanska reka
- Veliko Čenčansko jezero
- Vlasinsko jezero
- Zasavica

Ostala staništa (npr. pećine, terestrična, termalna, mineralna ili zaslanjena staništa) nisu obuhvaćena ovim istraživanjem.

3.9.2. Nalazi zabeleženi u toku ovog istraživanja

Nalazi zabeleženi u okviru eksperimentalnog dela istraživanja predstavljani su tako što se uz sam nalaz navodi i broj pod kojim je uzorak zaveden na Institutu za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanović Batut“ (uzorci koji počinju sa oznakom „BT“) ili u mokroj zbirci Instituta za botaniku i Botaničke bašte „Jevremovac“ (uzorci koji počinju sa oznakom „BB“). Budući da se brojevi pod kojim se uzorci zavode na IZJZS „Dr Milan Jovanović Batut“ revidiraju svake godine, poslednje 4 cifre (npr. BT44182015) se odnose na godinu uzorkovanja i analize. Imajući u vidu da se uzorci za kvalitativnu analizu na nekom lokalitetu ne zavode posebno, oznaka „+“ na kraju zavedenog broja

odnosi se na nalaz iz uzorka uzetog isključivo za kvalitativnu, a ne za kvantitativnu analizu. Za uzorke rađene 2014. godine na Savskom jezeru, zatim Palićkom, Ludoškom i Krvavom jezeru, korišćen je broj pod kojim su ovi uzorci zavedeni u zbirci Instituta za botaniku.

Napomena: Uzorci iz akumulacije Pariguz (Resničko jezero), uzeti za potrebe ekotoksikološkog istraživanja sprovedenog 2017. godine, zavedeni su interno sledećim oznakama (prema hronološkom redu): *IBP02171, *IBP02172, *IBP03171, *IBP03172, *IBP04171, *IBP04172, *IBP05171, *IBP05172, *IBP06171, *IBP06172, *IBP07171, *IBP07172, *IBP08171, *IBP08172, *IBP10171, *IBP10172, *IBP11171, *IBP11172.

Svi uzorci, zajedno sa oznakama pod kojim su zavedeni, predstavljeni su u Prilogu 1. Mikrofotografije odabranih predstavnika cijanobakterija, zabeleženih mikroskopskim analizama tokom istraživanja, prikazane su u Prilogu 2. Tom prilikom, korišćene su mikrofotografije slikane na uveličanju 1000x (za koje je korišćen bar veličine 10 μm), 630x, 400x (bar veličine 20 μm) i 200x (bar veličine 50 μm).

3.10. Statistička obrada podataka

Kako bi se sagledao odnos taksona cijanobakterija i algi grupisanih u razdele i grupa cijanobakterija, ali i odnos pojedinačnih taksona cijanobakterija sa sredinskim varijablama posebno za svako ispitivano vodno telo (Savsko, Resničko jezero i Dunav), korišćen je program Canoco 5 (Ter Braak i Šmilauer 2012).

Za potrebe analiza koje su uključivale celu zajednicu cijanobakterija i algi, u program je, posebno za svako vodno telo prvo uneta baza podataka sa svim dokumentovanim taksonima (u zavisnosti od vodnog tela, korišćen je ili broj ćelija cijanobakterija i algi ili njihova biomasa). Pored ove baze, u program je uneta i baza koja sadrži i sve sredinske varijable koje će u analizama biti korišćene kao eksplanatorne ili suplementarne. Nakon unosa podataka, opcijom „trait averages“ taksoni algi su grupisani u razdele, a taksoni cijanobakterija u odgovarajuće grupe, odnosno redove, prema novoj klasifikaciji. Ova novoformirana baza sa razdelima algi i redovima cijanobakterija korišćena je u daljim analizama u odnosu na sredinske eksplanatorne i suplementarne varijable. Fizičko-hemijske karakteristike vode korišćene su kao eksplanatorne varijable i u analize su uključene samo one koje su pokazale značajnost, odnosno one koje su izdvojene opcijom „Interactive forward selection“. Pojedine varijable koje nisu predstavljale fizičko-hemijske karakteristike vode, uključene su kao suplementarne Chl *a* i klimatski parametri (insolacija, oblačnost, padavine, vetar i temperatura vazduha) kod Savskog jezera, Chl *a* i mikrocistini (MCs, MC-LR, MC-RR i MC-YR) kod Resničkog jezera, dok kod Dunava suplementarne varijable nisu korišćene. Za predstavljanje rezultata korišćena je analiza redundantnosti (RDA).

Za svako vodno telo posebno su rađene i analize koje su podrazumevale sagledavanje odnosa pojedinačnih taksona cijanobakterija i sredinskih varijabli. Značajne eksplanatorne varijable su birane na isti način kao što je opisano iznad, pomoću opcije „Interactive forward selection“, a takođe su uključene i suplementarne (sedmice uzorkovanja, Chl *a* i pomenuti klimatski parametri kod Savskog jezera, meseci uzorkovanja, Chl *a* i mikrocistini kod Resničkog jezera, sezone i godine uzorkovanja kod Dunava). Na dijagramima je predstavljeno 5 (Savsko i Resničko jezero) ili 10 najbolje fitovanih taksona (Dunav). Za predstavljanje rezultata korišćene su analiza redundantnosti (RDA) – Savsko i Resničko jezero i kanonijska korespodentna analiza (CCA) – Dunav.

Posebnim grafikonom („Response Curve“) predstavljen je odnos vrednosti mikrocistina (pojedinačnih i ukupnih) koji su detektovani u Resničkom jezeru i temperature vode.

Teba napomenuti da, zbog ograničenih sredstava, kao i zbog dužine perioda tokom koga se protezao istraživački rad vezano za deo teze koji se odnosi na ispitivanje godišnje dinamike cijanobakterija, nije bilo moguće obezbediti analizu velikog broja hemijskih parametara za reku Dunav, te je ona svedena samo na neke osnovne, koji su predstavljeni u poglavlju 4.4.1. Međutim, za statističke analize predstavljene u poglavlju 4.4.4. korišćeni su dodatni izvori, odnosno podaci objavljeni od strane Agencije za zaštitu životne sredine u okviru publikacija „Rezultati ispitivanja kvaliteta površinskih i podzemnih voda“ za period 2013-2016. godine (Denić i sar. 2014; 2015; 2017a; 2017b), za tačku uzorkovanja u Zemunu.

4. REZULTATI

4. 1. Floristički spisak cijanobakterija detektovanih u vodama koje se koriste za vodosnabdevanje i rekreaciju u Republici Srbiji

U toku ovog istraživanja, mikroskopskom analizom je pregledano ukupno 503 uzorka vode uzeta sa 35 odabranih vodnih tela koje se koriste za vodosnabdevanje i rekreaciju. Osim toga, u biblioteci Katedre za algologiju, mikologiju i lihenologiju Instituta za botaniku i Botaničke baste „Jevremovac“, pregledani su nalazi cijanobakterija publikovani do kraja maja 2017. godine, a koji se tiču voda koje su u fokusu ovog istraživanja. Pored nalaza koji su objavljeni u monografiji Cvijan i Blaženčić (1996), uključeni su i nalazi ukupno 119 publikacija različitog tipa (međunarodni radovi sa SCI liste, radovi u domaćim časopisima, saopštenja sa međunarodnih naučnih konferencija, itd.) koje se odnose na rasprostranjenje vrsta cijanobakterija prisutnih u vodnim telima namenjenim ljudskoj upotrebi.

Na osnovu sumiranih rezultata dobijenih analizom uzoraka sa odabranih lokaliteta, kao i pregledom već publikovanih istraživanja, zabeleženo je ukupno 328 taksona cijanobakterija u vodama koje su od značaja za vodosnabdevanje i rekreaciju u Republici Srbiji (Tabela 4.1.). Prema novoj taksonomskoj klasifikaciji (Komárek i sar. 2014), oni se mogu svrstati u ukupno 84 roda, 28 familija i 8 redova. Treba naglasiti da je 154 taksona zabeleženo u okviru literaturnih nalaza objavljenih u flori cijanobakterija (Cvijan i Blaženčić 1996), te da je kroz kasnija naučna istraživanja (uključujući i ovo istraživanje) ovaj broj gotovo dupliran. Takođe, značajno je i to da je među pomenutim taksonima 77 potencijalno toksičnih i 9 invazivnih. U toku perioda istraživanja, mikroskopskim analizama utvrđeno je prisustvo ukupno 148 taksona, među kojima su i novi nalazi za ispitivanu grupu vodnih tela u Srbiji (ukupno 30, od kojih su 10 pikocijanobakterije), a koji su posebno označeni u tabeli ispod. Taksoni koji su identifikovani sa oznakom „cf.“ nisu uzimani u obzir kao novi nalazi. U uzorcima bentosne zajednice nađeno je ukupno 44 taksona. Međutim, neophodno je naglasiti da među njima ima i vrsta planktonske forme, koje su se iztaložile na samom dnu.

Tabela 4.1. Spisak svih taksona cijanobakterija zabeleženih u vodnim telima namenjenim za ljudsku upotrebu do maja 2017. Klasifikacija taksona obavljena je prema Komárek i sar. (2014). Rodovi *Potamolinea* (Martins i Branco 2016) i *Heteroscytonema* (Sendall i McGregor 2018), koji nisu na spisku Komárek i sar. (2014), itegrisani su u tabelu u skladu sa familijom kojoj pripadaju. Više taksonomske kategorije su osenčene, pri čemu su redovi označeni rimskim brojem. Za redove kod kojih nije zabeležen nijedan takson naznačeno je „n.d.“ (nije detektovano). Taksoni čiji su nazivi podvučeni predstavljaju nalaze koji su detektovani mikroskopskim analizama uzoraka sa odabranih vodnih tela u toku ovog istraživanja. Taksoni koji su, tom prilikom, prvi put zabeleženi za posmatranu grupu voda označeni su zvezdicom na početku punog imena (*).

I Gloeobacterales

Fam. Gloeobacteraceae

n.d.

II Synechococcales

Fam. Synechococcaceae

Rod: *Anathece* Komárek et al. 2011

Anathece spp.

Anathece bachmannii (Komárek & Cronberg) Komárek, Kastovsky & Jezberová 2011

Anathece clathrata (W.West & G.S.West) Komárek, Kastovsky & Jezberová 2011

Anathece minutissima (West) Komárek, Kastovsky & Jezberová 2011

**Anathece smithii* (Komárková-Legnerová & Cronberg) Komárek, Kastovsky & Jezberová 2011

Rod: *Cyanobium* Rippka et Cohen-Bazire 1983

Cyanobium plancticum (G.Drews, H.Prauser & D.Uhlmann) Komárek, Kopecky & Cepák 1999

Rod: **Cyanodictyon* Pascher 1914

Cyanodictyon A.Pascher spp.

Rod: **Lemmermanniella* Geitler 1942

Lemmermanniella parva Hindák 1985

Rod: *Rhabdoderma* Schmidle et Lauterborn 1900

Rhabdoderma lineare Schmidle & Lauterborn 1900

Rhabdoderma vermiculare Fott 1952*

Rod: *Synechococcus* Nägeli 1849

Synechococcus C.Nägeli sp.

Synechococcus elongatus (Nägeli) Nägeli 1849

Synechococcus lividus J.J.Copeland 1936

Synechococcus sigmoideus (G.T.Moore & N.Carter) Komárek 1970

Fam. Merismopediaceae

Rod: *Aphanocapsa* Nägeli 1849

Aphanocapsa Nägeli spp.

- Aphanocapsa conferta* (West & G.S.West) Komárková-Legnerová & Cronberg 1994
Aphanocapsa delicatissima West & G.S.West 1912
Aphanocapsa elachista West & G.S.West 1894
Aphanocapsa grevillei (Berkeley) Rabenhorst 1865
Aphanocapsa holsatica (Lemmermann) G.Cronberg & Komárek 1994
Aphanocapsa incerta (Lemmermann) G.Cronberg & Komárek 1994
Aphanocapsa muscicola (Meneghini) Wille 1919
Aphanocapsa nubilum Komárek et Kling 1991
Aphanocapsa cf. *parasitica* (Kützing) Komárek & Anagnostidis 1995
Aphanocapsa parietina (Nägeli ex Kützing) Nägeli 1849
**Aphanocapsa planctonica* (G.M.Smith) Komárek & Anagnostidis 1995
**Aphanocapsa rivularis* (Carmichael) Rabenhorst 1865
- Rod: **Eucapsis* Clements et Shantz 1909
Eucapsis microscopica (Komárková-Legnerová & G.Cronberg) Komárek & Hindák 2016
- Rod: *Limnococcus* Komárková et al. 2010
Limnococcus limneticus (Lemmermann) Komárková, Jezberová, O.Komárek & Zapomelová 2010
- Rod: *Merismopedia* Meyen 1839
Merismopedia F.J.F.Meyen spp.
Merismopedia elegans A.Braun ex Kützing 1849
Merismopedia glauca (Ehrenberg) Kützing 1845
Merismopedia hyalina (Ehrenberg) Kützing 1845
Merismopedia minima G.Beck 1897
Merismopedia punctata Meyen 1839
Merismopedia tenuissima Lemmermann 1898
Merismopedia cf. *trolleri* Bachmann 1920
- Rod: *Microcrocis* Richter 1882
Microcrocis P.G.Richter sp.
Microcrocis geminata (Lagerheim) Geitler 1942
- Rod: *Pannus* Hickel 1991
Pannus planus Hindák 1993
- Rod: *Synechocystis* Sauvageau 1892
Synechocystis C.Sauvageau spp.
Synechocystis aquatilis Sauvageau 1892
- Fam. Coelosphaeriaceae
 Rod: *Coelomoron* Buell 1938

- Coelomoron pusillum* (Van Goor) Komárek 1988
- Rod: *Coelosphaerium* Nägeli 1849
- Coelosphaerium* Nägeli sp.
- **Coelosphaerium aerugineum* Lemmermann 1898
- Coelosphaerium dubium* Grunow in Rabenhorst 1865
- Coelosphaerium kuetzingianum* Nägeli 1849
- Rod: *Snowella* Elenkin 1938
- Snowella* Elenkin sp.
- **Snowella atomus* Komárek & Hindák 1988
- Snowella lacustris* (Chodat) Komárek & Hindák 1988
- Snowella litoralis* (Häyrén) Komárek & Hindák 1988
- **Snowella septentrionalis* Komárek & Hindák 1988
- Rod: *Woronichinia* Elenkin 1933
- Woronichinia* A.A.Elenkin sp.
- Woronichinia* cf. *fusca* (Skuja) Komárek & Hindák 1988
- Woronichinia compacta* (Lemmermann) Komárek & Hindák 1988
- Woronichinia naegeliana* (Unger) Elenkin 1933
- Woronichinia ruzickae* Komárek & Hindák 1988
- Fam. Chamaesiphonaceae
- Rod: *Chamaesiphon* A. Braun et Grunow 1865
- Chamaesiphon carpaticus* Starmach 1929
- Chamaesiphon confervicola* A.Braun 1864
- Chamaesiphon cylindrosporus* Skuja 1948
- Chamaesiphon incrustans* Grunow 1865
- Chamaesiphon polonicus* (Rostafinski) Hansgirg 1893
- Chamaesiphon polymorphus* Geitler 1925
- Rod: *Clastidium* Kirchner 1880
- Clastidium setigerum* O.Kirchner 1880
- Fam. Romeriaceae
- Rod: *Romeria* Koczwara in Geitler 1932
- Romeria elegans* (Woloszynska) Geitler 1932
- Romeria leopoliensis* (Raciborski) Koczwara 1932
- Fam. Pseudanabaenaceae
- Rod: *Jaaginema* Anagnostidis et Komárek 1988
- Jaaginema* K.Anagnostidis & J.Komárek spp.
- Jaaginema* cf. *gracile* (Böcher) Anagnostidis & Komárek 1988

- Jaaginema cf. quadripunctulatum* (Brühl & Biswas) Anagnostidis & Komárek 1988
Jaaginema geminatum (Schwabe ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988
Jaaginema metaphyticum Komárek in Anagnostidis & Komárek 1988
Jaaginema subtilissimum (Kützing ex Forti) Anagnostidis & Komárek 1988
- Rod: *Komvophoron* subg. *Alyssophoron* Anagnostidis et Komárek 1988
Komvophoron minutum (Skuja) Anagnostidis & Komárek 1988
- Rod: *Limnothrix* Meffert 1988
Limnothrix M.-E.Meffert spp.
Limnothrix guttulata (Goor) I.Umezaki & M.Watanabe 1994
**Limnothrix lauterbornii* (Schmidle) Anagnostidis 2001
**Limnothrix obliqueacuminata* (Skuja) Meffert 1988
Limnothrix planctonica (Woloszynska) Meffert 1988
Limnothrix redekei (Goor) Meffert 1988
- Rod: *Pseudanabaena* Lauterborn 1915
Pseudanabaena Lauterborn spp.
Pseudanabaena articulata Sjuca 1948
Pseudanabaena biceps Böcher 1946
Pseudanabaena catenata Lauterborn 1915
**Pseudanabaena contorta* Kling & Watson 2003
Pseudanabaena cf. minima (G.S.An) Anagnostidis 2001
Pseudanabaena cf. mucicola (Naumann & Huber-Pestalozzi) Schwabe 1964
Pseudanabaena galeata Böcher 1949
Pseudanabaena limnetica (Lemmermann) Komárek 1974
Pseudanabaena papillaterminata (Kiselev) Kukk 1959
- Fam. Leptolyngbyaceae
- Rod: *Leibleinia* (Gomont) Hoffmann 1985
Leibleinia epiphytica (Hieronymus) Compère 1985
- Rod: *Leptolyngbya* Anagnostidis et Komárek 1988
Leptolyngbya Anagnostidis & Komárek spp.
Leptolyngbya angustissima (West & G.S.West) Anagnostidis & Komárek 1988
Leptolyngbya boryana (Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988
Leptolyngbya fontana (Hansgirg) Komárek 2001
Leptolyngbya foveolarum (Rabenhorst ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988
Leptolyngbya laminosa (Gomont ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988
Leptolyngbya lurida (Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988

- *Leptolyngbya nostocorum (Bornet ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988
- *Leptolyngbya notata (Schmidle) Anagnostidis & Komárek 1988
- Leptolyngbya cf. ochracea (Thuret ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988
- *Leptolyngbya perforans (Geitler) Anagnostidis & Komárek 1988
- Leptolyngbya subtilis (West) Anagnostidis 2001
- Leptolyngbya tenuis (Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988
- Leptolyngbya valderiana (Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988
- Rod: Phormidesmis Turicchia et al. 2009
- Phormidesmis molle (Gomont) Turicchia, Ventura, Komárková & Komárek 2009
- Rod: Planktolyngbya Anagnostidis et Komárek 1988
- Planktolyngbya Anagnostidis & Komárek spp.
- Planktolyngbya cf. limnetica (Lemmermann) Komárková-Legnerová & Cronberg 1993
- *Planktolyngbya contorta (Lemmermann) Anagnostidis & Komárek 1988
- Planktolyngbya limnetica (Lemmermann) Komárková-Legnerová & Cronberg 1992
- Fam. Heteroleibleiniaceae
- Rod: Heteroleibleinia (Geitler) Hoffmann 1985
- Heteroleibleinia kuetzingii (Schmidle) Compère 1985
- Heteroleibleinia purpurascens (Hansgirg ex Hansgirg) Anagnostidis & Komárek 1988
- *Heteroleibleinia ucrainica (Schirschoff) Anagnostidis & Komárek 1988
- Rod: Tapinothrix Sauvageau 1892
- Tapinothrix Sauvageau sp.
- Tapinothrix janthina (Bornet & Flahault) Bohunická & J.R.Johansen 2011
- *Tapinothrix varians (Geitler) Bohunická & J.R.Johansen in Bohunická, J.R.Johansen & Fuciková 2011
- Fam. Schizotrichaceae
- Rod: Schizothrix Kützing ex Gomont 1892
- Schizothrix Kützing ex M.Gomont spp.
- Schizothrix lacustris A.Braun ex Gomont 1892
- Schizothrix vaginata Gomont 1892
- III Spirulinales**
- Fam. Spirulinaceae
- Rod: Glaucospira Lagerheim 1892
- Glaucospira G.Lagerheim sp.
- Glaucospira laxissima (G.S.West) Simic, Komárek & Đorđević 2014
- Rod: Spirulina Turpin ex Gomont 1892

Spirulina Turpin ex Gomont spp.
Spirulina abbreviata Lemmermann 1895
Spirulina corakiana Playfair 1914
Spirulina jenneri f. *tenuior* (Hansgirg) Elenkin 1949
Spirulina laxa G.M.Smith 1916
Spirulina major Kützing ex Gomont 1892
Spirulina subtilissima Kützing ex Gomont 1892

IV Chroococcales

Fam. Microcystaceae

Rod: *Microcystis* Kützing ex Lemmermann 1907

Microcystis Kützing ex Lemmermann spp.
Microcystis aeruginosa (Kützing) Kützing 1846
Microcystis firma (Kützing) Schmidle 1902
Microcystis flos-aquae (Wittrock) Kirchner 1898
**Microcystis ichthyoblabe* (G.Kunze) Kützing 1843
Microcystis marginata (Meneghini) Kützing 1846
Microcystis novacekii (Komárek) Compère 1974
Microcystis smithii Komárek & Anagnostidis 1995
Microcystis viridis (A.Braun) Lemmermann 1903
Microcystis wesenbergii (Komárek) Komárek ex Komárek 2006

Fam. Aphanothecaceae

Rod: *Aphanothece* Nägeli 1849

Aphanothece C.Nägeli spp.
Aphanothece castagnei (Kützing) Rabenhorst 1865
Aphanothece elabens (Brébisson ex Meneghini) Elenkin 1938
**Aphanothece stagnina* (Sprengel) A.Braun 1863

Fam. Gomphosphaeriaceae

Rod: *Gomphosphaeria* Kützing 1836

Gomphosphaeria Kützing spp.
Gomphosphaeria aponina Kützing 1836
Gomphosphaeria cordiformis (Wille) Hansgirg 1886

Fam. Chroococcaceae

Rod: *Chroococcus* Nägeli 1849

Chroococcus Nägeli spp.
Chroococcus dispersus (Keissler) Lemmermann 1904
**Chroococcus distans* (G.M.Smith) Komárková-Legnerová & Cronberg 1994

Chroococcus helveticus Nägeli 1849

Chroococcus minimus (Keissler) Lemmermann 1904

Chroococcus minor (Kützing) Nägeli 1849

Chroococcus minutus (Kützing) Nägeli 1849

**Chroococcus planctonicus* Bethge 1935

Chroococcus subnudus (Hansgirg) G.Cronberg & J.Komárek 1994

Chroococcus turgidus (Kützing) Nägeli 1849

Rod: **Cyanosarcina* Kováčik 1988

**Cyanosarcina* L.Kováčik sp.

**Cyanosarcina chroococcoides* (Geitler) Kováčik 1988

Rod: **Cyanostylon* Geitler 1928

**Cyanostylon* L.Geitler sp.

**Cyanostylon ovoideum* Skuja 1964

Rod: *Gloeocapsa* Kützing 1843

Gloeocapsa Kützing sp.

Gloeocapsa bituminosa (Bory) Kützing 1849

Gloeocapsa punctata Nägeli 1849

Gloeocapsa sanguinea (C.Agardh) Kützing 1843

Rod: *Gloeocapsopsis* Geitler ex Komárek 1993

Gloeocapsopsis crepidinum (Thuret) Geitler ex Komárek 1993

V Pleurocapsales

Fam. Hydrococcaceae

Rod: *Hydrococcus* Kützing 1833

Hydrococcus rivularis Kützing 1833

Fam. Hyellaceae

Rod: *Chroococcopsis* Geitler 1925

Chroococcopsis epiphytica Geitler 1980

Rod: *Pleurocapsa* Thuret in Hauck 1885

Pleurocapsa aurantiaca Geitler 1931

Pleurocapsa minor Hansgirg 1891

VI Chroococciopsidales

Fam. Chroococciopsidaceae

n.d.

VII Oscillatoriales

Fam. Cyanothecaceae

Rod: *Cyanothece* Komárek 1976

Cyanothece Komárek sp.

Cyanothece aeruginosa (Nägeli) Komárek 1976

Fam. Coleofasciculaceae

Rod: *Anagnostidinema* Strunecký et al. 2017

Anagnostidinema Strunecký sp.

Anagnostidinema acutissimum (Kufferath) Strunecký, Bohunická, J.R.Johansen & J.Komárek 2017

Anagnostidinema amphibium (C.Agardh ex Gomont) Strunecký, Bohunická, J.R.Johansen & J.Komárek 2017

Anagnostidinema ionicum (Skuja) Strunecky 2017

Anagnostidinema cf. *ionicum* (Skuja) Strunecky 2017

Rod: *Geitlerinema* Anagnostidis 1989

Geitlerinema (Anagnostidis & Komárek) Anagnostidis sp.

Geitlerinema splendidum (Greville ex Gomont) Anagnostidis 1989

Fam. Microcoleaceae

Rod: *Arthrospira* Stizenberger ex Gomont 1892

Arthrospira jenneri Stizenberger ex Gomont 1892

Arthrospira maxima Setchell & N.L.Gardner 1917

Arthrospira platensis Gomont 1892

Rod: *Johanseninema* Hašler et al. 2014

Johanseninema constrictum (Szafer) Hasler, Dvůrák & Poulíčková 2014

Rod: *Kamptonema* Strunecký et al. 2014

Kamptonema formosum (Bory ex Gomont) Strunecký, Komárek & J.Smarda 2014

Kamptonema okenii (C.Agardh ex Gomont) Strunecký, Komárek & J.Smarda 2014

Rod: *Microcoleus* Desmazières ex Gomont 1892

Microcoleus amoenus (Gomont) Strunecky, Komárek & J.R.Johansen 2013

Microcoleus attenuatus (Fritsch) Strunecky, Komárek & J.R.Johansen 2013

Microcoleus autumnalis (Gomont) Strunecky, Komárek & J.R.Johansen 2013

Microcoleus caucasicus (Elenkin & Kosinskaja) Strunecky, Komárek & J.R.Johansen 2013

**Microcoleus fonticola* (Kirchner ex Hansgirg) Strunecky, Komárek & J.R.Johansen 2013

Rod: *Oxynema* Chatchawan et al. 2012

Oxynema acuminatum (Gomont) Chatchawan, Komárek, Strunecky, Smarda & Peerapornpisal 2012

Rod: *Planktothrix* Anagnostidis et Komárek 1988

Planktothrix K.Anagnostidis & J.Komárek spp.

Planktothrix agardhii (Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988

- Planktothrix cf. agardhii* (Gomont) Anagnostidis & Komárek 1989
Planktothrix isothrix (Skuja) Komárek & Komárková 2004
Planktothrix prolifica (Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988
Planktothrix rubescens (De Candolle ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988
- Rod: *Porphyrosiphon* Kützing ex Gomont 1892
Porphyrosiphon versicolor (Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988
- Rod: *Symplocastrum* (Gomont) Kirchner 1898
Symplocastrum muelleri (Nägeli ex Gomont) Anagnostidis 2001
- Rod: *Trichodesmium* Ehrenberg ex Gomont 1892
Trichodesmium lacustre Klebahn 1895
- Rod: *Tychonema* Anagnostidis et Komárek 1988
Tychonema bornetii (Zukal) Anagnostidis & Komárek 1988
- Fam. Homoeotrichaceae
- Rod: *Homoeothrix* (Thuret) Kirchner 1898
Homoeothrix (Thuret ex Bornet & Flahault) Kirchner sp.
- Fam. Oscillatoriaceae
- Rod: *Limnoraphis* Komárek et al. 2013
Limnoraphis cryptovaginata (Shkorbatov) J.Komárek, E.Zapomelová, J.Smarda, J.Kopecky, E.Rejmánková, J.Woodhouse, B.A.Neilan & J.Komárková 2013
- Rod: *Lyngbya* C. Agardh ex Gomont 1892
Lyngbya C.Agardh ex Gomont spp.
Lyngbya aestuarii Liebman ex Gomont 1892
Lyngbya joanniana (Kützing ex Gomont) Hansgirg 1892
Lyngbya major Meneghini ex Gomont 1892
Lyngbya martensiana Meneghini ex Gomont 1892
Lyngbya martensiana f. *tenuivaginata* Gomont ex Forti 1907
Lyngbya spirulinoides Gomont ex Gomont 1892
- Rod: *Oscillatoria* Vaucher ex Gomont 1892
Oscillatoria Vaucher ex Gomont spp.
Oscillatoria anguina Bory ex Gomont 1892
Oscillatoria annae Van Goor 1918
Oscillatoria chlorina f. *perchlorina* (Lauterborn) Elenkin 1949
Oscillatoria curviceps C.Agardh ex Gomont 1892
Oscillatoria fragilis Böcher 1949
Oscillatoria limosa C.Agardh ex Gomont 1892

Oscillatoria limosa f. *disperso-granulata* (Schkorbatov) Elenkin 1949
Oscillatoria limosa f. *laete-aeruginosa* (Kützing) Elenkin 1949
Oscillatoria limosa f. *phormidioides* (Rabenhorst) Elenkin 1950
Oscillatoria limosa f. *typica* Elenkin 1949
Oscillatoria major Vaucher ex Forti 1907
Oscillatoria mougeotii (Kützing) Forti 1907
Oscillatoria nitida Schkorbatov [Škorbatov] 1923
Oscillatoria ornata Kützing ex Gomont 1892
Oscillatoria princeps Vaucher ex Gomont 1892
Oscillatoria proboscidea Gomont 1892
Oscillatoria putrida Schmidle 1901
Oscillatoria sancta Kützing ex Gomont 1892
Oscillatoria simplicissima Gomont 1892
Oscillatoria subbrevis Schmidle 1901
Oscillatoria tenuis C.Agardh ex Gomont 1892
Oscillatoria terebriformis f. *tenuis* (Woronichin) Poljansky 1953

Rod: *Phormidium* Kützing ex Gomont 1892

Phormidium Kützing ex Gomont spp.
Phormidium ambiguum Gomont 1892
Phormidium boryanum (Bory ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988
Phormidium boryanum Kützing sensu Stramach 1966
Phormidium breve (Kützing ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988
Phormidium chalybeum (Mertens ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988
Phormidium chlorinum (Kützing ex Gomont) Umezaki & Watanabe 1994
Phormidium corium Gomont ex Gomont 1892
Phormidium deflexoides (Elenkin & Kossinskaja) Anagnostidis & Komárek 1988
Phormidium favosum Gomont 1892
Phormidium granulatum (N.L.Gardner) Anagnostidis 2001
Phormidium grunowianum (Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988
Phormidium incrustatum Gomont ex Gomont 1892
Phormidium ingricum (Woronichin) Anagnostidis & Komárek 1988
**Phormidium interruptum* Kützing ex Forti 1907
Phormidium inundatum Kützing ex Gomont 1892
Phormidium irriguum (Kützing ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988
Phormidium jadinianum Gomont 1893
Phormidium jenkelianum G.Schmid 1914

Phormidium nigrum (Vaucher ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988

Phormidium papyraceum Gomont ex Gomont 1892

Phormidium puteale (Montagne ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988

Phormidium retzii Kützing ex Gomont 1893

Phormidium cf. *retzii* Kützing ex Gomont 1892

Phormidium subfuscum Kützing ex Gomont 1892

Phormidium terebriforme (C.Agardh ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988

Phormidium tergestinum (Kützing) Anagnostidis & Komárek 1988

Phormidium tinctorium Kützing ex Gomont 1892

Phormidium uncinatum Gomont ex Gomont 1892

Rod: *Plectonema* Thuret ex Gomont 1892

Plectonema tomasinianum Bornet ex Gomont 1893

Rod: *Potamolinea* M.D.Martins & L.H.Z.Branco 2016

Potamolinea aerugineo-caerulea (Gomont) M.D.Martins & L.H.Z.Branco 2016

Fam. Gomontiellaceae

Rod: *Komvophoron* Anagnostidis et Komárek 1988

Komvophoron K.Anagnostidis & J.Komárek spp.

Komvophoron crassum (Vozzhennikova) Anagnostidis & Komárek 1988

**Komvophoron skujae* Anagnostidis & Komárek 2001

VIII Nostocales

Fam. Scytonemataceae

Rod: *Heteroscytonema* G.B.McGregor & Sendall 2018

Heteroscytonema crispum (Bornet ex De Toni) G.B.McGregor & Sendall 2018

Rod: *Scytonema* Agardh ex Bornet et Flahault 1887

Scytonema hofmannii C.Agardh ex Bornet & Flahault 1886

Scytonema ocellatum Lyngbye ex Bornet & Flahault 1886

Scytonema rivulare Borzi ex Bornet & Flahault 1886

Fam. Rivulariaceae

Rod: *Calothrix* Agardh ex Bornet et Flahault 1886

Calothrix C.Agardh ex Bornet & Flahault sp.

Calothrix fusca Bornet & Flahault 1886

Calothrix elenkinii Kossinskaja 1924

Calothrix parietina Thuret ex Bornet & Flahault 1886

Calothrix pulvinata C.Agardh ex Bornet & Flahault 1886

Rod: *Rivularia* C. A. Agardh ex Bornet et Flahault 1886

Rivularia C.Agardh ex Bornet & Flahault spp.

Rivularia dura Roth ex Bornet & Flahault 1886

Rivularia haematites C.Agardh ex Bornet & Flahault 1886

Fam. Tolypothrichaceae

Rod: *Tolypothrix* Kützing ex Bornet et Flahault 1887

Tolypothrix distorta Kützing ex Bornet & Flahault 1886

Tolypothrix tenuis Kützing ex Bornet & Flahault 1886

Fam. Gloeotrichiaceae

Rod: *Gloeotrichia* J. Agardh ex Bornet et Flahault 1886

Gloeotrichia J.Agardh ex Bornet & Flahault spp.

Gloeotrichia echinulata P.G.Richter 1894

Gloeotrichia natans Rabenhorst ex Bornet & Flahault 1886

Fam. Aphanizomenonaceae

Rod: *Anabaenopsis* (Woloszyńska) Miller 1923

Anabaenopsis V.V.Miller sp.

Anabaenopsis circularis (G.S.West) Woloszynska & V.Miller 1923

Anabaenopsis cunningtonii W.R.Taylor 1932

Anabaenopsis elenkinii V.V.Miller 1923

Anabaenopsis cf. nadsonii Woronichin 1929

Anabaenopsis raciborskii Woloszynska 1912

Rod: *Aphanizomenon* Morren ex Bornet et Flahault 1888

Aphanizomenon A.Morren ex É.Bornet & C.Flahault spp.

Aphanizomenon flos-aquae Ralfs ex Bornet & Flahault 1886

Aphanizomenon gracile Lemmermann 1907

**Aphanizomenon hungaricum* Komárková-Legnerová & Mátyás 1995

Aphanizomenon klebahnii Elenkin ex Pechar 2008

Rod: *Chryso sporum* Zapomělová et al. 2012

Chryso sporum bergii (Ostenfeld) E.Zapomelová, O.Skácelová, P.Pumann, R.Kopp & E.Janecek 2012

Chryso sporum minor (Kiselev) Komárek 2012

Rod: *Cuspidothrix* Rajaniemi et al. 2005

Cuspidothrix issatschenkoi (Usachev) P.Rajaniemi, Komárek, R.Willame, P.Hrouzek, K.Kastovská, L.Hoffmann & K.Sivonen 2005

Cuspidothrix ussaczevii (Proshkina-Lavrenko) P.Rajaniemi, J.Komárek, R.Willame, P.Hrouzek, K.Kastovská, L.Hoffmann & K.Sivonen 2005

Rod: *Cylindrospermopsis* Seenayya et Subba Raju 1972

Cylindrospermopsis raciborskii (Woloszynska) Seenayya & Subba Raju 1972

Rod: *Dolichospermum* (Ralfs) Wacklin et al. 2009

Dolichospermum (Ralfs ex Bornet & Flahault) P.Wacklin, L.Hoffmann &

J.Komárek spp.

Dolichospermum affine (Lemmermann) Wacklin, L.Hoffmann & Komárek 2009

Dolichospermum circinale (Rabenhorst ex Bornet & Flahault) P.Wacklin, L.Hoffmann & J.Komárek 2009

Dolichospermum flos-aquae (Brébisson ex Bornet & Flahault) P.Wacklin, L.Hoffmann & J.Komárek 2009

Dolichospermum lemmermannii (Richter) P.Wacklin, L.Hoffmann & J.Komárek 2009

Dolichospermum macrosporum (Klebhan) Wacklin, L.Hoffmann & Komárek 2009

Dolichospermum mucosum (Komárková-Legnerová & Eloranta) Wacklin, L.Hoffmann & Komárek 2009

Dolichospermum planctonicum (Brunnthaler) Wacklin, L.Hoffmann & Komárek 2009

Dolichospermum sigmoideum (Nygaard) Wacklin, L.Hoffmann & Komárek 2009

Dolichospermum smithii (Komárek) Wacklin, L.Hoffmann & Komárek 2009

Dolichospermum solitarium (Klebhan) Wacklin, L.Hoffmann & Komárek 2009

Dolichospermum spiroides (Klebhan) Wacklin, L.Hoffmann & Komárek 2009

Dolichospermum viguieri (Denis & Frémy) Wacklin, L.Hoffmann & Komárek 2009

Rod: *Nodularia* Mertens in Jürgens ex Bornet et Flahault 1888

Nodularia Mertens ex Bornet & Flahault sp.

Nodularia harveyana Thuret ex Bornet & Flahault 1886

Nodularia spumigena Mertens ex Bornet & Flahault 1888

Rod: *Raphidiopsis* Fritsch et Rich 1929

Raphidiopsis mediterranea Skuja 1937

Rod: *Sphaerospermopsis* Zapomělová et al. 2010

Sphaerospermopsis aphanizomenoides (Forti) Zapomelová, Jezberová, Hrouzek, Hisem, Reháková & Komárková 2010

Fam. Nostocaceae

Rod: *Anabaena* Bory ex Bornet et Flahault 1886

Anabaena Bory ex Bornet & Flahault spp.

Anabaena lapponica Borge 1913

Anabaena oscillarioides Bory ex Bornet & Flahault 1886

Rod: *Cronbergia* J.Komárek, E.Zapomelová & F.Hindák 2010

**Cronbergia paucicellularis* Komárek, Zapomelová & Hindák 2010

Rod: *Cylindrospermum* Kützing ex Bornet et Flahault 1888

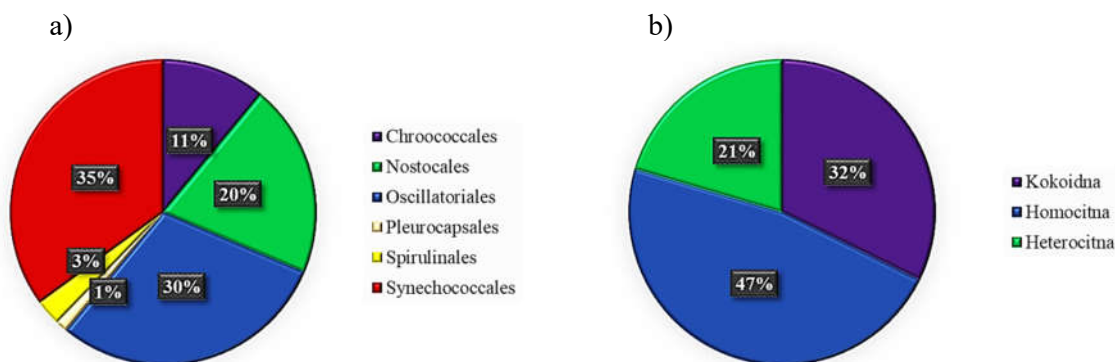
Cylindrospermum stagnale Bornet & Flahault 1886

Rod: *Isocystis* Boržě ex Bornet et Flahault 1888

Isocystis infusiona Borzì ex Bornet & Flahault 1886

Isocystis planctonica Starmach 1962Rod: *Nostoc* Vaucher ex Bornet & Flahault 1888*Nostoc* Vaucher ex Bornet & Flahault spp.*Nostoc caeruleum* Lyngbye ex Bornet & Flahault 1886*Nostoc commune* Vaucher ex Bornet & Flahault 1888*Nostoc kihlmanii* Lemmermann 1900*Nostoc linckia* Bornet ex Bornet & Flahault 1886*Nostoc minutum* Desmazières ex Bornet & Flahault 1886*Nostoc paludosum* Kützing ex Bornet & Flahault 1886*Nostoc verrucosum* Vaucher ex Bornet & Flahault 1886

Kao što se može uočiti na Grafiku 4.1., najveći udeo taksona pripada redu Synechococcales (~35%), dok nešto manje zabeleženih taksona pripada redu Oscillatoriales (~30%). Kada je reč o morfološkim karakteristikama, dominira homocitna filamentozna forma cijanobakterija (~47%).



Grafik 4.1. Procentualna zastupljenost različitih grupa cijanobakterija na osnovu: a) taksonomskih kriterijuma (redovi) i b) morfoloških kriterijuma (formi).

4.1.1. Rasprostranjenje zabeleženih taksona cijanobakterija, sa opisom svih rodova

U okviru ovog poglavlja predstavljeno je rasprostranjenje svakog zabeleženog taksona, kako na osnovu laboratorijskog ispitivanja uzoraka sa odabranih lokaliteta tokom perioda istraživanja, tako i obradom literaturnih podataka. Literaturni podaci uključuju literaturne nalaze prema Cvijan i Blaženčić (1996), kao i ostale literaturne nalaze cijanobakterija u vodama koje se koriste u vodosnabdevanju i rekreaciji u Republici Srbiji.

Zbog lakše pretrage i preglednosti, odeljci za rodove raspoređeni su prema abecednom redu, a ne prema taksonomskom spisku navedenom u prethodnom poglavlju. Pored rasprostranjenja svih taksona uključenih u određeni rod, svaki odeljak sadrži i opis morfoloških karakteristika samog roda, preuzet iz literature koja je korišćena za identifikaciju i/ili reklasifikaciju taksona (navedeno u poglavlju 3.6.)

4.1.1.1. Rod *Anabaena*

Rod *Anabaena* zabeležen je sa dve vrste iz literaturnih izvora, a u okviru mikroskopskog pregleda uzoraka zabeležena su tri nalaza, ali je jedinke bilo moguće odrediti samo do nivoa roda.

<i>Anabaena</i> Bory ex Bornet & Flahault 1886 (1888)			
Opis roda: Vrste roda <i>Anabaena</i> su trihalne cijanobakterije heterocitne forme, sa filamentima obavijenim mukoznim omotačem, koji je amorfne strukture i u retkim slučajevima se može jasno razgraničiti. Trihomi se uglavnom grupišu u okviru miroskopskih ili makroskopskih kolonija, formirajući tako biofilm, a retko se javljaju solitarno; izopolarni, obično fleksibilni i uvijeni, retko pravi; uvek sa usećenim poprečnim ćelijskim zidovima, cilindrični ili se sužavaju pri krajevima. Čelije ± cilindrične, bačvaste ili sferične, uvek sa gasnim vezikulama i aerotopima (grupacije gasnih vezikula). Heterociste interkalarne i solitarne. Akineti, takođe, interkalarni, solitarni ili u nizovima do 4 (5), retko sferičnog oblika. Mogu proizvoditi hormogonije. Prema tradicionalnoj taksonomskoj klasifikaciji, rod je obuhvatao kako bentosne, tako i planktonske forme. Međutim, novije analize su pokazale da su planktonske forme filogenetski bliže rodu <i>Aphanizomenon</i> , te su one klasifikovane u posebne rodove – <i>Dolichospermum</i> i <i>Sphaerospermopsis</i> . Istraživanja vezana za toksičnost se uglavnom odnose na pomenute planktonske forme, dok su bentosne populacije u tom pogledu mnogo manje ispitivane (Komárek 2013).			
<i>Anabaena</i> Bory ex Bornet & Flahault sp.			
Napomena:	-		
Potencijalno toksična ² :	Da (ATX-a, MCs).	Invazivna ³ :	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Dunav kod Apatina - Stari (Monoštorski) Dunav i rukavci Rokaš, Franjina skela i Kupusinovački Dunavac (Milovanović 1970); Reka Sava (Obušković 1979; Obušković i Marković 1987); Ludoško jezero (Seleši 1981); Reke Bosut i Studva (Obušković 1982); Reka Pek (Obušković i Kalafatić 1983; Obušković 1984); Dunav kod Pančeva (Obušković i Kalafatić 1983); Reka Dunav (Obušković 1989); Reka Sitnica (Urošević 1989); Vlasinsko jezero (Cvijan i Laušević 1991).		
Ostali publikovani nalazi:	Akumulacija Grlišće (Nakić i Božović 1994); Akumulacija Barje (Obušković 1996; Kalafatić i sar. 1998; Simić 2004); Vlasinsko jezero (Randelović i Blaženčić 1997); Begečka jama (Sekulić i sar. 1998); Reka Dunav (Nemeth i sar. 2002; Čađo i sar. 2006b); Akumulacija Sjenica (Čađo i sar. 2003); Reka Dunav kod Bezdana (Čađo i sar. 2005a); Plovni Begej kod Srpskog Ibeteja (Đurković i sar. 2005b); Reka Tamiš kod Jaše Tomić (Đurković i sar. 2006); Reka Sava (Čađo i sar. 2006a; Simić i sar. 2015); Aleksandrovačko jezero (Đorđević i Simić 2014); Zasavica (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Zaovine (BT44182015); Savsko jezero (BB5358; BB5371); Akumulacija Bela Reka (BT46282013).		
<i>Anabaena lapponica</i> Borge 1913			
Sinonim:	Nema.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (CYN).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Vlasinsko jezero (Cvijan i Laušević 1991).		
Ostali publikovani nalazi:	Vlasinsko jezero (Randelović i Blaženčić 1997).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

² Prema: Bernard i sar. (2016) i Dow i Swoboda (2007).

³ Na osnovu: Kokociński i sar. (2017) i Kaštovský i sar. (2010).

<i>Anabaena oscillarioides</i> Bory ex Bornet & Flahault 1886			
Sinonim:	Nema homotipskih sinonima.		
Napomena:	Tipska vrsta roda <i>Anabaena</i> .		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Vlasinska tresava (Košanin 1908 i 1910).		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Dunav – bentos, ceo tok (Makovinská i sar. 2002).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

4.1.1.2. Rod *Anabaenopsis*

Rod *Anabaenopsis* je detektovan sa 5 vrsta. Analizom uzoraka u periodu od 2012. do 2017. godine, ustanovljeno je prisustvo 4 taksona.

<i>Anabaenopsis</i> V.V.Miller 1923			
Opis roda: Vrste roda <i>Anabaenopsis</i> su trihalne cijanobakterije heterocitne forme, sa slobodno lebdećim trihomima, koji se javljaju solitarno ili u grupacijama mikroskopskih razmera. Trihomi su povijeni, nepravilno kružni do spiralno uvijeni, ređe pravi; bez jasnog omotača, ponekad obavijeni tankim, mukusnim, difluentnim ovojnica; trihomi uniserijadni, negranati, obično sa terminalnom solitarnom heterocistom ili dve interkalarne; približno iste širine duž celog trihoma, retko blago suženi ka karjevima; uglavnom sa usećenim poprečnim ćelijskim zidovima. Ćelije su cilindričnog, bačvastog do sferičnog oblika; obično duže, retko izodijametrične (približno ista dužina i širina) ili kraće nego šire; fakultativno mogu imati aerotopu. Heterociste se razvijaju interkalarno, metamerički (heterociste i/ili akineti se ponavljaju na \pm regularnim razmacima), u paru, a nakon što se dve susedne vegetativne ćelije u trihomu asimetrično podele nalik odrazu u ogledalu (osnovna generička karakteristika). Akineti se formiraju interkalarno i pretežno su udaljeni od heterocisti; solitarni, u paru ili više njih u nizu. Sve vrste su planktonske i uglavnom naseljavaju mezotrofna i eutrofna vodna tela. Za sada je toksičnost (mikrocistini) detektovana samo kod <i>Anabaenopsis milleri</i> Woronichin (Komárek 2013).			
<i>Anabaenopsis</i> V.V.Miller sp.			
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (MCs).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Dunav – fitoplankton, ceo tok (Nemeth i sar. 2002).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Anabaenopsis circularis</i> (G.S.West) Woloszynska & V.Miller 1923			
Sinonim:	<i>Anabaenopsis circularis</i> (G.S.West) Woloszynska & V.Miller 1923		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Akumulacija Gruža (Ranković i sar. 1994a); Reka Ponjavica (Karadžić 2011; Karadžić i sar. 2013); Paličko jezero (Jovanović i sar. 2015).		
Ovo istraživanje:	Ludoško jezero (BB5387); Paličko jezero (BB5385).		
<i>Anabaenopsis cunningtonii</i> W.R.Taylor 1932			
Sinonim:	Nema homotipskih sinonima, dok se u elektronskoj globalnoj bazi algi (algaebase.org) kao heterotipski sinonim navodi vrsta <i>Anabaenopsis circularis</i> (G.S.West) Woloszynska & V.Miller 1923.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.

Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Ponjavica (Karadžić 2011); Paličko jezero, Krvavo jezero (Jovanović i sar. 2015).		
Ovo istraživanje:	Krvavo jezero (BB5386); Paličko jezero (BB5385).		
<i>Anabaenopsis elenkinii</i> V.V.Miller 1923			
Sinonim:	Nema.		
Napomena:	Tipska vrsta roda <i>Anabaenopsis</i> .		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Ludoško jezero (Seleši 1981).		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Ponjavica (Karadžić i Subakov–Simić 2002; Karadžić i sar. 2005; Karadžić 2011); Reka Dunav – fitoplankton, ceo tok (Nemeth i sar. 2002); Reka Tisa (Ržanićanin i sar. 2005); Akumulacija Garaši (Karadžić i sar. 2006b); Akumulacija Šumarice (Ranković i sar. 2006); Aleksandrovačko jezero (Simić i sar. 2014; Đorđević i Simić 2014).		
Ovo istraživanje:	Paličko jezero (BB5385); Reka Tisa kod Kanjiže (BT30062016; BT36522016).		
<i>Anabaenopsis cf. nadsonii</i> Woronichin 1929			
Sinonim:	Nema homotipskih sinonima.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Krvavo jezero (BB5386).		
<i>Anabaenopsis raciborskii</i> Woloszynska 1912			
Sinonim:	Nema.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Dunav – fitoplankton, ceo tok (Nemeth i sar. 2002).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

4.1.1.3. Rod *Anagnostidinema*

U Srbiji su detektovane 3 vrste roda *Anagnostidinema*. Najčešće beležena vrsta je *A. amphibium*. Pored nje, nađene su i vrste *A. acutissimum* i *A. ionicum*. Osim toga, u toku istraživanja na akumulaciji Pariguz, nađen je takson koji je po morfologiji sličan sa *A. ionicum* (zabeležen kao *Anagnostidinema cf. ionicum*), kao i jedan takson određen samo do nivoa roda.

Anagnostidinema Strunecký et. al. 2017

Opis roda: Pripadnici roda su trihalne cijanobakterije homocitne forme. Kolonije zelene do modrozeleno boje, mukozne, amorfne; omotači odsutni. Trihomi su tanki, svetlo modro-zelene boje (kao akvamarin). Obično su pravi ili blago povijeni, ravnomerno raspoređeni i raštrkani tako da ne formiraju biofilm; poprečni ćelijski zidovi nisu usečeni ili su usečeni samo neznatno; cilindrični, širine 1-3 µm. Pokretni su, sa intenzivnim klizanjem u pravcu longitudinalne ose, ponekad praćeni savijanjem i karakterističnom rotacijom. Omotač nije prisutan. Čelije su obično 2-4 puta duže nego šire, 4-8 µm duge, bez aerotopa, ponekad sa vidljivom perifernom hromatoplazmom, a nekad sa vidljivim karotenoidnim granulama. Apikalne čelije kod razvijenih trihoma su savijene, sužene i

zatupasto zašiljene, nikada nemaju kaliptru, niti su kapitadne (izvučen vrh). Formiraju hormogonije kao vid razmnožavanja (Strunecký i sar. 2017).			
<i>Anagnostidinema</i> Strunecký et. al. sp.			
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Jezero Pariguz (*IBP06172).		
<i>Anagnostidinema acutissimum</i> (Kufferath) Strunecký, Bohunická, J.R.Johansen & J.Komárek 2017			
Sinonim:	<i>Oscillatoria acutissima</i> Kufferath 1914; <i>Phormidium acutissimum</i> (Kufferath) Anagnostidis & Komárek 1988; <i>Geitlerinema acutissimum</i> (Kufferath) Anagnostidis 1989.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da ⁴ .	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Tamiš (Marković i Svirčev 1998); Zasavica (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Pariguz (*IBP04171; *IBP08172; *IBP10172; *IBP11172); Reka Tisa kod Kanjiže (BT43442017).		
<i>Anagnostidinema amphibium</i> (C.Agardh ex Gomont) Strunecký, Bohunická, J.R.Johansen & J.Komárek 2017			
Sinonim:	<i>Oscillatoria amphibia</i> C.Agardh ex Gomont 1892; <i>Phormidium amphibium</i> (C.Agardh ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988; <i>Geitlerinema amphibium</i> (C.Agardh ex Gomont) Anagnostidis 1989.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (STXs).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Samokovska reka (Laušević 1992).		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Sava (Čađo i sar. 2006a); Akumulacija Kruščica (Karadžić i sar. 2008); Reka Ponjavica (Karadžić 2011); Zasavica (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017); Akumulacija Grlšte (Ćirić i sar. 2015); Akumulacija Sjenica (Čađo i sar. 2015); Akumulacija Gruža (Čađo i sar. 2016); Savsko jezero (Jovanović i sar. 2017); Akumulacija Čelije (Čađo i sar. 2017a).		
Ovo istraživanje:	Brestovačko (Magaško) jezero (BT42762014); Akumulacija Bukulja (BT25112017; BT49692017); Akumulacija Čelije (BT34482017); Akumulacija Kruščica (BT16852015; BT44202015); Akumulacija Prvonek (BT36432015); Akumulacija Radoinja (BT44162015); Ribničko jezero (BT45972015); Akumulacija Zaovine (BT44182015).		
<i>Anagnostidinema ionicum</i> (Skuja) Strunecky 2017			
Sinonim:	<i>Phormidium ionicum</i> (Skuja) Anagnostidis & Komárek 1988; <i>Geitlerinema ionicum</i> (Skuja) Anagnostidis 1989.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Ponjavica (Karadžić 2011).		

⁴Nije navedeno koji toksin (izvor: Dow i Swoboda (2007)).

Ovo istraživanje:	Akumulacija Čelije (BT21142015).		
<i>Anagnostidinema cf. ionicum</i> (Skuja) Strunecky 2017			
Sinonim:	-		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Pariguz (*IBP08171).		

4.1.1.4. Rod *Anathece*

Na području naše zemlje nađene su ukupno 4 vrste roda *Anathece*, a u toku izrade doktorske disertacije zabeležene su 3 vrste. Pri tom, najčešće detektovana je *A. clathrata*. Druge dve vrste (*A. minutissima* i *A. smithii*) zabeležene su samo na po jednom lokalitetu. Kod nekoliko nalaza identifikacija je bila moguća samo do nivoa roda.

<i>Anathece</i> (Komárek & Anagnostidis) Komárek, Kastovsky & Jezberová 2011			
Opis roda: Do nedavno klasifikovan kao podrod roda <i>Aphanothece</i> , rod <i>Anathece</i> odlikuju višecelijske nepravilne kolonije, kokoidne forme, mikroskopskih veličina, retko makroskopskih. Čelije su neravnomerno raspoređene unutar zajedničkog želatinoznog (mukoznog) omotača; modrozeleno do maslinasto zelene boje; nekad se kolonije dezintegrišu, te se čelije javljaju solitarno. Mukozni omotač je bezbojan, homogen, bez jasnih granica. Oblik čelija može biti ovalan do štapićast, prave ili blago povijene, bez individualnog omotača; malih su dimenzija, najčešće (0,8) 1-2 (6) x 0,3-2 µm; Vrste ovog roda su uglavnom planktonske, retko bentosne (Komárek i sar. 2011).			
<i>Anathece</i> (Komárek & Anagnostidis) Komárek, Kastovsky & Jezberová sp.			
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Bukulja (BT29872016; BT34512017; BT43712017); Akumulacija Čelije (BT46482017; BT46492017); Akumulacija Prvonek (BT45182017; BT45192017; BT45252017; BT45262017).		
<i>Anathece bachmannii</i> (Komárek & Cronberg) Komárek, Kastovsky & Jezberová 2011			
Sinonim:	<i>Aphanothece bachmannii</i> Komárková-Legnerová & G.Cronberg 1994.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Ludoško jezero (Seleši 1981).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Anathece clathrata</i> (W.West & G.S.West) Komárek, Kastovsky & Jezberová 2011			
Sinonim:	<i>Aphanothece clathrata</i> West & G.S.West 1906; <i>Rhabdogloea clathrata</i> (West & G.S.West) Komárek 1983.		
Napomena:	Tipska vrsta.		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Tisa kod Sente (Guelmino 1973).		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Ponjavica (Karadžić 2011; Karadžić i sar. 2013); Akumulacija Vrutci (Kostić i sar. 2015).		

Ovo istraživanje:	Akumulacija Čelije (BT22792015; BT22802015); Akumulacija Zaovine (BT16842015); Savsko jezero (BT44502013; BB5473; BB5474; BB5475; BB5476); Reka Dunav kod Beograda (BT53652015).		
<i>Anathece minutissima</i> (West) Komárek, Kastovsky & Jezberová 2011			
Sinonim:	<i>Aphanothece saxicola</i> f. <i>minutissima</i> (West) Elenkin; <i>Microcystis minutissima</i> West 1912; <i>Aphanothece minutissima</i> (West) J.Komárková-Legnerová & G.Cronberg 1994.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Ludoško jezero (Seleši 1981); Paličko jezero (Seleši 1982).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Bukulja (BT43712017).		
<i>Anathece smithii</i> (Komárková-Legnerová & Cronberg) Komárek, Kastovsky & Jezberová 2011			
Sinonim:	<i>Aphanothece smithii</i> Komárková-Legnerová & G.Cronberg 1994.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Čelije (BT33482017; BT33532017).		

4.1.1.5. Rod *Aphanizomenon*

Ukupno 4 vrste roda *Aphanizomenon* su detektovane u Srbiji, od kojih su analizom uzoraka u ovog istraživanja detektovane 3 vrste. Najčešće nalažena vrsta, kako u literaturi, tako i u okviru eksperimentalnog dela istraživanja, jeste vrsta *A. flos-aquae*.

Aphanizomenon A.Morren ex É.Bornet & C.Flahault 1886 (1888)

Opis roda: Vrste ovog roda imaju trihalnu heterocitnu formu. Trihomi su slobodno lebdeći ili metafitski, retko solitarni, a imaju tendenciju da se udružuju u snopove, tj. da formiraju fascikule (često vidljive golim okom), sa ± paralelno raspoređenim trihomima; filamenti su manje-više pravi ili blago povijeni, subsimetrični, bez izraženog omotača, ali ponekad sa nejasno razvijenom sluzi; nemaju usečene ili su poprečni ćelijski zidovi blago usečeni; ne sužavaju se ili se blago sužavaju prema krajevima, dok terminalne ćelije mogu biti znatno izdužene, ± cilindrične. Ćelije su cilindričnog do (ređe) bačvastog oblika, ± izodijametrične do blago duže ili kraće nego šire, uvek sa aerotopima; na krajevima izdužene (terminalna ćelija starijih trihoma do nekoliko puta duža), po sadržaju hijalinske. Heterociste se razvijaju isključivo interkalarno (uglavnom pojedinačne, retko 2 (-4) po trihomu); kao i akineti, koji su udaljeni od heterocisti, a razvijaju se fuzijom nekoliko vegetativnih ćelija. Značajan rod zbog česte pojave cvetanja i produkcije cijanotoksina (Komárek 2013).

Aphanizomenon A.Morren ex É.Bornet & C.Flahault sp.

Napomena:

Potencijalno toksična: Da (ATX-a, STXs, CYN). Invazivna: Nije utvrđeno.

Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996): Stari (Monoštorski) Dunav i rukavci Rokaš, Franjina skela i Kupusinovački Dunavac (Milovanović 1970); Reka Sava od 62-21 km (Obušković 1979); Plavna oblast Dunava kod Apatina (Obušković 1979); Reka Morava (Obušković 1981); Reke Bosut i Studva (Obušković 1982); Savsko jezero (Obušković 1982); Akumulacija

	Derdap (Obušković 1974, 1978, 1979 i 1983); Reka Sava (Obušković i Marković 1987).		
Ostali publikovani nalazi:	Aleksandrovačko jezero (Đorđević i Simić 2014).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Čelije (BT50752017); Savsko jezero (BB5462; BB5464; BB5360; BB5361; BB5364; BB5365; BB5367; BB5368; BB5369; BB5370); Akumulacija Pariguz (*IBP02171); Paličko jezero (BB5386); Ludoško jezero (BB5387); Krvavo jezero (BB5386).		
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> Ralfs ex Bornet & Flahault 1886			
Sinonim:	<i>Aphanizomenon americanum</i> E.G.Reinhard; <i>Aphanizomenon holtsaticum</i> Richter; <i>Aphanizomenon cyaneum</i> Ralfs ex Bornet & Flahault;		
Napomena:	Tipska vrsta.		
Potencijalno toksična:	Da (ATX-a, STXs ⁵ , CYN, MCs).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Dunav od Batine do Pančeva, reke Sava i Tamiš kod ušća u Dunav (Protić 1939); Obedska bara (Milovanović 1949); Carska bara (Gigov i Đerfi 1960); Reka Dunav 1281-1092km (Milovanović 1965); Tisa kod Sente (Guelmino 1973); Dunav kod Pančeva (Obušković 1980 i 1982; Obušković i Kalafatić 1983); Ludoško jezero (Seleši 1981; Đukić i sar. 1991); Paličko jezero (Seleši 1982; Đukić i sar. 1991); Akumulacija Đerdap (Obušković 1974, 1983 i 1987); Reka Pek (Obušković 1984); Akumulacija Perućac kod Zvornika (Obušković 1986); Reka Dunav (Obušković 1989); Akumulacija Gruža (Ranković i Čomić 1989); Akumulacije Borkovac, Sot i Zobatnica (Đukić i sar. 1991); Veliko Čenčansko jezero (Obušković 1992).		
Ostali publikovani nalazi:	Stari Begej (Branković 1993); Reka Dunav (Obušković 1994; Đurković i Čađo 2004; Čađo i sar. 2006b); Akumulacija Gruža (Ranković i sar. 1994a; Ranković i Simić 2005; Čađo i sar. 2016); Reka Ibar (Obušković 1997); Akumulacija Gazivode (Obušković i Obušković 1997); Dunav od Velikog Gradišta do Prahova (Simić i sar. 1997); Paličko jezero (Dulić i Mrkić 1998); Begečka jama (Sekulić i sar. 1998); Reka Sava kod Beograda (Laušević i sar. 1998); Ludoško jezero (Dulić i Mrkić 1999; Simeunović i sar. 2005; Svirčev et al. 2013; Jovanović i sar. 2015); Reka Tisa (Pijin i sar. 1999; Branković i Budakov 2001; Subakov 2001; Ržaničanin i sar. 2005); Kljaička reka (Miljanović i sar. 2001); Reka Ponjavica (Karadžić i Subakov–Simić 2002; Karadžić i sar. 2005; Karadžić 2011; Karadžić i sar. 2013); Reka Dunav - 1426-1249 rkm (Miljanović i sar. 2003); Akumulacija Čelije (Grašić i sar. 2004; Čađo i sar. 2017); Akumulacija Krajkovac (Čađo i sar. 2004); Reka Krivaja (Đurković i sar. 2004; Simeunović i sar. 2005); Reka Dunav kod Bezdana (Čađo i sar. 2005a); Akumulacija Borkovac (Simeunović i sar. 2005; Svirčev et al. 2013); Akumulacija Zobatnica (Simeunović i sar. 2005); Akumulacija Međuvršje (Đurković i sar. 2005a); Plovni Begej kod Srpskog Ibeteja (Đurković i sar. 2005b); Akumulacija Garaši (Karadžić i sar. 2006a; Karadžić i sar. 2006b; Karadžić i sar. 2010); Reka Sava (Čađo i sar. 2006a); Akumulacija Bukulja (Karadžić i sar. 2006b; Karadžić i sar. 2010); Akumulacija Grlište (Vučković i Mirjačić-Živković 2008); Akumulacija Sjenica (Čađo i sar. 2015); Akumulacija Šumarice (Simić i sar. 2017).		

⁵ Pogrešna prvobitna identifikacija taksona prema Bernard i sar. (2016).

Ovo istraživanje:	Brestovačko (Magaško) jezero (BT42762014); Akumulacija Bukulja (BT18592016; BT19382016; BT20942016; BT23912016; BT29872016; BT14492017; BT15642017; BT18102017; BT25112017; BT34512017; BT43712017; BT48152017; BT49692017; BT53082017; BT61092017); Akumulacija Čelije (BT33562017; BT33572017; BT33722017; BT46482017; BT46492017; BT46502017); Akumulacija Zaovine (BT66222012); Akumulacija Zvornik (BT27052012); Savsko jezero (BT56892012; BT36472013); Akumulacija Pariguz (BT34242012; BT56972012; BT56982012; BT34882013; BT34892013; BT46262013); Akumulacija Bela Reka (BT34262012); Ludoško jezero (BB5387); Paličko jezero (BB5385); Reka Dunav kod Beograda (BT62872013; BT62892013; BT51292014; BT51312014; BT04022016; BT04062016; BT03872017).		
<i>Aphanizomenon gracile</i> Lemmermann 1907			
Sinonim:	Nema homotipskih sinonima; Heterotipski: <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> f. <i>gracile</i> (Lemmermann) Elenkin 1938.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (STXs, CYN).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Ponjavica (Karadžić i sar. 2005; Karadžić 2011; Karadžić i sar. 2013).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Čelije (BT34482017).		
<i>Aphanizomenon hungaricum</i> Komárková-Legnerová & Mátyás 1995			
Sinonim:	Nema.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Ludoško jezero (BB5387).		
<i>Aphanizomenon klebahnii</i> Elenkin ex Pechar 2008			
Sinonim:	Nema; <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> var. <i>klebahnii</i> Elenkin 1909 (nomen alternat. - prema Komárek 2013).		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Sava kod Beograda (Laušević i sar. 1998); Reka Tisa kod Bečeja (Subakov 2001); Reka Ponjavica (Karadžić i sar. 2005); Zasavica (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

4.1.1.6. Rod *Aphanocapsa*

Rod *Aphanocapsa* je detektovan sa ukupno 12 taksona, od čega je u okviru perioda istaživanja detektovano ukupno 8 taksona. Sam rod se retko sreće u literaturnim nalazima, pri čemu su vrste *A. incerta* i *A. holsatica* nalažene nešto češće. U okviru ovog istraživanja, vrsta *A. holsatica* je nađena u izuzetno velikom broju uzoraka, kako u akumulacijama, tako i u rekama. U odnosu na

nju, *A. incerta* je nalažena znatno ređe, ali ipak sa značajnim brojem nalaza u uzorcima fitoplanktona i potamoplanktona.

<i>Aphanocapsa</i> Nägeli 1849			
Opis roda: Predstavnici roda <i>Aphanocapsa</i> formiraju mikroskopske kolonije, kokoidne forme, koje su manje ili više sferične, nepravilne ili zaravnjene; sa velikim brojem ćelija koje su, gušće ili razređenije, nepravilno raspoređene unutar kolonije. Želatinozni omotač kolonije uglavnom je bezbojan, manje-više homogen, nejasno oivičen, ili pak čvrst, nepravilnog oblika i izraženo oivičen. Ćelije nemaju individualni želatinozni omotač, ili ponekad (kod čvrstih kolonija) imaju uske, difluentne ovojnice; manje-više su sferične (ili hemisferične) i bez aerotopa (Komárek i Anagnostidis 1999).			
<i>Aphanocapsa</i> Nägeli sp.			
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (MCs) ⁶	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Brestovačko (Magaško) jezero (BT42762014; BT42772014; BT37642016; BT37652016; BT37662016; BT37642016); Akumulacija Bukulja (BT48152017; BT49692017; BT53082017); Akumulacija Ćelije (BT37442015; BT24952016; BT25112016; BT25122016; BT25132016; BT25142016; BT25232016; BT25242016; BT46502017); Akumulacija Prvonek (BT45252017); Akumulacija Duboki potok (BT57012012); Reka Tisa kod Kanjiže (BT24292016; BT27742016; BT43442017; BT46762017).		
<i>Aphanocapsa conferta</i> (West & G.S.West) Komárková-Legnerová & Cronberg 1994			
Sinonim:	<i>Aphanocapsa elachista</i> f. <i>conferta</i> West & G.S.West 1912; <i>Microcystis pulverea</i> f. <i>conferta</i> (West & G.S.West) Elenkin 1938.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Zasavica (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Ćelije (BT33752017; BT46482017; BT46492017; BT46502017); Akumulacija Prvonek (BT45182017; BT45192017; BT45212017; BT45222017; BT45242017; BT45252017; BT45262017; BT53732017; BT53762017); Savsko jezero (BB5462; BB5465; BB5466; BB5467; BB5468; BB5469; BB5472; BB5473; BB5474; BB5476; BB5353; BB5356; BB5357; BB5358; BB5359; BB5360; BB5361; BB5362; BB5363; BB5365; BB5366; BB5371); Akumulacija Pariguz (*IBP03171); Reka Tisa kod Kanjiže (BT40802017).		
<i>Aphanocapsa delicatissima</i> West & G.S.West 1912			
Sinonim:	<i>Microcystis pulverea</i> f. <i>delicatissima</i> (West & G.S.West) Elenkin 1938; <i>Microcystis delicatissima</i> (W. & G.S.West) Starmach 1966.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Ludoško jezero (Seleši 1982).		

⁶ Samo jedna vrsta (*Aphanocapsa cumulus* Komárek & Cronberg), zabeleženo u Brazilu (Bernard i sar. 2016).

Ostali publikovani nalazi:	Reka Ponjavica (Karadžić i sar. 2005; Karadžić 2011); Reka Tisa kod Bečeja (Ržaničanin i sar. 2005).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Čelije (BT22782015; BT33492017; BT33522017); Akumulacija Garaši (BT07102016); Savsko jezero (BT44562013; BT50922014); Akumulacija Pariguz (BT56972012).		
<i>Aphanocapsa elachista</i> West & G.S.West 1894			
Sinonim:	<i>Microcystis pulverea</i> f. <i>elachista</i> (West & G.S.West) Elenkin 1938; <i>Microcystis elachista</i> (West & G.S.West) Starmach 1966.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Tisa kod Bečeja (Ržaničanin i sar. 2005).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Aphanocapsa grevillei</i> (Berkeley) Rabenhorst 1865			
Sinonim:	<i>Palmella grevillei</i> Berkeley 1832; <i>Coccochloris grevillei</i> (Berkeley) Hassall 1845; <i>Anacystis grevillei</i> (Berkeley) Kützing 1849; <i>Microcystis grevillei</i> (Berkeley) Elenkin 1938; <i>Gloeocystis grevillei</i> (Berkeley) Drouet & Dailey 1948.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Akumulacija Batlava (Janković 1975 i 1977).		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Ponjavica (Karadžić i sar. 2005; Karadžić 2011); Reka Tisa kod Bečeja (Ržaničanin i sar. 2005); Aleksandrovačko jezero (Đorđević i Simić 2014).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Prvonek (BT38212014); Akumulacija Zaovine (BT44182015); Savsko jezero (BT56892012); Ludoško jezero (BB5387); Reka Tisa kod Kanjiže (BT31922017).		
<i>Aphanocapsa holsatica</i> (Lemmermann) G.Cronberg & Komárek 1994			
Sinonim:	<i>Clathrocystis holsatica</i> Lemmermann 1903; <i>Microcystis holsatica</i> (Lemmermann) Lemmermann 1907.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Dunav – fitoplankton, ceo tok (Nemeth i sar. 2002); Reka Ponjavica (Karadžić 2011); Aleksandrovačko jezero (Đorđević i Simić 2014); Zasavica (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017); Akumulacija Vrutci (Kostić i sar. 2015); Savsko jezero (Jovanović i sar. 2017).		
Ovo istraživanje:	Brestovačko (Magaško) jezero (BT42762014; BT37632016; BT37632016); Akumulacija Bukulja (BT17312016; BT23912016; BT26192016; BT29872016; BT34512017; BT43712017; BT48152017); Akumulacija Čelije (BT22792015; BT22802015; BT22812015; BT23162016; BT24952016; BT24962016; BT24972016; BT24982016; BT24992016; BT25002016; BT25012016; BT25022016; BT25042016; BT25052016; BT25062016; BT25072016; BT25082016; BT25092016; BT25102016; BT25112016; BT25122016; BT25132016; BT25142016; BT25152016; BT25192016; BT25202016;		

	BT25212016; BT25222016; BT25232016; BT25242016; BT25252016; BT25262016; BT25282016; BT25292016; BT25302016; BT01362017; BT33472017; BT33482017; BT33492017; BT33502017; BT33512017; BT33522017; BT33532017; BT33542017; BT33552017; BT33562017; BT33572017; BT33582017; BT33592017; BT33602017; BT33612017; BT33622017; BT33632017; BT33642017; BT33652017; BT33662017; BT33672017; BT33682017; BT33692017; BT33702017; BT33712017; BT33722017; BT33732017; BT33742017; BT33752017; BT33762017; BT33772017; BT33782017; BT34482017; BT34492017; BT46482017; BT46492017; BT46502017); Akumulacija Potpeć (BT44152015); Akumulacija Prvonek (BT36422015; BT36432015; BT36482015; BT36492015; BT36502015; BT21352017; BT21362017; BT21382017; BT21392017; BT21422017; BT21432017; BT45182017; BT45192017); Akumulacija Radoinja (BT44162015); Ribničko jezero (BT45962015); Akumulacija Zaovine (BT44182015; BT44192015); Zlatarsko jezero (BT44172015); Savsko jezero (BB5460; BB5461; BB5462; BB5463; BB5467; BB5353; BB5464; BB5465; BB5466; BB5468; BB5469; BB5470; BB5471; BB5472; BB5473; BB5474; BB5475; BB5476; BB5355; BB5356; BB5357; BB5358; BB5359; BB5360; BB5361; BB5362; BB5363; BB5364; BB5365; BB5366; BB5367; BB5370; BB5371); Akumulacija Pariguz (*IBP08171; *IBP08172; *IBP10171; *IBP10172; *IBP11171; *IBP11172); Reka Dunav kod Beograda (BT53682015; BT03912017); Reka Tisa kod Kanjiže (BT27742016; BT31452016; BT31922017; BT35002017; BT37602017; BT40802017; BT46762017).
<i>Aphanocapsa incerta</i> (Lemmermann) G.Cronberg & Komárek 1994	
Sinonim:	<i>Polycystis incerta</i> Lemmermann 1899; <i>Microcystis incerta</i> (Lemmermann) Lemmermann 1903; <i>Microcystis pulvereae</i> var. <i>incerta</i> (Lemmermann) W.B.Crow 1923; <i>Microcystis pulvereae</i> f. <i>incerta</i> (Lemmermann) Elenkin 1938; <i>Diplocystis incerta</i> (Lemmermann) F.E.Drouet & W.A.Daily 1948; <i>Anacystis incerta</i> (Lemmermann) Drouet & Daily 1952.
Napomena:	-
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno. Invazivna: Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Ludoško jezero (Seleši 1981); Vlasinsko jezero (Cvijan i Laušević 1991); Borsko jezero (Nikitović 1993).
Ostali publikovani nalazi:	Borsko jezero (Laušević i Nikitović 1994a; Laušević i Nikitović 1994b); Vlasinsko jezero (Randelović i Blaženčić 1997); Reka Ponjavica (Karadžić i Subakov–Simić 2002; Karadžić i sar. 2005; Karadžić 2011); Reka Dunav (Đurković i Čađo 2004); Reka Dunav kod Bezdana (Čađo i sar. 2005a); Reka Tisa kod Bečeja (Ržaničanin i sar. 2005); Reka Sava (Čađo i sar. 2006a); Akumulacija Sjenica (Čađo i sar. 2015); Akumulacija Gruža (Čađo i sar. 2016); Akumulacija Čelije (Čađo i sar. 2017a).
Ovo istraživanje:	Akumulacija Bukulja (BT43712017); Akumulacija Čelije (BT24962016; BT24992016; BT25002016; BT25062016; BT25072016; BT25192016; BT25212016; BT33472017; BT33482017; BT33492017; BT33502017; BT33512017; BT33522017; BT33532017; BT33542017; BT33562017;

	BT33572017; BT33582017; BT33592017; BT33602017; BT33612017; BT33642017; BT33652017; BT33662017; BT33672017; BT33712017; BT33722017; BT33732017; BT33742017; BT33752017; BT33762017; BT33772017; BT34482017; BT34492017; BT46502017); Akumulacija Radoinja (BT44162015); Zlatarsko jezero (BT44172015); Reka Dunav kod Beograda (BT36722015; BT36742015); Reka Tisa kod Kanjiže (BT24292016; BT27742016; BT30062016; BT31452016; BT36522016; BT31922017; BT35002017; BT37602017; BT40802017).
<i>Aphanocapsa muscicola</i> (Meneghini) Wille 1919	
Sinonim:	<i>Coccochloris muscicola</i> Meneghini 1843; <i>Microcystis muscicola</i> (Meneghini) Elenkin 1938.
Napomena:	-
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno. Invazivna: Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.
Ostali publikovani nalazi:	Vlasinsko jezero (Randelović i Blaženčić 1997).
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.
<i>Aphanocapsa nubilum</i> Komárek et Kling 1991	
Sinonim:	Nema homotipskih sinonima.
Napomena:	-
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno. Invazivna: Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.
Ostali publikovani nalazi:	Zasavica (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017).
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.
<i>Aphanocapsa cf. parasitica</i> (Kützing) Komárek & Anagnostidis 1995	
Sinonim:	<i>Microcystis parasitica</i> Kützing 1843; <i>Anacystis parasitica</i> (Kützing) Trevisan 1848; <i>Microcystis pulverea</i> f. <i>parasitica</i> (Kützing) Elenkin 1938.
Napomena:	-
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno. Invazivna: Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.
Ovo istraživanje:	Akumulacija Pariguz (*IBP06171; *IBP06172; *IBP07172).
<i>Aphanocapsa parietina</i> (Nägeli ex Kützing) Nägeli 1849	
Sinonim:	<i>Palmella parietina</i> Nägeli ex Kützing 1849.
Napomena:	-
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno. Invazivna: Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Akumulacija Batlava (Janković 1975 i 1977).
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.
<i>Aphanocapsa planctonica</i> (G.M.Smith) Komárek & Anagnostidis 1995	
Sinonim:	<i>Microcystis pulverea</i> f. <i>planctonica</i> (G.M.Smith) Elenkin 1938.
Napomena:	-
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno. Invazivna: Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.

Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Ludoško jezero (BB5387).		
<i>Aphanocapsa rivularis</i> (Carmichael) Rabenhorst 1865			
Sinonim:	<i>Aphanothece rivularis</i> (Carmichae) Elenkin; <i>Palmella rivularis</i> Carmichael 1833.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Reka Vrelo kod Perućca (BT16882015).		

4.1.1.7. Rod *Aphanothece*

Rod *Aphanothece* je zabeležen sa svega tri predstavnika, od kojih je tokom ovog istraživanja do nivoa vrste detektovana samo *A. stagnina*, i to samo u jednom uzorku iz akumulacije Prvonek. Sam rod je nađen na tri lokaliteta. U literaturi takođe ima relativno malo nalaza predstavnika ovog roda.

<i>Aphanothece</i> C.Nägeli 1849			
Opis roda: Rod <i>Aphanothece</i> čine vrste kokoidne forme. Odlikuju se višecelijskim kolonijama u želatinoznom omotaču, unutar kojih su pojedinačne ćelije neravnomerno (gusto ili proređeno) raspoređene, mogu biti mikroskopskih do makroskopskih veličina; oblik kolonija je sferičan ili (češće) amorfan; boja sivkasta, zelena, plavo-zelena ili smeđa. Zajednički mukus je izražen, jasno razgraničen, amorfan, nepravilan, bezbojan ili (retko) žućkast, žuto-smeđ (retko crvenkast), sa marginalnim ćelijama koje su obavijene posebnim omotačem pojedinačno. Ćelije su ovalne do cilindrične sa zaobljenim krajevima, prave ili blago povijene, uglavnom dimenzija (2–) 3–9 (–12) x (1–) 2,5–5 (–8) μm. Kolonije se fragmentišu. Mogu biti bentosne, metafitonske ili subaerofitske vrste (zemljište, vlažne stene i kamenje) (Komárek i sar. 2011).			
<i>Aphanothece</i> C.Nägeli sp.			
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Paličko jezero (Seleši 1982).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Reka Tisa kod Kanjiže (BT43442017).		
<i>Aphanothece castagnei</i> (Kützing) Rabenhorst 1865			
Sinonim:	<i>Palmella castagnei</i> Kützing 1846; <i>Coccochloris castagnei</i> (Kützing) F.E.Drouet & W.A.Daily 1948.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Paličko jezero (Seleši 1981).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Aphanothece elabens</i> (Brébisson ex Meneghini) Elenkin 1938			
Sinonim:	<i>Micraloa elabens</i> Brébisson ex Meneghini 1842; <i>Microcystis elabens</i> (Brébisson) Kützing 1846; <i>Diplocystis elabens</i> (Brébisson) Trevisan 1848; <i>Polycystis elabens</i> (Brébisson) Kützing 1849; <i>Anacystis elabens</i> (Brébisson) Setchell & Gardner 1918; <i>Coccochloris elabens</i> (Brébisson) F.E.Drouet & W.A.Daily 1956.		

Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Tisa kod Sente (Guelmino 1973).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Aphanothece stagnina</i> (Sprengel) A.Braun 1863			
Sinonim:	<i>Coccochloris stagnina</i> Sprengel 1807.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Prvonek (BT11792016).		

4.1.1.8. Rod *Arthrospira*

Rod *Arthrospira* zabeležen je u vodama koje se dovode u vezu sa vodosnabdevanjem i rekreacijom sa svega tri predstavnika, a svi nalazi su literaturni. Među njima, najviše nalaza je uočeno za vrstu *A. jenniferi*.

<i>Arthrospira</i> Sitzenberger ex Gomont 1892			
Opis roda: Predstavnici roda <i>Arthrospira</i> su trihalne cijanobakterije homocitne forme. Trihomi su solitarni i slobodno lebde u planktonu, ili su objedinjeni u sluzavi talus (modro-zelene, maslinasto zelene ili crvenkasto-smeđe boje). Trihomi su cilindrični pravilno ili delimično nepravilno spiralno uvijeni. Mogu biti duži ili kratki, debljine između 2,5-16 µm, obično sa velikim rasponom spirala. Nemaju usečene ćelijske zidove ili su oni blago usečeni. Uglavnom nepokretne, ali nekad se mogu kretati rotacijom u smeru kazaljke na satu i obrnuto. Pretežno su bez sare (omotača). Ćelije su izodijametrične (slična dužina i širina) ili kraće nego šire, sa vidljivim poprečnim zidovima, nekad sa aerotopima. Terminalne ćelije su zaobljene (Komárek i Anagnostidis 2005).			
<i>Arthrospira jenniferi</i> Stizenberger ex Gomont 1892			
Sinonim:	<i>Spirulina jenniferi</i> (Stizenberger ex Gomont) Geitler 1925; <i>Oscillatoria jenniferi</i> (Stizenberger ex Gomont) Compère 1974.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Dunav 1281-1092 km (Milovanović 1965).		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Krivaja (Đurković i sar. 2004); Reka Dunav (Đurković i Čađo 2004); Reka Dunav kod Bezdana (Čađo i sar. 2005a); Plovni Begej kod Srpskog Ibeteja (Đurković i sar. 2005b); Zasavica (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Arthrospira maxima</i> Setchell & N.L.Gardner 1917			
Sinonim:	<i>Spirulina maxima</i> (Setchell & N.L.Gardner) Geitler 1932.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Ludoško jezero (Simeunović i sar. 2005).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

<i>Arthrospira platensis</i> Gomont 1892			
Sinonim:	<i>Spirulina jeneri</i> var. <i>platensis</i> Nordstedt 1884; <i>Spirulina platensis</i> (Gomont) Geitler 1925; <i>Oscillatoria platensis</i> (Gomont) Bourrelly 1970.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Ludoško jezero (Seleši 1981; Đukić i sar. 1991); Akumulacija Borkovac (Đukić i sar. 1991).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

4.1.1.9. Rod *Calothrix*

Ukupno 4 vrste roda *Calothrix* je zabeleženo u vodama Srbije koje se tiču vodosnabdevanja i rekreacije, ali sa malim brojem nalaza. Nalazi se uglavnom odnose na literaturne podatke, a samo jedna vrsta (*C. fusca*) nađena je u laboratorijskim ispitivanjima u okviru ovog istraživanja, i to u akumulaciji Zaovine (u samo jednom uzorku).

<i>Calothrix</i> C.Agardh ex Bornet & Flahault 1886			
Opis roda: Predstavnici ovog roda su trihalne cijanobakterije heterocitne forme. Filamenti su heteropolarni sa morfološki diferenciranom osnovom, na kojoj se obično razvija bazalna heterocista; slobodni ili pričvršćeni osnovom za supstrat, pravi ili vijugavi, mogu se javiti u manjim grupacijama, retko u vidu kontinuiranog sloja, ali ne u jasno morfološki izdvojenim kolonijama. Retko se detektuju sa lažnim grananjem, budući da se grane brzo odvajaju od osnovnog filameta i individualno kače za supstrat. Omotači su čvrsti, priljubljeni uz trihom, bezbojni ili obojeni (uglavnom žućkasto-smeđi ili ljubčasti), homogene strukture ili prošireni i slojeviti. Trihomi su različitih dužina, sužavaju se prema krajevima kontinuirano ili, ± cilindrično, kratko su suženi na samom vrhu, završavaju se ćelijskom dlakom; imaju usečene ili neusečene poprečne ćelijske zidove. Ćelije su različitih dužina, od veoma kratkih, ± izodijametričnih, do dužih nego širih. Heterocista se obligatno javlja bazalno, a nekada ih može biti više u nizu; retko se javljaju interkalarno, i to isključivo pred grananje. Akineti su opisani samo kod nekolicine vrsta (obično ovalni) i razvijaju se do bazalne heterociste. Formiraju hormogonije kao vid razmnožavanja. Filogenetski jako heterogen rod, sa nekoliko morfotipova i ekotipova (Komárek 2013).			
<i>Calothrix</i> C.Agardh ex Bornet & Flahault sp.			
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (nodularin)	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Dunav – bentos, ceo tok (Makovinská i sar. 2002).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Calothrix fusca</i> Bornet & Flahault 1886			
Sinonim:	Nema.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Izvorište reke Banje (Marinović 1963); Izvorište reke Banje i Deguričkog potoka (Marinović 1962; 1964).		
Ostali publikovani nalazi:	Aleksandrovačko jezero (Đorđević i Simić 2014).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Zaovine (BT44182015).		
<i>Calothrix elenkinii</i> Kossinskaja 1924			
Sinonim:	Nema.		
Napomena:	-		

Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Izvorište reke Banje i Deguričkog potoka (Marinović 1962; 1964).		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Ponjavica (Karadžić i sar. 2005).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Calothrix parietina</i> Thuret ex Bornet & Flahault 1886			
Sinonim:	Nema homotipskih sinonima.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (MCs).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Izvorište reke Banje (Marinović 1963); Izvorište reke Banje i Deguričkog potoka (Marinović 1962; 1964).		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Dunav – bentos, ceo tok (Makovinská i sar. 2002).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Calothrix pulvinata</i> C.Agardh ex Bornet & Flahault 1886			
Sinonim:	Nema homotipskih sinonima.		
Napomena:	U Komárek (2013: 175) vodi se kao „nejasna vrsta“.		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Aleksandrovačko jezero (Đorđević i Simić 2014).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

4.1.1.10. Rod *Chamaesiphon*

Na teritoriji Republike Srbije, u okviru istraživanja, rod *Chamaesiphon* je zabeležen sa ukupno 6 vrsta, a svi zabeleženi nalazi su prikupljeni iz literaturnih podataka. Generalno, rod je zabeležen na malom broju lokaliteta, pri čemu vrsta *Ch. incrustans* ima nešto veći broj nalaza (ukupno 3). Nalaz marinske vrste *Ch. cylindrosporus* se dovodi u pitanje i trebalo bi ga proveriti u daljim istraživanjima.

Chamaesiphon A.Braun 1864

Opis roda: Predstavnici roda *Chamaesiphon* spadaju u kokoidni tip cijanobakterija. Čelije su hetropolarne (diferenciraju se duž talusa), blago ili izrazito izdužene. Osnovom su pričvršćene za supstrat. Mogu se javiti u vidu solitarnih čelija, mikroskopskih ili makroskopskih kolonija. Kolonije mogu biti sferične (radijalno raspoređene čelije u zajedničkoj sluzi) ili zaravnjene (nekoliko slojeva gusto paralelno postavljenih čelija). Čelije su sferičnog oblika, a kasnije se izdužuju u oblik palice, cilindra, kruškasto, ovalno ili elipsoidalno. Uvek su obavijene bezbojnim ili blago slojevitim omotačem, koji može biti žuto do smeđe boje; na gornjem kraju se otvara nakon deobe čelija i odvajanja solitarnih reproduktivnih čelija – egzocita, koja je specifična karakteristika ovog roda (Komárek i Anagnostidis 1999).

Chamaesiphon carpaticus Starmach 1929

Sinonim:	Nema.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Dunav – bentos, ceo tok (Makovinská i sar. 2002).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

Chamaesiphon confervicola A.Braun 1864

Sinonim:	Nema homotipskih sinonima. Kod nas kao: <i>Chamaesiphon incrustans</i> f. <i>elongatus</i> (Starmach) Hollerb. 1929		
----------	---	--	--

Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Vlasinsko jezero (Randelović i Blaženčić 1997).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Chamaesiphon cylindrosporus</i> Skuja 1948			
Sinonim:	Nema.		
Napomena:	Marinska vrsta, potrebna revizija nalaza kroz dalja istraživanja.		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Crnovrška reka (Simić 2002).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Chamaesiphon incrustans</i> Grunow 1865			
Sinonim:	<i>Sphaerogonium incrustans</i> (Grunow) Rostafinski 1883.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Vlasinsko jezero (Randelović i Blaženčić 1997); Reka Dunav – bentos, ceo tok (Makovinská i sar. 2002); Crnovrška reka i Stanjanska reka (Simić 2002).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Chamaesiphon polonicus</i> (Rostafinski) Hansgirg 1893			
Sinonim:	<i>Sphaerogonium polonicum</i> Rostafinski 1883.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Dunav – bentos, ceo tok (Makovinská i sar. 2002); Golema reka i Crnovrška reka (Simić 2002).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Chamaesiphon polymorphus</i> Geitler 1925			
Sinonim:	Nema.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Dunav – bentos, ceo tok (Makovinská i sar. 2002).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

4.1.1.11. Rod *Chroococcopsis*

U ispitivanim vodama, rod *Chroococcopsis* pojavljuje se u samo jednom nalazu iz reke Dunav (vrsta *Ch. epiphytica*) i to u okviru literaturnih podataka. Tokom perioda istraživanja nije zabeležen ni jedan predstavnik pomenutog roda.

Chroococcopsis L.Geitler 1925

Opis roda: Predstavnici roda su kokoidne forme cijanobakterija. Čelije su solitarne ili u manje-više sferičnim do nepravilnim grupama unutar tankih, čvrstih, bezbojnih omotača. Obično su

perifitonske, na različitim aerofitskim ili potopljeim supstratima. Čelije su sferične, hemisferične ili nepravilno zaobljene, obavijene omotačima, ne formiraju pseudofilamente; nepravilno se dele, a neke se kasnije diferenciraju u sitne reproduktivne čelije (zване beocite) obavijene čvrstim ili želatinoznim omotačem (Komárek i Anagnostidis 1999).

Chroococcopsis epiphytica Geitler 1980

Sinonim:	Nema.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Dunav – bentos, ceo tok (Makovinská i sar. 2002).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

4.1.1.12. Rod *Chroococcus*

U vodama koje su bile fokus ovog istraživanja, rod *Chroococcus* se beleži sa ukupno 9 vrsta. U okviru naših laboratorijskih ispitivanja sam rod je detektovan u mogim ispitivanim akumulacijama, jezerima i rekama. Pri tom, identifikovano je 7 vrsta, a po broju nalaza je najbrojniji *Ch. minimus*.

Chroococcus Nägeli 1849

Opis roda: Vrste roda *Chroococcus* su kokoidne forme. Čelije ili grupacije čelija obavijene su mukoznim omotačem. Retko se sreću u obliku pojedinačnih čelija (samo u početnim stadijumima razvoja kolonije), češće u vidu nepravilnih ili delimično sferičnih želatinoznih mikroskopskih kolonija. Kolonije uglavnom imaju mali broj čelija (2-16), retko se formiraju višćelijske aglomeracije, pri čemu čelije nikad nisu raspoređene u redove ili u pravilne formacije. Mukozne ovojnice su bezbojne ili žućkaste, uglavnom koncentrično slojevite, često jasno oivičene. Čelije su u početku subsferične, ovalne ili loptaste, a kasnije hemisferične ili u obliku segmenta sfere (Komárek i Anagnostidis 1999). Novije analize ukazuju na to da je rod *Chroococcus* polifiletski, te se pozicija određenih taksona koji su mu pripisivani poslednjih godina revidira (Komárková i sar. 2010; Kováčik i sar. 2011).

Chroococcus Nägeli sp.

Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Akumulacija Gazivode (Obušković i Obušković 1997); Reka Dunav – bentos, ceo tok (Makovinská i sar. 2002); Reka Dunav – fitoplankton, ceo tok (Nemeth i sar. 2002); Akumulacija Sjenica (Čađo i sar. 2003); Akumulacija Barje (Ranković i Simić 2009); Reka Sava (Simić i sar. 2015).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Barje (BT39282015); Brestovačko (Magaško) jezero (BT42762014); Akumulacija Bukulja (BT10402016; BT10442016; BT14612016; BT25112017; BT43712017); Akumulacija Čelije (BT19592015; BT19612015; BT22792015; BT24972016; BT25042016; BT25052016; BT25062016; BT25122016; BT25132016; BT25192016; BT33642017; BT33562017; BT33742017); Akumulacija Perućac (BT27022012); Akumulacija Prvonek (BT36462015; BT21422017); Akumulacija Radoinja		

	(BT66162012); Zlatarsko jezero (BT66152012; BT16802015); Akumulacija Zvornik (BT27052012; BT40862012 ⁷); Savsko jezero (BT44512013; BT44552013; BB5460; BB5461; BB5463; BB5464; BB5466; BB5467; BB5368; BB5369); Akumulacija Bela Reka (BT56992012); Paličko jezero (BB5385); Reka Sava kod Beograda (BT66722012); Reka Tisa kod Kanjiže (BT27742016); Reka Vrelo kod Perućca (BT16882015).		
<i>Chroococcus dispersus</i> (Keissler) Lemmermann 1904			
Sinonim:	<i>Chroococcus minor</i> var. <i>dispersus</i> Keissler 1902; <i>Gloeocapsa minor</i> f. <i>dispersa</i> (Keissler) Hollerbach 1938;		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Ponjavica (Karadžić 2011); Aleksandrovačko jezero (Đorđević i Simić 2014); Ludoško jezero (Jovanović i sar. 2015).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Bukulja (BT09062016; BT43712017; BT48152017); Akumulacija Čelije (BT24972016; BT25132016; BT33712017; BT46492017); Akumulacija Kruščica (BT16852015); Akumulacija Prvonek (BT36492015); Zlatarsko jezero (BT44172015); Savsko jezero (BT50922014; BB5369); Akumulacija Pariguz (*IBP08171; *IBP08172; *IBP10171); Ludoško jezero (BB5387); Paličko jezero (BB5385); Reka Dunav kod Beograda (BT47452015); Reka Vrelo kod Perućca (BT16882015).		
<i>Chroococcus distans</i> (G.M.Smith) Komárková-Legnerová & Cronberg 1994			
Sinonim:	<i>Chroococcus distans</i> (G.M.Smith) Komárková-Legnerová & Cronberg 1994.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Savsko jezero (BB5474).		
<i>Chroococcus helveticus</i> Nägeli 1849			
Sinonim:	<i>Chroococcus helveticus</i> Nägeli 1849.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Vlasinska tresava (Košanin 1908 i 1910, kao <i>Chroococcus helveticus</i> var. <i>major</i> Lagerheim); Reka Gradac kod Popovog sela (Marinović 1959).		
Ostali publikovani nalazi:	Akumulacija Šumarice (Ranković i sar. 2006).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Chroococcus minimus</i> (Keissler) Lemmermann 1904			
Sinonim:	<i>Chroococcus minutus</i> var. <i>minimus</i> Keissler 1901; <i>Gloeocapsa minima</i> (Keissler) Hollerbach 1938		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Dunav od Batine do Pančeva, reke Sava i Tamiš kod ušća u Dunav (Protić 1939).		

⁷ Oznaka „+“ odnosi se na to da je vrsta zabeležena u uzorku uzetom za kvalitativnu analizu, a ne za kvantitativnu.

Ostali publikovani nalazi:	Reka Ponjavica (Karadžić i Subakov–Simić 2002; Karadžić i sar. 2005; Karadžić 2011); Reka Tisa (Ržaničanin i sar. 2005); Aleksandrovačko jezero (Đorđević i Simić 2014).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Bukulja (BT14612016; BT18592016; BT20942016; BT48152017; BT49692017); Akumulacija Čelije (BT33472017; BT33482017; BT33562017; BT33572017; BT33582017; BT33632017; BT33642017; BT33662017; BT33672017; BT33712017; BT33722017; BT33732017; BT46482017; BT46482017; BT46492017; BT46502017; BT50752017); Akumulacija Garaši (BT07102016; BT07132016; BT07152016; BT07162016); Akumulacija Prvonek (BT45222017; BT53732017); Akumulacija Zaovine (BT44192015); Savsko jezero (BT50922014; BB5468; BB5469; BB5470; BB5471; BB5472; BB5473; BB5474; BB5475; BB5476; BB5353; BB5354; BB5355; BB5356; BB5357; BB5358; BB5359; BB5360; BB5361; BB5362); Akumulacija Pariguz (*IBP10171; *IBP10172; *IBP11171; *IBP11172); Reka Dunav kod Beograda (BT047452015; BT04062016); Reka Tisa kod Kanjiže (BT31922017; BT35002017).		
<i>Chroococcus minor</i> (Kützing) Nägeli 1849			
Sinonim:	<i>Protococcus minor</i> Kützing 1845; <i>Pleurococcus minor</i> (Kützing) Rabenhorst 1863; <i>Gloeocapsa minor</i> (Kützing) Hollerbach 1937.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Tisa kod Sente (Guelmino 1973).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Perućac (BT16892015); Akumulacija Zaovine (BT44182015).		
<i>Chroococcus minutus</i> (Kützing) Nägeli 1849			
Sinonim:	<i>Protococcus minutus</i> Kützing 1843; <i>Gloeocapsa minuta</i> (Kützing) Hollerbach 1937.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Tisa kod Sente (Guelmino 1973); Ludoško jezero (Seleši 1982).		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Tisa kod Bečaja (Subakov 2001); Reka Ponjavica (Karadžić i Subakov–Simić 2002; Karadžić 2011); Reka Tisa (Ržaničanin i sar. 2005); Aleksandrovačko jezero (Đorđević i Simić 2014); Zasavica (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017); Akumulacija Šumarice (Simić i sar. 2017); Savsko jezero (Jovanović i sar. 2017).		
Ovo istraživanje:	Ribničko jezero (BT45952015); Savsko jezero (BB5460; BB5461; BB5462; BB5463; BB5464; BB5465; BB5466; BB5467; BB5468; BB5469; BB5470; BB5471; BB5472; BB5473; BB5474; BB5475; BB5476; BB5353; BB5355; BB5356; BB5357; BB5359; BB5360; BB5361; BB5362; BB5363; BB5364; BB5365; BB5366; BB5367; BB5368; BB5369; BB5370; BB5371); Akumulacija Pariguz (*IBP07171; *IBP07172; *IBP11172); Krvavo jezero (BB5386); Paličko jezero (BB5385).		
<i>Chroococcus planctonicus</i> Bethge 1935			
Sinonim:	Nema.		
Napomena:	-		

Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Čelije (BT46492017); Akumulacija Zvornik (BT40862012; BT40882012; BT40892012; BT40912012); Krvavo jezero (BB5386).		
<i>Chroococcus subnudus</i> (Hansgirg) G.Cronberg & J.Komárek 1994			
Sinonim:	<i>Chroococcus turgidus</i> var. <i>subnudus</i> Hansgirg 1893.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Zasavica (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Chroococcus turgidus</i> (Kützing) Nägeli 1849			
Sinonim:	<i>Protococcus turgidus</i> Kützing 1846; <i>Gloeocapsa turgida</i> (Kützing) Hollerbach 1937.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Vlasinska tresava (Košanin 1908 i 1910); Obedska bara (Milovanović 1949); Reka Gradac, Glavni izvor i Popovo vrelo (Marinović 1959); Reka Gradac i Popovo vrelo (Marinović 1960); Paličko jezero (Seleši 1982); Vlasinsko jezero (Cvijan i Laušević 1991); Borsko jezero (Nikitović 1993).		
Ostali publikovani nalazi:	Borsko jezero (Laušević i Nikitović 1994b); Vlasinsko jezero (Randelović i Blaženčić 1997); Dunav od Velikog Gradišta do Prahova (Simić i sar. 1997); Zapadna Morava (Jurišić i sar. 1999); Akumulacija Bujanj (Ranković i sar. 2006); Akumulacija Grlšte (Vučković i Mirjačić-Živković 2008); Reka Ponjavica (Karadžić 2011); Aleksandrovačko jezero (Đorđević i Simić 2014); Zasavica (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Čelije (BT37442015; BT01362017; BT33752017); Akumulacija Prvonek (BT36462015); Savsko jezero (BT39512012; BT39522012; BT56892012; BT56912012; BT56932012; BT36542013; BT44502013; BT44522013; BT44542013; BT44562013; BT44572013); Akumulacija Pariguz (BT46262013); Akumulacija Duboki Potok (BT46312013).		

4.1.1.13. Rod *Chrysoosporum*

Rod *Chrysoosporum* je u ispitivanim vodnim telima detektovan sa svega dve vrste – *Ch. bergii* i *Ch. minor*. Obe vrste detektovane su samo u vidu literaturnih nalaza.

Chrysoosporum E.Zapomelová, O.Skaácelová, P.Pumann, R.Kopp & E.Janecek 2012

Opis roda: Predstavnicu roda *Chrysoosporum* su trihalne cijanobakterije heterocitne forme. Filamenti su solintarni, slobodno plutaju u planktonu, pravi ili blago uvijeni, sa ograničenim brojem heterocisti. Nemaju omotač ili imaju nejasnu, mukoznu, bezbojnu ovojniju oko trihoma. Poprečni ćelijski zidovi su blago ili izrazito usečeni duž trihoma, koji se uvek sužava prema krajevima. Čelije su obično bačvastog oblika, ± izodijametrične ili blago kraće nego šire, retko duže nego šire; obligatno ili fakultativno sa aerotopima (grupacije gasnih vezikula). Terminalna ćelija je obično

blago izdužena i zaobljena. Heterociste i akineti se javljaju interkalarno i, uglavnom, solitarno. Za sada se rod sastoji od svega tri vrste koje su odvojene od roda <i>Anabaena</i> (Komárek 2013).			
<i>Chrysochloris bergii</i> (Ostenfeld) E.Zapomelová, O.Skácelová, P.Pumann, R.Kopp & E.Janecek 2012			
Sinonim:	<i>Anabaena bergii</i> Ostenfeld 1908.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Da.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Aleksandrovačko jezero (Simić i sar. 2014; Đorđević i Simić 2014); Akumulacija Šumarice (Simić i sar. 2017).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Chrysochloris minor</i> (Kiselev) Komárek 2012			
Sinonim:	<i>Anabaena bergii</i> var. <i>minor</i> Kisselev 1927; <i>Anabaena bergii</i> f. <i>minor</i> (Kiselev) Elenkin 1938.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Akumulacija Šumarice (Simić i sar. 2017).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

4.1.1.14. Rod *Clastidium*

Samo jedan nalaz roda *Clastidium* je zabeležen na osnovu literaturnih podataka. Reč je o *Clastidium setigerum*. Laboratorijskim analizama u toku perioda istraživanja nije detektovano prisustvo predstavnika pomenutog roda.

<i>Clastidium</i> O.Kirchner 1880			
Opis roda: Predstavnici roda <i>Clastidium</i> su kokoidne forme. Čelije su solitarne ili grupisane; heteropolarne, pričvršćene osnovom za supstrat; izdužene, ovalnog, elipsoidalnog, kruškastog ili cilindričnog oblika; široko zaobljene u osnovi, a manje ili više sužene prema vrhu i produžavaju se u tanku želatinoznu dlaku. Čelije su homogenog sadržaja i obavijene su tankim mukoznim omotačem, koji može biti neznatno slojevit. Čelijska deoba se uglavnom odvija u vršnom delu čelije, veoma retko duž čitave čelije (formiranje egzocita). Egzocite su pokretne, sferičnog ili blago izduženog oblika, a od majke čelije se odvajaju solitarno ili u grupacijama – klasterima (Komárek i Anagnostidis 1999).			
<i>Clastidium setigerum</i> O.Kirchner 1880			
Sinonim:	Nema.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Dunav – bentos, ceo tok (Makovinská i sar. 2002).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

4.1.1.15. Rod *Coelomorion*

Rod *Coelomorion* je, u okviru ispitivane grupe vodnih tela, na teritoriji Srbije nađen na samo dve lokacije na osnovu literaturnih podataka. Reč je o nalazima vrste *Coelomorion pusillum*.

Mikroskopskim ispitivanjima tokom perioda istraživanja nije detektovano prisustvo predstavnika pomenutog roda.

Coelomoron H.F.Buell 1938

Opis roda: Predstavnici roda *Coelomoron* su kokoidne forme. Kolonije su mikroskopske, manje-više sferične ili nepravilno sferične; slobodno plutaju u vodi; obavijene diskretnim, bezbojnim, često nejasnim omotačem, koji se postepeno stanjuje, retko odvojen mukus. U mlađem stadijumu, ćelije su nepravilno raštrkane unutar kolonije, među sobom blago radijalno raspoređene. Kod starijih kolonija ćelije su koncentrisane u perifernom sloju (maksimalne debljine 3 sloja). Iz centra kolonije se nepravilno radijalno razvijaju sluzne niti koje kasnije brzo iščeznu. Ćelije su blago izdužene, pretežno radijalno raspoređene u spoljnjem sloju (Komárek i Anagnostidis 1999).

Coelomoron pusillum (Van Goor) Komárek 1988

Sinonim:	<i>Coelosphaerium pusillum</i> Van Goor 1924; <i>Gomphosphaeria pusilla</i> (Van Goor) Komárek 1958; <i>Woronichinia pusilla</i> (Goor) Joosten 2006.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Akumulacija Grlište (Vučković i Mirjačić-Živković 2008); Reka Ponjavica (Karadžić 2011).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

4.1.1.16. Rod *Coelosphaerium*

Rod *Coelosphaerium* je u ispitivanim vodnim telima nađen sa ukupno tri vrste. Tom prilikom, ističe se *Coelosphaerium kuetzingianum* koja se nešto češće sreće, a u okviru laboratorijskih ispitivanja tokom perioda istraživanja, nađena je u akumulacijama Ćelije i Radoinja. Nalaz *C. dubium* (Obedska bara) je u Cvijan i Blaženčić (1996) naveden kao *Microcystis wesenbergii* (Komárek) Komárek ex Komárek. Međutim, vrsta je inicijalno identifikovana kao *C. dubium* (Milovanović 1949) i priloženi crtež u gore pomenutoj monografiji odgovara opisu od strane Komárek i Anagnostidis (1998) za pomenutu vrstu, a ne za *M. wesenbergii*, zbog čega je u okviru ove teze vraćen prvobitni naziv vrste.

Coelosphaerium Nägeli 1849

Opis roda: Predstavnici roda *Coelosphaerium* su kokoidne forme. Kolonije su mikroskopske, manje-više sferične ili ovalne, nekada sadrže podkolonije; slobodnoživeće, te uglavnom lebde u planktonu. Obavijene su tankim, bezbojnim, nejasno definisanim mukusom, koji okružuje periferni sloj ćelija. Ćelije su manje-više u jednom sloju na periferiji kolonije; sferične ili hemisferične nakon deobe; sa ili bez aerotopa. Mukus je homogen, nikad struktuiran, i bez ikakvih niti u centru kolonije. Ćelije se dele u ravni sukcesivno kroz generacije (Komárek i Anagnostidis 1999).

Coelosphaerium Nägeli sp.

Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Sava kod Beograda (Obušković, Kalafatić i Marković 1985).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

Coelosphaerium aerugineum Lemmermann 1898

Sinonim:	Nema.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.

Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Pariguz (*IBP08171).		
<i>Coelosphaerium dubium</i> Grunow in Rabenhorst 1865			
Sinonim:	Nema.		
Napomena:	U Cvijan i Blaženčić (1996) navedena kao <i>M. wesenbergii</i> .		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Obedska bara (Milovanović 1949).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Coelosphaerium kuetzingianum</i> Nägeli 1849			
Sinonim:	<i>Coelocystis kuetzingiana</i> Nägeli 1849.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Dunav od Batine do Pančeva i reke Sava i Tamiš kod ušća u Dunav (Protić 1939); Reka Tisa kod Sente (Guelmino 1973).		
Ostali publikovani nalazi:	Vlasinsko jezero (Randelović i Blaženčić 1997); Reka Tisa (Ržaničanin i sar. 2005)		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Ćelije (BT46482017; BT46492017); Akumulacija Radoinja (BT44162015).		

4.1.1.17. Rod *Cronbergia*

Rod *Cronbergia* je tokom perioda istraživanja zabeležen na svega jednom lokalitetu. Pregledom literature nisu uočeni prethodni nalazi.

<i>Cronbergia</i> J.Komárek, E.Zapomelová & F.Hindák 2010			
Opis roda: Trihalne cijanobakterije heterocitne forme. Trihomi solitarni, bez omotača, slobodno-plutajući, ± pravi, relativno kratki, sa terminalnim heterocistama, sa jasno usečenim poprečnim ćelijskim zidovima. Ćelije ± sferične, bačvaste ili blago izdužene, ovalne. Heterociste, koje se javljaju terminalno, su sferične, jajolike ili blago ovalne. Akineti se razvijaju odmah pored heterocisti ili malo dalje od nje (1-2 vegetativne ćelije razmaka); solitarni su, u parovima ili, pak, dužim redovima; obično su ovalni ili ovalno cilindrični. Kod nekih vrsta, duž čitavog trihoma se formiraju akineti. Predstavnici ovog roda se razmnožavaju fragmentacijom trihoma ili uz pomoć akineta (Komárek 2013).			
<i>Cronbergia paucicellularis</i> Komárek, Zapomelová & Hindák 2010			
Sinonim:	Nema homotipskih sinonima.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Savsko jezero (BB5354; BB5357; BB5358; BB5360; BB5361).		

4.1.1.18. Rod *Cuspidothrix*

Rod *Cuspidothrix* je u vodama koje su ispitivane u tokom ovog istraživanja zabeležen sa ukupno dve vrste *C. issatschenkoi* i *C. ussaczevii*. Dok je *C. ussaczevii* zabeležen isključivo kroz literaturne nalaze, *C. issatschenkoi* je nađen u fitoplanktonu na dva lokaliteta.

<i>Cuspidothrix</i> P.Rajaniemi, J.Komárek, R.Willame, P.Hrouzek, K.Kastovská, L.Hoffmann & K.Sivonen 2005			
Opis roda: Vrste ovog roda imaju trihalnu heterocitnu formu. Filamenti su solitarni, slobodno plutaju u vodi; pravi ili uvijeni, cilindrični, bez omotača ili sa veoma tankom sluznom ovojnicom; pri završecima su izrazito suženi i zašiljeni (oštro ili zatupasto). Trihomi su subsimetrični, sa solitarnim interkalarnim i/ili akinetima. Zidovi ćelija nisu usečeni ili su blago usečeni. Ćelije su cilindrične sa blago konveksnim stranama (do gotovo bačvastog oblika), izodijametrične ili duže nego šire, fino granularnog sadržaja i fakultativno sa gasnim vezikulama (solitarni aerotopi). Apikalna ćelija je izdužena, uglavnom hijalinska, zašiljena. Heterociste i akineti su interkalarni, pri čemu se akinet može razvijati pored heterociste ili biti udaljen od nje; u okviru trihoma se može javiti 1-2 akineta. Obično su slatkovodne, planktonske (Komárek 2013).			
<i>Cuspidothrix issatschenkoi</i> (Usachev) P.Rajaniemi, Komárek, R.Willame, P. Hrouzek, K.Kastovská, L.Hoffmann & K.Sivonen 2005			
Sinonim:	<i>Anabaena issatschenkoi</i> Usachev 1938; <i>Aphanizomenon issatschenkoi</i> (Usacev) Proshkina-Lavrenko 1968.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (STXs, ATX-a, HTX-a).	Invazivna:	Da.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Dunav – fitoplankton, ceo tok (Nemeth i sar. 2002); Reka Krivaja (Đurković i sar. 2004); Reka Dunav kod Bezdana (Čađo i sar. 2005a); Akumulacija Međuvršje (Đurković i sar. 2005a); Reka Sava (Čađo i sar. 2006a); Reka Dunav (Đurković i Čađo 2004; Čađo i sar. 2006b); Akumulacija Šumarice (Simić i sar. 2017); Akumulacija Ćelije (Čađo i sar. 2017a).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Ćelije (BT33722017; BT46482017; BT46492017; BT50752017); Reka Tisa kod Kanjiže (BT43442017; BT46762017).		
<i>Cuspidothrix ussaczevii</i> (Proshkina-Lavrenko) P.Rajaniemi, J.Komárek, R.Willame, P.Hrouzek, K.Kastovská, L.Hoffmann & K.Sivonen 2005			
Sinonim:	<i>Aphanizomenon ussaczevii</i> Proshkina-Lavrenko 1968; Heterotipski: <i>Aphanizomenon elenkinii</i> Kisselev 1951.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Ponjavica (Karadžić i sar. 2005).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

4.1.1.19. Rod *Cyanobium*

Rod *Cyanobium* je u okviru ispitivanih vodnih tela zabeležen samo u vidu jednog taksona (*C. plancticum*), i to na osnovu literaturnog nalaza za samo jedan lokalitet.

Cyanobium R.Rippka & G.Cohen-Bazire 1983

Opis roda: Predstavnici roda *Cyanobium* su kokoidne forme. Ćelije su solitarne ili, nakon deobe, u paru. Ne formiraju kolonije. Malih su dimenzija, obično 1-2 (4) μm duge i oko 1 (-3) μm široke (pikoplanktonske forme). Oblik ćelija je ovalan, elipsoidan do kratko štapičast, bez omotača. Javljaju se u metafitonu stajaćih slatkovodnih ekosistema (Komárek i Anagnostidis 1999).

<i>Cyanobium plancticum</i> (G.Drews, H.Prauser & D.Uhlmann) Komárek, Kopecky & Cepák 1999			
Sinonim:	<i>Synechococcus plancticus</i> G.Drews, H.Prauser & D.Uhlmann 1961.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Zasavica (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

4.1.1.20. Rod *Cyanodictyon*

Za sada su nalazi roda *Cyanodictyon* zabeleženi samo do nivoa roda, i to u okviru ove doktorske teze, što ujedno predstavlja prvi nalaz ovog roda u vodama Srbije. Rod je tom prilikom zabeležen u fitoplanktonu akumulacije Bukulja i potamoplanktonu reke Tise.

<i>Cyanodictyon</i> A.Pascher 1914			
Opis roda: Predstavnicima roda <i>Cyanodictyon</i> su kokoidne forme. Kolonije koje su inicijalno manje-više sferične, ubrzo postaju nepravilno mrežaste (retikulatne), u ravni ili trodimenzionalne; sastoje se od želatinoznih, nepravilno razgranatih i anastomozirajućih (nepravilno isprepletanih) niti, koje u mlađim stadijumima sadrže po jedan niz ćelija, a u kasnijim više. Mukus je nestruktuiran, bezbojan, na krajevima difluentan (postepeno se gubi). Ćelije su sferične ili blago izdužene, dele se isključivo u jednoj ravni. Kolonije slobodno plutaju u vodi (Komárek i Anagnostidis 1999).			
<i>Cyanodictyon</i> A.Pascher sp.			
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Bukulja (BT43712017; BT48152017); Reka Tisa kod Kanjiže (BT43442017).		

4.1.1.21. Rod *Cyanosarcina*

Pregledom literaturnih podataka, može se uočiti da rod *Cyanosarcina* nije prethodno zabeležen u vodama za ljudsku upotrebu u Srbiji. U okviru laboratorijskih analiza tokom ovog istraživanja, sam rod je nađen u bentosnoj zajednici u Savskom jezeru, dok je vrsta *Cyanosarcina chroococcoides* nađena u bentosnoj zajednici reke Vrelo kod Perućica.

<i>Cyanosarcina</i> L.Kováčik 1988			
Opis roda: Predstavnicima roda <i>Cyanosarcina</i> su kokoidne forme. Mikroskopske kolonije, organizovane su u obliku paketa ili nepravilno sferično, zaobljene. Unutar kolonije ćelije su gusto spakovane, obavijene tankim, ali obično čvrstim bezbojnim omotačem. Gusti „sarcinoidni“ paketi na kraju formiraju makroskopske aglomeracije, odnosno obraštaj nepravilnog oblika. Ćelije su sferične, subsferične, ovalne, hemisferične ili nepravilno zaobljene; obavijene mukoznim omotačem i obično gusto smeštene jedna uz drugu. Dele se nepravilno u tri ili više ravni (Komárek i Anagnostidis 1999).			
<i>Cyanosarcina</i> L.Kováčik sp.			
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		

Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Savsko jezero (BT44552013; BT44572013).		
<i>Cyanosarcina chroococcoides</i> (Geitler) Kováčik 1988			
Sinonim:	<i>Myxosarcina chroococcoides</i> Geitler 1927.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Rečice planine Tare - Reka Vrelo kod Perućca (Karadžić i sar. 2016).		
Ovo istraživanje:	Reka Vrelo kod Perućca (BT16882015).		

4.1.1.22. Rod *Cyanostylon*

Rod *Cyanostylon* nije prethodno detektovan u literaturnim podacima u vodama koje se vezuju za vodosnabdevanje i rekreativne aktivnosti. Utvrđen je samo u bentosnoj zajednici Savskog jezera, i to kao *Cyanostylon* sp. i *C. ovoideum*.

<i>Cyanostylon</i> L.Geitler 1928			
Opis roda: Predstavnicu roda <i>Cyanostylon</i> su kokoidne forme. Mikroskopske ili makroskopske kolonije su želatinozne, nepravilne, pričvršćene za supstrat ili u slobodnoj formi. Sastoje se od nekoliko nepravilno ili manje-više radijalno raspoređenih, debelih, talasastih niti (grana), koje se ponekad pretvaraju u amorfnu masu u bazalnom delu kolonije. Čelije postavljene solitarno ili u malim grupama na samim krajevima grana, samo retko se mogu sresti u nizu od svega par ćelija. Želatinozne grane su bezbojne, nekada blago ili izraženo slojevite. Čelije su sferične, a neposredno nakon deobe hemisferične (Komárek i Anagnostidis 1999).			
<i>Cyanostylon</i> L.Geitler sp.			
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Savsko jezero (BT44552013; BT44572013).		
<i>Cyanostylon ovoideum</i> Skuja 1964			
Sinonim:	Nema.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Savsko jezero (BT36522013).		

4.1.1.23. Rod *Cyanothece*

U okviru laboratorijskih analiza tokom ovog istraživanja nisu nađeni predstavnici roda *Cyanothece*. Zabeležen je u svega nekoliko nalaza iz literaturnih podataka. Tom prilikom, nađena je vrsta *Cyanothece aeruginosa*.

<i>Cyanothece</i> Komárek 1976			
Opis roda: Predstavnicu ovog roda su kokoidne forme. Čelije su uglavnom solitarne ili u paru nakon deobe, ali nekada mogu fomirati i aggregate. Nemaju želatinozni omotač ili (retko) imaju tanki hijalinski omotač oko pojedinačnih ćelija. Čelije su široko ovalne do skoro cilindrične, sa			

zaobljenim krajevima. Čelijski sadržaj je u vidu mreže (retikulatan), kao posledica rasporeda tilakoida unutar ćelije (nepravilno do radijalno). Kod nekoliko vrsta je zabeleženo i da se mogu kretati (Komárek i Anagnostidis 1999).

Cyanothece Komárek sp.

Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (nodularin).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Zasavica (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

Cyanothece aeruginosa (Nägeli) Komárek 1976

Sinonim:	<i>Synechococcus aeruginosus</i> Nägeli 1849; <i>Coccochloris aeruginosa</i> (Nägeli) F.E.Drouet & W.A.Daily 1952.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Vlasinsko jezero (Randelović i Blaženčić 1997); Reka Ponjavica (Karadžić i sar. 2005); Aleksandrovačko jezero (Đorđević i Simić 2014).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

4.1.1.24. Rod *Cylindrospermopsis*

U Srbiji je rod *Cylindrospermopsis* zabeležen u vidu samo jednog predstavnika – invazivne i potencijalno toksične vrste *Cylindrospermopsis raciborskii*. U literaturnim nalazima se beleži tek od 2011. godine. Od tada je zabeležen u fitoplanktonu nekoliko lokaliteta, a u okviru ovog istraživanja u čak 6 od ispitivanih vodnih tela.

Cylindrospermopsis G.Seenayya & N.Subba Raju 1972

Opis roda: Predstavnicu roda *Cylindrospermopsis* su trihalne cijanobakterije heterocitne forme. Filamenti su solitarni, slobodno plutaju u vodi; pravi, povijeni ili nepravilno spiralno uvijeni; bez omotača. Trihomi su izopolarni (u toku razvoja heteropolarni, sa jednom heterocistom na jednom kraju), subsimetrični, sa ili bez usečenim poprečnim čelijskim zidovima. Potpuno razvijeni trihomi imaju razvijene heterociste na oba kraja i akinete (1-5) na jednom kraju, razvijene do heterociste, ili malo dalje od nje. Čelije su cilindrične ili bačvaste, obično duže nego šire; blede modro-zelene, žućkasto do maslinasto zelene boje, fakultativno sa aerotopima. Terminalne čelije su konične i blago do oštro izdužene. Heterociste su uvek terminalne i mogu se javiti na oba kraja. Akineti su elipsoidni do cilindrični, razvijaju se u blizini heterociste. Postoji oko 10 morfološki izdvojenih vrsta i uglavnom su sve poreklom iz tropskih krajeva. Tipska vrsta *C. raciborskii* je jedna od, u današnje vreme, najproučavanijih i najznačajnijih planktonskih vrsta koje uzrokuju cvetanje vode; ovo je tropska vrsta i smatra se invazivnom u vodama umerene zone, pri čemu je poslednjih decenija raširila svoje rasprostranjenje na čitavu severnu umerenu zonu (Komárek 2013).

Cylindrospermopsis raciborskii (Woloszynska) Seenayya & Subba Raju 1972

Sinonim:	<i>Anabaena raciborskii</i> Woloszynska 1912.		
Napomena:	Tipska vrsta.		
Potencijalno toksična:	Da (CYN, deoxy-CYN, STXs).	Invazivna:	Da.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Ponjavica (Karadžić 2011; Karadžić i sar. 2013);		

	Aleksandrovačko jezero (Đorđević i Simić 2014; Đorđević i sar. 2015; Đorđević i sar. 2017; Simić i sar. 2014); Zasavica (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017); Paličko jezero, Ludoško jezero, Krvavo jezero (Jovanović i sar. 2015).
Ovo istraživanje:	Akumulacija Pariguz (*IBP06172; *IBP07171; *IBP07172; *IBP08171; *IBP08172; *IBP10171; *IBP10172; *IBP11171; *IBP11172); Krvavo jezero (BB5386); Paličko jezero (BB5385); Ludoško jezero (BB5387); Reka Dunav kod Beograda (BT42872014; BT36752015; BT36792015; BT47412015; BT47452015); Reka Tisa kod Kanjiže (BT31452016; BT33272016).

4.1.1.25. Rod *Cylindrospermum*

Rod *Cylindrospermum* je u Srbiji detektovan u vidu samo jednog predstavnika, a to je vrsta *Cylindrospermum stagnale*. Zabeležena je samo u okviru literaturnih nalaza na dva lokaliteta, dok u ovim ispitivanjima nije uočeno njeno prisustvo.

Cylindrospermum Kützing ex É.Bornet & C.Flahault 1886

Opis roda: Predstavnici roda *Cylindrospermum* su trihalne cijanobakterije heterocitne forme. Filamenti su smešteni unutar amorfnog, mukoznog, obično tamnije modrozelenog ili braonkastog talusa. Trihomi su nepravilno raspoređeni unutar želatinozne mase; cilindrični, nikad se ne granaju, obično iste širine duž čitavog filameta, bez čvrstog omotača i sa zaobljenim terminalnim ćelijama, od kojih se kasnije razvijaju heterociste. Vegetativne ćelije su najčešće cilindrične sa zaobljenim krajevima, retko bačvaste, izodijametrične ili izdužene. Heterociste su uvek terminalne i obično solitarne, javljaju se asimetrično, odnosno sukcesivno na oba kraja. Akineti se uvek razvijaju pored heterociste, uglavnom pojedinačni, retko ih je više u nizu, ili na oba kraja; spoljašnji zid je obično glatke površine, ali kod nekoliko vrsta je zadebljao ili sa episorama u obliku spina ili bradavica. Gotovo svi predstavnici roda formiraju biofilm, razvijaju se u perifitonu i metafitonu slatkovodnih ekosistema sa dosta vodene vegetacije, ili na vlažnom zemljištu (Komárek 2013).

Cylindrospermum stagnale Bornet & Flahault 1886

Sinonim:	Nema homotipskih sinonima. Heterotipski: <i>Anabaena stagnalis</i> Kützing 1843.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (STXs).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Aleksandrovačko jezero (Đorđević i Simić 2014); Zasavica (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

4.1.1.26. Rod *Dolichospermum*

Uz jedan nalaz samog roda zabeleženo je 5 vrsta koje pripadaju rodu *Dolichospermum*, u okviru eksperimentalnog dela ove disertacije. Od ovih vrsta, *D. flos-aquae* ima najveći broj nalaza (ukupno 4). Zajedno sa literaturnim podacima, u Srbiji je detektovano ukupno 12 vrsta ovog roda. Tom prilikom, pored već pomenute vrste, veliki broj nalaza je utvrđeno i za *D. affine* i *D. spiroides*.

Dolichospermum (Ralfs ex Bornet & Flahault) P.Wacklin, L.Hoffmann & J.Komárek 2009

Opis roda: Predstavnici ovog roda su trihalne cijanobakterije heterocitne forme. Trihomi su uglavnom solitarni (retko se nepravilno grupišu); slobodno lebde u vodi u okviru planktonske, retko metafitske zajednice. Mogu biti pravi, blago uvijeni, ili pak spiralno uvijeni, cilindrični, ne

sužavaju se ka krajevima; bez pravog omotača, ali nekad sa nejasno oivičenom bezbojnom ovojnicom; poprečni ćeljski zidovi su obično izraženo usečeni. Ćelije su sferične, bačvaste ili gotovo cilindrične sa zaobljenim krajevima. Uglavnom su izodijametrične, ali mogu biti i do dva puta duže nego šire; obligatno sa gasnim vezikulama koje se grupišu u aerotope. Terminalne ćelije su po obliku slične kao ostale vegetativne. Heterociste i akineti su isključivo interkalarni; akineti se razvijaju do heterociste (paraheterocistozno) ili nešto malo dalje od nje, solitarno ili u nizovima do 5. Ovo je značajan rod kada je reč o „cvetanju“ cijanobakterija, a za nekoliko vrsta je utvrđeno da proizvode cijanotoksine (Komárek 2013).			
<i>Dolichospermum</i> (Ralfs ex Bornet & Flahault) P.Wacklin, L.Hoffmann & J.Komárek sp.			
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da ⁸ .	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Bukulja (BT29872016; BT34512017; BT43712017; BT49692017; BT53082017).		
<i>Dolichospermum affine</i> (Lemmermann) Wacklin, L.Hoffmann & Komárek 2009			
Sinonim:	<i>Anabaena affinis</i> Lemmermann 1898; <i>Anabaena catenula</i> var. <i>affinis</i> (Lemmermann) Geitler 1932.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Tisa kod Sente (Guelmino 1973).		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Sava kod Beograda (Laušević i sar. 1998); Reka Tisa kod Bečeja (Subakov 2001); Reka Dunav (Đurković i Čađo 2004); Reka Ponjavica (Karadžić i sar. 2005; Karadžić 2011); Reka Tisa (Ržaničanin i sar. 2005); Akumulacija Garaši (Karadžić i sar. 2006a; 2006b; 2010); Akumulacija Bukulja (Karadžić i sar. 2006b; 2010); Akumulacija Grlšte (Vučković i Mirjačić-Živković 2008).		
Ovo istraživanje:	Brestovačko (Magaško) jezero (BT37632016; BT37632016); Barajevska reka (BT66812012).		
<i>Dolichospermum circinale</i> (Rabenhorst ex Bornet & Flahault) P.Wacklin, L.Hoffmann & J.Komárek 2009			
Sinonim:	<i>Anabaena circinalis</i> Rabenhorst ex Bornet & Flahault 1886; Heterotipski: <i>Anabaena flos-aquae</i> var. <i>circinalis</i> (Rabenhorst ex Bornet & Flahault) Saunders; <i>Anabaena spiroides</i> f. <i>hassallii</i> Pankow; <i>Anabaena hassallii</i> Wittrock ex Lemmermann 1907.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (ATX-a, MCs, STXs).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Tisa kod Sente (Guelmino 1973).		
Ostali publikovani nalazi:	Akumulacija Ćelije (Grašić i sar. 2004); Akumulacija Veliki Zaton (Miljković i sar. 2004); Akumulacija Borkovac, Paličko jezero (Simeunović i sar. 2005); Akumulacija Gruža (Ranković i Simić 2005).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

⁸Utvrđena toksičnost samo za određene vrste (Komárek 2013) – videti dalje u tabeli.

<i>Dolichospermum flos-aquae</i> (Brébisson ex Bornet & Flahault) P.Wacklin, L.Hoffmann & J.Komárek 2009			
Sinonim:	<i>Anabaena flos-aquae</i> Brébisson ex Bornet & Flahault 1886.		
Napomena:	Tipska vrsta.		
Potencijalno toksična:	Da (ATX-a, ATX-a(S), MCs).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Dunav od Batine do Pančeva, reke Tisa i Tamiš kod ušća u Dunav (Protić 1939); Reka Gradac – Glavni izvor (Marinović 1953); Reka Tisa kod Sente (Guelmino 1973); Ludoško jezero (Đukić i sar 1991); Akumulacije Sot i Zobatnica (Đukić i sar 1991); Borsko jezero (Nikitović 1993).		
Ostali publikovani nalazi:	Akumulacija Gruža (Ranković i sar. 1994a; Čađo i sar. 2016); Reka Jegrička (Pujin i sar. 1996); Akumulacija Provala (Nikolić i sar. 2002; 2003); Reka Dunav - 1426-1249 rkm (Miljanović i sar. 2003); Reka Dunav (Đurković i Čađo 2004); Ludoško jezero (Dulić i Mrkić 1999; Simeunović i sar. 2005); Akumulacija Veliki Zaton (Miljković i sar. 2004); Reka Ponjavica (Karadžić i sar. 2005; Karadžić 2011); Reka Tisa (Ržaničanin i sar. 2005); Plovni Begej kod Srpskog Ibeteja (Đurković i sar. 2005b); Akumulacija Gruža (Ranković i Simić 2005); Paličko jezero (Simeunović i sar. 2005; Nemeš i Matavly 2006); Akumulacija Zobatnica, reka Krivaja kod Srbobrana (Simeunović i sar. 2005).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Potpeć (BT16812015); Akumulacija Radoinja (BT16822015); Reka Dunav kod Beograda (BT66762012; BT73872012); Reka Tisa kod Kanjiže (BT43442017).		
<i>Dolichospermum lemmermannii</i> (Richter) P.Wacklin, L.Hoffmann & J.Komárek 2009			
Sinonim:	<i>Anabaena lemmermannii</i> P.G.Richter 1903; <i>Anabaena flos-aquae</i> f. <i>lemmermannii</i> (P.G.Richter) Canabaeus 1929.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (ATX-a(S), MCs, STXs).	Invazivna:	Da.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Vlasinska tresava (Košanin 1908; 1910).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Dolichospermum macrosporum</i> (Klebhan) Wacklin, L.Hoffmann & Komárek 2009			
Sinonim:	<i>Anabaena macrospora</i> Klebahn 1895.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (ATX-a).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Dunav od Batine do Pančeva, reke Sava i Tamiš kod ušća u Dunav (Protić 1939).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Dolichospermum mucosum</i> (Komárková-Legnerová & Eloranta) Wacklin, L.Hoffmann & Komárek 2009			
Sinonim:	<i>Anabaena mucosa</i> Komárková-Legnerová & Eloranta 1992; Heterotipski: <i>Anabaena spiroides</i> var. <i>ucrainica</i> Skorbatov 1923; <i>Anabaena spiroides</i> f. <i>ucrainica</i> (Skorbatov) Elenkin 1938; <i>Anabaena ucrainica</i> (Skorbatov) M.Watanabe 1996; <i>Dolichospermum ucrainica</i> (Skorbatov) Tuji & Niiyama 2012.		
Napomena:	-		

Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Obedska bara (Milovanović 1949). – Problematično - Nalaz zaveden kao <i>Anabaena spiroides</i> f. <i>ucrainica</i> (Skorbatov) Elenkin, dok je u originalnoj literaturi (Milovanović (1949) prema Cvijan i Blaženčić (1996)) određena kao <i>Anabaena scheremetievi</i> var. <i>ucrainica</i> Schkorbatov.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Dolichospermum planctonicum</i> (Brunnthaler) Wacklin, L.Hoffmann & Komárek 2009			
Sinonim:	<i>Anabaena planctonica</i> Brunnthaler 1903; <i>Anabaena solitaria</i> f. <i>planctonica</i> (Brunnthaler) Komárek 1958.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (ATX-a, CYN).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Dunav 1281-1092 rkm (Milovanović 1965); Reka Tisa kod Sente (Guelmino 1973); Akumulacija Batlava (Urošević 1983; Urošević i Gucunski 1983); Reka Pek (Obušković 1984).		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Dunav (Obušković 1994); Reka Dunav – fitoplankton, ceo tok (Nemeth i sar. 2002); Ludoško jezero (Simeunović i sar. 2005); Akumulacija Sjenica (Čađo i sar. 2015); Akumulacija Prvonek (Denić i sar. 2015).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Prvonek (BT38212014; BT38222014; BT38232014; BT38252014; BT38262014; BT36422015; BT36502015; BT37672016; BT37682016; BT37692016; BT37702016; BT37712016; BT37722016; BT37732016; BT37742016; BT37752016; BT21372017; BT45182017; BT45192017; BT45202017; BT45212017; BT45222017; BT45232017; BT45242017; BT45252017; BT45262017; BT53712017; BT53782017).		
<i>Dolichospermum sigmoideum</i> (Nygaard) Wacklin, L.Hoffmann & Komárek 2009			
Sinonim:	<i>Anabaena sigmoidea</i> Nygaard 1950.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Čelije (BT21142015; BT22782015; BT22802015; BT33472017; BT33482017; BT33562017; BT33572017; BT33652017; BT33712017; BT46492017).		
<i>Dolichospermum smithii</i> (Komárek) Wacklin, L.Hoffmann & Komárek 2009			
Sinonim:	<i>Anabaena solitaria</i> f. <i>smithii</i> Komarek 1958; <i>Anabaena smithii</i> (Komárek) M.Watanabe 1992.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Obedska bara (Milovanović 1949). – Problematično – u originalnoj literaturi (Milovanović (1949) prema Cvijan i Blaženčić (1996)) vrsta određena kao <i>Anabaena scheremetievi</i> var. <i>recta</i> f. <i>rotundispora</i> Elenkin.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Reka Tisa kod Kanjiže (BT24292016; BT30062016).		
<i>Dolichospermum solitarium</i> (Klebahn) Wacklin, L.Hoffmann & Komárek 2009			
Sinonim:	<i>Anabaena solitaria</i> Klebahn 1895; <i>Anabaena catenula</i> var. <i>solitaria</i>		

	(Klebahn) Geitler 1932.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Obedska bara (kao <i>Anabaena scheremetievi</i> var. <i>recta</i> Elenkin u Milovanović (1949) prema Cvijan i Blaženčić (1996)); Dunav 1281-1092 km (kao <i>Anabaena scheremetievi</i> var. <i>recta</i> Elenkin u Milovanović (1965) prema Cvijan i Blaženčić (1996)).		
Ostali publikovani nalazi:	Akumulacija (Uvac) Sjenica (Čađo i sar. 2003); Reka Krivaja (Đurković i sar. 2004); Akumulacija Potpeć (Čađo i sar. 2005b); Reka Sava (Čađo i sar. 2006a); Akumulacija Grlište (Vučković i Mirjačić-Živković 2008); Akumulacija Barje (Ranković i Simić 2009).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Dolichospermum spiroides</i> (Klebhan) Wacklin, L.Hoffmann & Komárek 2009			
Sinonim:	<i>Anabaena spiroides</i> Klebahn 1895.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (ATX-a, ATX-a(S)).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Obedska bara (Milovanović 1949); Carska bara (Gigov i Đerfi 1960); Reka Tisa kod Sente (Guelmino 1973); Paličko jezero (Seleši 1982; Đukić i sar. 1991); Ludoško jezero (Đukić i sar. 1991); Akumulacije Borkovac i Zobatnica (Đukić i sar. 1991).		
Ostali publikovani nalazi:	Stari Begej (Branković 1993); Reka Dunav (Obušković 1994); Reka Jegrička (Pujin i sar. 1996); Reka Tisa kod Bečeja (Subakov 2001); Reka Dunav – fitoplankton, ceo tok (Nemeth i sar. 2002); Reka Dunav – 1426-1249 rkm (Miljanović i sar. 2003); Akumulacija Bovan (Miljanović i sar. 2005); Reka Ponjavica (Karadžić i sar. 2005; Karadžić 2011); Ludoško jezero (Svirčev i sar. 2013).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Dolichospermum viguieri</i> (Denis & Frémy) Wacklin, L.Hoffmann & Komárek 2009			
Sinonim:	<i>Anabaena viguieri</i> Denis & Frémy 1924; <i>Anabaena affinis</i> f. <i>viguieri</i> (Denis & Frémy) Komárek 1958.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Zasavica (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017); Akumulacija Grlište (Ćirić i sar. 2015).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

4.1.1.27. Rod *Eucapsis*

U okviru ovog istraživanja, rod *Eucapsis* zabeležen je sa svega jednim predstavnikom (vrsta *Eucapsis microscopica*, nekadašnja *Chroococcus microscopicus*), i to samo u dva uzorka iz akumulacije Čelije. Nalazi za ovu vrstu u literatirnim podacima do sada nisu zabeleženi.

Eucapsis F.E.Clements & H.L.Shantz 1909

Opis roda: Predstavnici roda *Eucapsis* su kolonijske cijanobakterije kokoidne forme. Kolonije su slobodno-živeće, uglavnom u metafitonu; kubične, sa ćelijama koje su organizovane trodimenzionalno u perpendikularne (vertikalno, normalno postavljene) redove; nekada se kolonije sastoje od podkolonija. Redovi kod starijih kolonija ne moraju biti pravilni. Mukus je bezbojan, hijalinski. Čelije uglavnom nemaju posebne omotače, a po obliku su sferične ili, nakon deobe,

široko ovalne (Komárek i Anagnostidis 1999). Prema Komárek i saradnici (2016c), sugerisano je da se nekoliko vrsta koje se tradicionalno svrstavaju u rod <i>Chroococcus</i> (sa ćelijama prečnika ispod 4–5 µm i trodimenzionalnim kolonijama u kojima su ćelije razmaknute) preklasifikuju u rod <i>Eucapsis</i> .			
<i>Eucapsis microscopica</i> (Komárková-Legnerová & G.Cronberg) Komárek & Hindák 2016			
Sinonim:	<i>Chroococcus microscopicus</i> Komárková-Legnerová & G.Cronberg 1994.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Ćelije (BT46492017; BT46502017).		

4.1.1.28. Rod *Geitlerinema*

Pored nalaza samog roda, koji su zabeleženi u okviru perioda istraživanja (5 vodnih tela, pretežno reke), rod *Geitlerinema* je u literaturnim nalazima prisutan sa svega jednim pripadnikom - *Geitlerinema splendidum*. Tom prilikom, detektovana je u tri akumulacije i u jednoj reci.

<i>Geitlerinema</i> (Anagnostidis & Komárek) Anagnostidis 1989			
Opis roda: Predstavnici roda su trihalne cijanobakterije homocitne forme. Trihomi su manje-više paralelno postavljeni, cilindrični, pravi ili blago povijeni; širine oko 1,5-3 µm. Nemaju usečene ćelijske zidove. Filamenti su pokretni, lagano klize duž longitudinalne ose, nekada uz rotiranje. Ćelije su retko kad kratke, a najčešće 2-4 (6) puta duže nego šire; blede sive ili modro-zelene boje, pri čemu se ne vide jasno odvojene hromatoplazma i centroplazma, a nekada su prisutna vidljiva cijanoficinska zrnca u blizini ćelijskih zidova; bez aerotopa. Kod dobro razvijenih trihoma, apikalne ćelije su povijene i/ili se sferično-kapitatno završavaju (Strunecký i sar. 2017).			
<i>Geitlerinema</i> (Anagnostidis & Komárek) Anagnostidis sp.			
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (MCs ⁹).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Akumulacija Očaga (Blagojević i sar. 2016).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Ćelije (BT25002016; BT33522017; BT33562017); Savsko jezero (BB5357); Reka Lim kod Prijepolja (BT50432015; BT50462015); Reka Tisa kod Kanjiže (BT33272016); Karaklijski Rzav (BT44212015).		
<i>Geitlerinema splendidum</i> (Greville ex Gomont) Anagnostidis 1989			
Sinonim:	<i>Oscillatoria leptotricha</i> var. <i>splendida</i> (Greville) Cooke 1884; <i>Oscillatoria splendida</i> Greville ex Gomont 1892; <i>Porphyrosiphon splendidus</i> (Greville) Drouet 1968; <i>Phormidium splendidum</i> (Greville ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (MCs).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Vlasinsko jezero (Cvijan i Laušević 1991); Borsko jezero (Nikitović 1993).		
Ostali publikovani nalazi:	Borsko jezero (Laušević i Nikitović 1994b); Vlasinsko jezero (Randelović i Blaženčić 1997); Reka Tamiš kod Jaše Tomić (Đurković i sar. 2006); Akumulacija Gruža (Čađo i sar. 2016).		

⁹ Marinski takson (Bernard i sar. 2016).

Ovo istraživanje:	Nije detektovana.
-------------------	-------------------

4.1.1.29. Rod *Glaucospira*

Osim zapisa samog roda, utvrđenog na dve lokacije i jednim literaturnim nalazom, zabeležena je samo jedna vrsta - *Glaucospira laxissima*. Ova vrsta je tokom laboratorijskih ispitivanja nađena u svega jednom uzorku iz potamoplanktona.

Glaucospira G.Lagerheim 1892

Opis roda: Predstavnici roda *Glaucospira* su trihalne cijanobakterije homocitne forme. Filamenti su solitarni, tanki (do 3 µm široki), bez omotača; pravilno spiralno uvijeni, pri čemu su navoji široki. Trihomi se ne sužavaju prema krajevima. Izrazito su pokretni. Čelijski zidovi nisu usečeni. Čelije su modro-zelene ili žućkaste boje, homogenog sadržaja, ponekad sa sitnim granulama. Rod je trenutno prihvaćen kao zaseban rod iz familije Spirulinaceae (Gomont) Hoffmann, Komárek et Kaštovský (Komárek i Anagnostidis 2005), što je zvanično potvrđeno nalazima Simić i sar. (2014).

Glaucospira G.Lagerheim sp.

Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Aleksandrovačko jezero (Đorđević i Simić 2014).		
Ovo istraživanje:	Brestovačko (Magaško) jezero (BT37652016); Reka Lim kod Prijepolja (BT53202015; BT38852016).		

Glaucospira laxissima (G.S.West) Simic, Komárek & Đorđević 2014

Sinonim:	<i>Spirulina laxissima</i> G.S.West 1907.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Aleksandrovačko jezero (Simić i sar. 2014).		
Ovo istraživanje:	Reka Dunav kod Beograda (BT49072016).		

4.1.1.30. Rod *Gloeocapsa*

U okviru ovog istraživanja, rod *Gloeocapsa* je zabeležen samo na jednom lokalitetu. Međutim, u literaturnim nalazima, vezano za vode koje se koriste u rekreativne svrhe ili se dovode u vezu sa vodosnabdevanjem, detektovano je tri vrste ovog roda – *G. bituminosa*, *G. punctata* i *G. sanguinea*.

Gloeocapsa Kützing 1843

Opis roda: Predstavnici ovog roda imaju kolonijsku kokoidnu formu. Kolonije su obično sa većim brojem ćelija, mukozne, amorfne; epilitske ili epifitske (retko slobodno plutaju u metafitonu). Sastoje se od manjih grupacija nepravilno raspoređenih ćelija, koje su individualno obavijene širokim, obično slojevitim, želatinoznim omotačima. Kod nekoliko vrsta ovi omotači mogu biti intenzivno obojeni (žuti, braonkasti, narandžasti, crveni, plavi ili ljubičasti). Želatinozni omotači su obično jasno razgraničeni, u retkim slučajevima se ivice omotača ne vide jasno. Čelije su gotovo uvek sferične, retko blago izdužene ili ovalne, a neposredno nakon deobe hemisferične; blede modro-zelene boje, homogenog sadržaja ili ponekad sa solitarnim granulama; gasne vezikule se javljaju samo kod planktonskih vrsta (Komárek i Anagnostidis 1999).

Gloeocapsa Kützing sp.

Napomena:	-
-----------	---

Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Akumulacija Bubanj (Ranković i sar. 2006).		
Ovo istraživanje:	Savsko jezero (BB5476).		
<i>Gloeocapsa bituminosa</i> (Bory) Kützing 1849			
Sinonim:	<i>Chaos bituminosus</i> Bory 1823; <i>Chroococcus bituminosus</i> (Bory) Hansgirg 1892.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Aleksandrovačko jezero (Đorđević i Simić 2014).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Gloeocapsa punctata</i> Nägeli 1849			
Sinonim:	<i>Coelosphaerium kuetzingianum</i> var. <i>punctata</i> (Nägeli) Playfair 1914.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Gradac, Glavni izvor i izvor Popovo vrelo (Marinović 1959).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Gloeocapsa sanguinea</i> (C.Agardh) Kützing 1843			
Sinonim:	<i>Palmella sanguinea</i> C.Agardh 1824; <i>Microcystis sanguinea</i> (C.Agardh) Kützing 1833.		
Napomena:	Terestrična vrsta.		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Zapadna Morava (Jurišić i sar. 1999).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

4.1.1.31. Rod *Gloeocapsopsis*

Laboratorijskim analizama nije utvrđen ni jedan nalaz predstavnika roda *Gloeocapsopsis*. Pregledom literaturnih podataka za posmatrana vodna tela, u Srbiji postoji samo jedan nalaz ovog roda, za vrstu *G. crepidinum*.

<i>Gloeocapsopsis</i> Geitler ex Komárek 1993			
Opis roda: Predstavnici ovog roda spadaju u kolonijske cijanobakterije kokoidne forme. Solitarne ćelije se retko sreću. Kolonije su obično nepravilnog oblika, sastavljene od gusto i nepravilno spakovanih ćelijskih agregata, okruženih mukoznim omotačem. Ćelije su subsferične, manje-više nepravilno zaobljene, nekada blago izdužene (nikada sferične). Obavijene su tankim, uskim, uglavnom jasno razgraničenim, ponekad slojevitim i obojenim, ćelijskim omotačem. Deoba ćelija se odvija nepravilno u više različitih ravni (Komárek i Anagnostidis 1999).			
<i>Gloeocapsopsis crepidinum</i> (Thuret) Geitler ex Komárek 1993			
Sinonim:	<i>Protococcus crepidinum</i> Thuret 1854; <i>Gloeocapsa crepidinum</i> (Thuret) Thuret 1876; <i>Pleurocapsa crepidinum</i> (Thuret) Ercegovic 1930.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema	Nije detektovana.		

Cvijan i Blaženčić (1996):	
Ostali publikovani nalazi:	Aleksandrovačko jezero (Đorđević i Simić 2014).
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.

4.1.1.32. Rod *Gloeotrichia*

Pored nalaza samog roda, rod *Gloeotrichia* je u Srbiji zabeležen sa dva predstavnika u ispitivanim vodnim telima. Obe vrste (*G. echinulata* i *G. natans*) su zabeležene samo na po jednom lokalitetu, a reč je isključivo o literaturnim zapisima. U okviru laboratorijskog ispitivanja, nije zabeležen ni jedan nalaz ovog roda.

<i>Gloeotrichia</i> J.Agardh ex Bornet & Flahault 1886			
Opis roda: Prema morfološkim karakteristikama, rod pripada grupi kolonijskih trihalnih cijanobakterija heterocitne forme. Filamenti formiraju sluzave kolonije, koje su obično pričvršćene za supstrat i potopljene, retko kad slobodno lebde. Kolonije u kasnijim stadijumima mogu narasti i do makroskopskih veličina, do nekoliko mm u prečniku; odlikuju se maslinasto zelenom, modrozelenom, braonkastom ili mrkom bojom; uglavnom imaju radialno i paralelno raspoređene trihome, pri čemu je osnova orijentisana ka centru kolonije. Filamenti su heteropolarni, sa proširenom osnovom u okviru koje se razvija heterocista, potom omotač odakle se trihom sužava prema apikalnom delu, koji je izdužen u tanku "dlaku"; prisutno je lažno grananje. Omotači su čvrsti pri osnovi, samo u spoljnim delovima nejasno oivičeni, dok su u unutrašnjim želatinizirani; mogu biti bezbojni ili intenzivno obojeni, homogeni ili slojeviti. Trihomi se sužavaju prema vrhu i završavaju "dlakom". Čelije bačvaste ili cilindrične, sužavaju se prema krajevima. Heterocista je bazalna (nekada se može naći i interkalarno), dok se akineti razvijaju odmah do bazalne heterociste, soliotarno ili u parovima (Komárek 2013).			
<i>Gloeotrichia</i> J.Agardh ex Bornet & Flahault sp.			
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Ponjavica (Karadžić 2011); Aleksandrovačko jezero (Đorđević i Simić 2014).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Gloeotrichia echinulata</i> P.G.Richter 1894			
Sinonim:	Nema homotipskih sinonima.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Pek (Obušković 1984).		
Ostali publikovani nalazi:	Aleksandrovačko jezero (Đorđević i Simić 2014).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Gloeotrichia natans</i> Rabenhorst ex Bornet & Flahault 1886			
Sinonim:	<i>Gaillardotella natans</i> (Rabenhorst ex Bornet & Flahault) O. Kuntze 1998.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Obedska bara (Milovanović 1949); Reka Nera (Obušković 1992).		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Dunav – bentos, ceo tok (Makovinská i sar. 2002).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

4.1.1.33. Rod *Gomphosphaeria*

Osim samog roda *Gomphosphaeria*, detektovane su dve vrste ovog roda (*G. aponina* i *G. cordiformis*), ali isključivo u literaturnim nalazima. Laboratorijskim analizama odabranih vodnih tela nije utvrđen nijedan nalaz ovog roda.

Gomphosphaeria Kützing 1836

Opis roda: Vrste ovog roda su kolonijske cijanobakterije kokoidne forme. Kolonije su slobodnoživeće, sferične ili nepravilne, i često se sastoje od subkolonija. Ponekad su obavijene nejasnom, tankom opnom. Iz centra kolonije se radialno širi mreža želatinoznih štapićastih niti koje su uvek tanje od širine ćelija; ove niti se šire pri vrhu i obavijaju individualne ćelije uskim omotačem. Ćelije su uvek izdužene, radialno smeštene na krajevima štapićastih tvorevina, ovalne sa suženim bazalnim delom ili u obliku palice. Nakon deobe, ćelije ostaju da rastu združeno relativno dug period vremena, te obrazuju karakterističnu formu srcastog oblika. Solitarne ćelije ili parovi ćelija su uvek blago razdvojeni jedni od drugih, ponekad blago radialno raspoređeni (Komárek i Anagnostidis 1999).

Gomphosphaeria Kützing sp.

Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Akumulacija Batlava (Karadžić i Vasiljević 1998); Akumulacija Provala (Svirčev i sar. 2013).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

Gomphosphaeria aponina Kützing 1836

Sinonim:	Nema.		
Napomena:	Tipska vrsta roda <i>Gomphosphaeria</i> .		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Obedska bara (Milovanović 1949); Reka Tisa kod Sente (Guelmino 1973).		
Ostali publikovani nalazi:	Vlasinsko jezero (Randelović i Blaženčić 1997); Reka Tisa kod Bečeja (Subakov 2001; Ržaničanin i sar. 2005); Reka Ponjavica (Karadžić i sar. 2005; Karadžić 2011); Akumulacija Bukulja (Karadžić i sar. 2006b; Predojević i sar. 2015b); Akumulacija Garaši (Karadžić i sar. 2006b; Predojević i sar. 2015b).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

Gomphosphaeria cordiformis (Wille) Hansgirg 1886

Sinonim:	<i>Gomphosphaeria aponina</i> var. <i>cordiformis</i> Wolle 1882		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Ludoško jezero (Seleši 1981).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

4.1.1.34. Rod *Heteroleibleinia*

Rod *Heteroleibleinia* je zabeležen sa ukupno tri predstavnika. Od toga, jedan predstavnik je zabeležen u toku ovog istraživanja i to vrsta *H. ucrainica*, koja prethodno nije beležena u

proučavanoj grupi vodnih tela u Srbiji. Duga dva taksona, zabeležena su isključivo u okviru literaturnih nalaza.

Heteroleibleinia (Geitler) Hoffmann 1985

Opis roda: Ovaj rod čine trihalne cijanobakterije homocitne forme. Filameti se javljaju solitarno ili su grupisani; heteropolarni, individualno prikačeni jednim krajem za supstrat. Retko formiraju membranozni, resasti sloj sa paralelno postavljenim skupinama sesilnih filamenata. Filamenti su manje-više kratki, obično do 100 µm dugi, retko duži. Omotači su tanki, čvrsti, bezbojni. Čelijski zidovi unutar trihoma nisu usečeni. Čelije ± izodijametrične, nekad malo duže ili kraće nego šire. Apikalne čelije su obligatno zaobljene, bez kaliptre (ostatka omotača ili nekridične čelije) ili zadebljalog spoljnog zida (Komárek i Anagnostidis 2005).

Heteroleibleinia kuetzingii (Schmidle) Compère 1985

Sinonim:	<i>Lyngbya kuetzingii</i> Schmidle 1897.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Dunav – bentos, ceo tok (Makovinská i sar. 2002).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

Heteroleibleinia purpurascens (Hansgirg ex Hansgirg) Anagnostidis & Komárek 1988

Sinonim:	<i>Lyngbya purpurascens</i> Hansgirg ex Hansgirg 1893.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Kolubara (Veljić i Cvijan 1997).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

Heteroleibleinia ucrainica (Schirshoff) Anagnostidis & Komárek 1988

Sinonim:	<i>Lyngbya kuetzingii</i> f. <i>ucrainica</i> Schirshoff [Sirsov] 1949.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Karaklijski Rzav (BT44212015).		

4.1.1.35. Rod *Heteroscytonema*

Nalazi roda *Heteroscytonema* odnose se isključivo na vrstu *H. crispum*, i to samo u starijim literaturnim nalazima (pre objavljivanja monografije Cvijan i Blaženčić (1996)). Tokom perioda istraživanja, a u okviru mikroskopskih analiza, ova vrsta nije zabeležena nijednom.

Heteroscytonema G.B.McGregor & Sendall 2018

Opis roda: Na osnovu morfoloških karakteristika, pripadnici roda su trihalne cijanobakterije heterocitne forme. Filamenti su solitarni, ili veliki broj njih formira talus u obliku klastera, vunastog izgleda, maslinasto-zelene do tamno zelene boje. Trihomi su pravi do različito uvijeni, nekada blago spiralno uvijeni; cilindrični, sa prisutnim lažnim grananjem, koje počinje formiranjem nekrotičnih (odumirujućih) čelija. Omotači su čvrsti, slojeviti, sa glatkim spoljašnjim delom; bezbojni do žućkasto braon boje kod starijih individua. Trihomi su izopolarni, sa čelijskim zidovima koji nisu usečeni ili su samo blago usečeni. Oblik vegetativnih čelija je diskoidalno do kratkobačvast,

modrozeleno boje. Apikalne ćelije su široko zaobljene. Heterociste su interkalarne, diskoidalnog do subsferičnog oblika; mogu se javljati pojedinačno ili u serijama. Razmnožava se hormogonijama, koje se razvijaju na krajevima grana. Akineti su odsutni (McGregor 2018). Rod je nedavno odvojen od roda *Scytonema*, na osnovu istraživanja Sendall i McGregor (2018).

Heteroscytonema crispum (Bornet ex De Toni) G.B.McGregor & Sendall 2018

Sinonim:	<i>Scytonema crispum</i> Bornet ex De Toni 1907.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Obnica (Marinović 1959); Reka Gradac – Glavni izvor i izvor Popovo vrelo (Marinović 1959); Izvorište reke Banje (Marinović 1963); Izvorište reke Banje i Deguričkog potoka (Marinović 1962; 1964).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

4.1.1.36. Rod *Homoeothrix*

Za sada, u literaturi postoji samo jedan nalaz roda *Homoeothrix* u posmatranim vodama. Tokom ovog istraživanja, prisustvo pomenutog roda nije zabeleženo.

Homoeothrix (Thuret ex Bornet & Flahault) Kirchner 1898

Opis roda: Predstavnicu roda *Homoeothrix* su trihalne cijanobakterije homocitnog talusa. Filamenti su heteropolarni; pravi ili vijugavi, ne granaju se ili, retko, sa lažnim grananjem; rastu solitarno, u malim resastim grupacijama ili klasterima, a nekada talus može narasti i do makroskopskih veličina. Trihomi su manje-više paralelno raspoređeni unutar talusa, osnovom pričvršćeni za supstrat. Omotači su obično tanki i uski, nisu slojeviti ili su blago slojeviti u donjem delu trihoma. Trihomi su pri osnovi zaobljeni, (3) 5-13 µm široki, donekle se postepeno sužavaju prema vrhu i završavaju se u vidu dlake; u retkim slučajevima se sreću taksoni ovog roda koji se sužavaju kratko ili nemaju dlaku. Ćelije su diskoidalne, uvek kraće nego šire (samo su izdužene ako su u okviru dlake); modrozeleno, maslinasto zelene ili crvenkasto-ljubičaste boje. Deo vrsta koje su se svrstavale u ovaj rod su sada reklasifikovane u rod *Tapinothrix* (Komárek i Anagnostidis 2005).

Homoeothrix (Thuret ex Bornet & Flahault) Kirchner sp.

Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Vlasinsko jezero (Randelović i Blaženčić 1997).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

4.1.1.37. Rod *Hydrococcus*

Kada je reč o rodu *Hydrococcus*, postoji samo jedan nalaz iz starijih literaturnih podataka, i to za vrstu *H. rivularis*. Osim toga, ne postoje drugi nalazi predstavnika ovog roda u vodama koje su predmet istraživanja ove disertacije. Takođe, mikroskopske analize odabranih vodnih tela nisu pokazale prisustvo ovog roda.

Hydrococcus Kützing 1833

Opis roda: Pripadnici roda su cijanobakterije kokoidne forme. Ćelije su inicijalno grupisane u jednoslojne, pseudo-parenhimske kolonije, relativno kružnog oblika, a koje prekrivaju supstrat (kamen, biljke) tako što se gusto pakovane ćelije nižu u radijane redove prema ivici. Starije kolonije

ostaju jednoslojne, a u centru mogu izbaciti pseudofilamente (koji su manje-više međusobno paralelni) ili formirati agregate skrupiranih ćelija. Pseudofilamenti su obavijeni tankim bezbojnim omotačem. Takođe, kod starijih kolonija, ćelije formiraju zaravnjen sloj, koji može biti deblji ili tanji, na samoj površini granularan, mrko-zeleni, tamnosmeđi ili ljubičasti makroskopski biofilm. Kod zrelih individua, pojedinačne ćelije su obavijene sopstvenim omotačem. Po obliku su sferične, ovalne, nepravilnog oblika ili (na krajevima pseudofilamenata) izdužene; blede modrozeleno ili maslinasto zelene boje, homogenog sadržaja (Komárek i Anagnostidis 1999).

Hydrococcus rivularis Kützing 1833

Sinonim:	<i>Oncobyrsa rivularis</i> (Kützing) Meneghini 1842; <i>Entophysalis rivularis</i> (Kützing) Drouet 1943.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Tisa kod Sente (Guelmino 1973).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

4.1.1.38. Rod *Isocystis*

Rod *Isocystis* je zabeležen sa dva predstavnika (*I. infusiona* i *I. planctonica*) samo kroz malobrojne literaturne nalaze.

Isocystis A.Borzi ex É.Bornet & C.Flahault 1886 (1888)

Opis roda: Rod *Isocystis* se tradicionalno svrstava u grupu trihalnih cijanobakterija porodice Nostocaceae, na osnovu njihove sposobnosti da formiraju „akinete“. Međutim, ovakva taksonomska klasifikacija i filogenetska pozicija najverovatnije nisu adekvatni, budući da predstavnici ovog roda nemaju sposobnost formiranja heterocisti, te je revizija roda neophodna. Filamenti su solitarni, u mukoznim ili nepravilnim gustim grupacijama (klasterima) ili snopovima (fascikulama); pričvršćeni su za supstrat ili su slobodno-plutajući, sa nejasno ograničenim želatinoznim omotačem. Trihomi se najčešće sužavaju prema vrhu; sa usečenim ćelijskim zidovima. Ćelije su elipsoidne, bačvaste do skoro sferične, ponekad se pri krajevima trihoma sužavaju; bez aerotopa. Heterociste su uvek odsutne, dok se akineti nižu u redovima, interkalarno unutar trihoma, a mogu biti sferičnog ili ovalnog oblika (Komárek 2013).

Isocystis infusiona Borzi ex Bornet & Flahault 1886

Sinonim:	<i>Isocystis infusionum</i> (Kützing) Borzi ex Bornet et Flahault 1888.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Paličko jezero (Seleši 1982).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

Isocystis planctonica Starmach 1962

Sinonim:	Nema homotipskih sinonima.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Akumulacija Bujanj (Ranković i sar. 2006); Akumulacija Šumarice (Ranković i sar. 2006).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

4.1.1.39. Rod *Jaaginema*

Pored nekoliko nalaza neidentifikovanih vrsta ovog roda, pripadnici roda *Jaaginema* zabeleženi su sa još 5 taksona, od kojih je identifikovano ukupno 4. Daleko najveći broj nalaza (kako po broju uzoraka u kojima je nađena, tako i po broju lokaliteta) zabeležen je za vrstu *J. subtilissimum*, koja se nalazi u mnogim akumulacijama, ali i rekama. Pored nje je još zabeležena i *J. metaphyticum* (samo jedan lokalitet), kao i dva taksona koji morfološki podsećaju na vrste *Jaaginema* cf. *gracile* i *Jaaginema* cf. *quadripunctulatum*.

***Jaaginema* K.Anagnostidis & J.Komárek 1988**

Opis roda: Pripadnici ovog roda se svrstavaju u trihalne cijanobakterije homocitnog tipa. Za njih su karakteristični trihomi koji su manje-više fleksibilni, solitarni ili se javljaju u okviru klastera, a mogu formirati i tanak membranozni talus. Nemaju omotače (osim u izuzetnim slučajevima, kada su jako tanki) i uvek su nepokretne, što je generička karakteristika čitavog roda. Trihomi su tanki (do 3 µm široki), sa ćelijskim zidovima koji uglavnom nisu usečeni, a mogu se sužavati prema vrhu. Čelije su cilindrične i, obično, duže nego šire (do 10x duže), retko izodijametrične; ćelijski sadržaj je homogen, bez aerotopa. Apikalne ćelije su uglavnom zaobljene, retko konične (kupaste), bez kaliptre (ostatak omotača ili nekridične ćelije) ili, u izuzetnim slučajevima, sa zadebljalim spoljnim ćelijskim zidom (Komárek i Anagnostidis 2005).

***Jaaginema* K.Anagnostidis & J.Komárek sp.**

Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Ponjavica reka (Karadžić i sar. 2013).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Bukulja (BT49692017); Akumulacija Čelije (BT46482017; BT46492017; BT46502017; BT50752017); Reka Dunav kod Beograda (BT48812012; BT48832012; BT73852012; BT73872012; BT04062016; BT16792016; BT35992016); Karaklijski Rzav (BT26982012).		

***Jaaginema* cf. *gracile* (Böcher) Anagnostidis & Komárek 1988**

Sinonim:	<i>Oscillatoria gracilis</i> Böcher 1949.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Pariguz (*IBP08171; *IBP11171; *IBP11172).		

***Jaaginema* cf. *quadripunctulatum* (Brühl & Biswas) Anagnostidis & Komárek 1988**

Sinonim:	<i>Oscillatoria quadripunctulata</i> Brühl & Biswas 1922; <i>Phormidium quadripunctulatum</i> (Brühl & Biswas) N.L.Gardner 1926		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Reka Lim kod Prijepolja (BT29052016; BT29082016).		

***Jaaginema geminatum* (Schwabe ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988**

Sinonim:	<i>Oscillatoria geminata</i> Schwabe ex Gomont 1892.		
Napomena:	Termalna vrsta.		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema	Vlasinsko jezero (Cvijan i Laušević 1991).		

Cvijan i Blaženčić (1996):			
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Jaaginema metaphyticum</i> Komárek in Anagnostidis & Komárek 1988, nom. inval.			
Sinonim:	Nema.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Ponjavica (Karadžić 2011).		
Ovo istraživanje:	Reka Dunav kod Beograda (BT47412015).		
<i>Jaaginema subtilissimum</i> (Kützing ex Forti) Anagnostidis & Komárek 1988			
Sinonim:	<i>Oscillatoria subtilissima</i> Kützing ex Forti 1907.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Zapadna Morava (Jurišić 2003); Reka Kamenica (Jurišić 2003); Reka Čemernica (Jurišić 2003); Zapadna Morava - sa Kamenicom i Čemernicom (Jurišić 2004); Reka Ponjavica (Karadžić 2011); Akumulacija Grlšte (Ćirić i sar. 2015).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Bukulja (BT29872016; BT43712017); Akumulacija Čelije (BT24952016; BT25052016; BT25072016; BT25222016; BT33622017); Akumulacija Potpeć (BT66172012); Akumulacija Prvonek (BT38222014); Akumulacija Zvornik (BT27052012); Savsko jezero (BT39532012; BT56892012; BT56902012; BT56922012; BT56952012; BT56962012; BT36542013; BB5461; BB5462; BB5466; BB5467; BB5473; BB5353); Akumulacija Parigz (BT34242012; BT34252012; BT56972012; BT56982012; BT34882013; BT34892013; BT46262013; BT46272013; *IBP02172; *IBP03172; *IBP04171; *IBP06171; *IBP06172; *IBP07171; *IBP07172; *IBP08171; *IBP08172; *IBP10171; *IBP10172; *IBP11171; *IBP11172); Akumulacija Duboki Potok (BT34282012); Akumulacija Bela Reka (BT46282013); Reka Dunav kod Beograda (BT66742012; BT66762012; BT86312012; BT86332012; BT33992013; BT34012013; BT51012013; BT51032013; BT52652013; BT62872013; BT31952014; BT51292014; BT36722015; BT36752015; BT35992016); Reka Lim kod Prijepolja (BT66092012; BT34042014; BT43972014; BT38852016); Reka Sava kod Beograda (BT34032013; BT34052013; BT52622013); Reka Tisa kod Kanjiže (BT24292016; BT33272016; BT31922017; BT40802017; BT43442017).		

4.1.1.40. Rod *Johanseninema*

Monotipski rod *Johanseninema* nedavno je odvojen kao zaseban. Sačinjava ga svega jedna vrsta – *J. constrictum*, koja se filogenetski razlikuje od ostalih vrsta roda *Komvophoron*, u koji je prethodno bila svrstana. Tokom perioda istraživanja, ova vrsta je bila prisutna u značajnom broju uzoraka, kako iz reka, tako i akumulacija.

<i>Johanseninema</i> P.Hasler, P.Dvorák & A.Pouličková 2014			
Opis roda: Rod pripada grupi homocitnih trihalnih cijanobakterija. Trihomi su solitarni, oko 4,6 ± 0,2 µm široki, kraći ili duži (preko 50 ćelija), ravni ili savijeni, sa duboko usećenim poprečnim zidovima ćelija (mukozni mostovi, debeli poprečni zidovi), obično izrazito pokretni (klizanjem). Nisu prisutni ni jasno izražen želatinozni omotač, niti sara. Filamenti se raskidaju u kratke delove bez nerekdličnih ćelija. Vegetativne ćelije su bačvaste, izodiametrične, pravougaone ili cilindrične, sa svetlim i tamnim granulama u blizini poprečnih zidova. Sadržaj ćelija se jasno može podeliti na vidljivu perifernu hromatoplazmu i centralnu nukleoplazmu. Apikalne ćelije su obično široko zaobljene. <i>J. constrictum</i> je epipelna slatkovodna vrsta koja se vezuje za muljevite sedimente, često sa organskim detritusom (opis iz: Hašler i sar. 2014a - za rod <i>Johansenia</i> ; kasnije naziv roda promenjen u radu: Hašler i sar. 2014b).			
<i>Johanseninema constrictum</i> (Szafer) Hasler, Dvorák & Pouličková 2014			
Sinonim:	<i>Oscillatoria constricta</i> Szafer 1910; <i>Pseudanabaena constricta</i> (Szafer) Lauterborn 1915; <i>Anabaena constricta</i> (Szafer) Geitler 1925; <i>Komvophoron constrictum</i> (Szafer) Anagnostidis & Komárek 1988; <i>Johansenia constricta</i> (Szafer) Hasler, Dvorák & Pouličková 2014.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Paličko jezero (Seleši 1982); Reka Sitnica (Urošević 1989).		
Ostali publikovani nalazi:	Akumulacija Bujanj (Ostojić i sar. 1995); Reka Tisa kod Bečeja (Subakov 2001); Reka Dunav (Đurković i Čađo 2004); Reka Ponjavica (Karadžić i sar. 2005; Karadžić 2011); Reka Tisa (Ržaničanin i sar. 2005); Reka Tamiš kod Jaše Tomić (Đurković i sar. 2006); Akumulacija Bukulja (Karadžić i sar. 2006b); Aleksandrovačko jezero (Đorđević i Simić 2014).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Bukulja (BT18102017); Akumulacija Ćelije (BT01362017); Savsko jezero (BT39512012; BT39522012; BT56902012; BT56922012; BT56932012; BT56942012; BT56962012; BT36472013; BT36492013; BT50922014); Akumulacija Bela Reka (BT57002012; BT46292013); Reka Dunav kod Beograda (BT20702013; BT52652013); Reka Lim kod Prijepolja (BT66092012; BT50512013); Reka Sava kod Beograda (BT66702012); Barajevska reka (BT66812012).		

4.1.1.41. Rod *Kamptonema*

Rod *Kamptonema* je u analiziranim vodama u Srbiji detektovan sa dva predstavnika, od kojih je u okviru perioda istraživanja zabeležena samo vrsta *K. formosum*, pri čemu je nađena u nekoliko akumulacija. Vrsta *K. okenii* poseduje jedan nalaz iz starijih literaturnih podataka.

<i>Kamptonema</i> O.Strunický, J.Komárek & J.Smarda 2014			
Opis roda: Rod nedavno odvojen iz polifiletske grupe svrstane u okviru roda <i>Phormidium</i> . U vezi s tim, svi sojevi uključeni u klaster <i>Kamptonema</i> imaju sličnu morfologiju, koja se razlikuje od one tipične za rodove <i>Phormidium</i> i <i>Microcoleus</i> . Filamenti su solitarni ili grupisani u kolonije; gotovo uvek bez omotača. Ponekad se javlja po nekoliko paralelno postavljenih trihoma, kojima nedostaju uobičajene čvrste ovojnice. Trihomi su jednostavni, cilindrični celom dužinom i obično se samo blago sužavaju prema krajevima; blede modro-zelene boje; uglavnom sa blago usećenim poprečnim zidovima; uniformne širine 3–5 µm. Ponekad mogu imati savijen i zaobljen vršni deo, uglavnom bez kaliptre. Ćelije su obično ± izodijametrične ili nešto duže ili kraće nego šire. Terminalne ćelije su zaobljene ili blago konične; kod 2–3 krajnje ćelije se može uočiti povijanje duž uzdužne ose, što			

je posebno izraženo tokom kretanja trihoma, koji su izrazito pokretni. Pojedinačne granule su prisutne u ćelijama (Strunecky i sar. 2014).			
<i>Kamptonema formosum</i> (Bory ex Gomont) Strunecký, Komárek & J.Smarda 2014			
Sinonim:	<i>Oscillatoria formosa</i> Bory ex Gomont 1892; <i>Oscillatoria tenuis</i> var. <i>formosa</i> (Bory) Kützing ex Gomont 1892; <i>Phormidium formosum</i> (Bory ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (MCs, HTX-a).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Tisa kod Sente (Guelmino 1973); Reka Dunav kod Zemuna (Đurković 1988); Vlasinsko jezero (Cvijan i Laušević 1991).		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Beljevina (Nikitović i Laušević 1995); Akumulacija Bujanj (Ostojić i sar. 1995); Vlasinsko jezero (Randelović i Blaženčić 1997); Reka Vlasina (Nikitović 1998; Nikitović i Laušević 1999); Reka Tamiš (Marković i Svirčev 1998); Reka Ponjavica (Karadžić i Subakov-Simić 2002; Karadžić i sar. 2005; Karadžić 2011); Reka Krivaja (Đurković i sar. 2004); Reka Tisa kod Bečeja (Ržaničanin i sar. 2005); Plovni Begej kod Srpskog Ibeteja (Đurković i sar. 2005b); Reka Sava (Čađo i sar. 2006a).		
Ovo istraživanje:	Brestovačko (Magaško) jezero (BT37642016); Akumulacija Čelije (BT30432014); Akumulacija Kruščica (BT44202015); Akumulacija Radoinja (BT44162015); Zlatarsko jezero (BT44172015).		
<i>Kamptonema okenii</i> (C.Agardh ex Gomont) Strunecký, Komárek & J.Smarda 2014			
Sinonim:	<i>Lyngbya okenii</i> (C.Agardh) Hansgirg 1884; <i>Oscillatoria okenii</i> C.Agardh ex Gomont 1892; <i>Phormidium okenii</i> (C.Agardh ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Pek (Obušković 1984).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

4.1.1.42. Rod *Komvophoron*

Osim nalaza identifikovanih samo do kategorije roda, do sada je detektovano ukupno tri vrste roda *Komvophoron*, od kojih je u toku ovog ispitivanja zabeleženo dve (*K. minutum* i *K. skujae*), a jedna vrsta (*K. crassum*) isključivo preko literaturnih nalaza. *K. minutum* je zabeležen u relativno velikom broju uzoraka, kako u akumulacijama, tako i u rekama.

***Komvophoron* K.Anagnostidis & J.Komárek 1988**

Opis roda: Pripadnici ovog roda su trihalne cijanobakterije homocitnog tipa. Trihomi su solitarni ili njih nekoliko formira aglomeracije unutar mukozne forme. Filamenti su bez čvrstih omotača; pokretni ili nepokretni; pravi ili blago povijeni; jednostavni i, obično, kratki ili blago izduženi. Čelije su manje-više sferične ili bačvaste, do 10 µm široke; bez aerotopa (Komárek i Anagnostidis 2005). Mogu se naći u epipelnoj zjednici slatkovodnih ekosistema. Nekada se rod *Komvophoron* svrstavao unutar roda *Pseudanabaena* (kao podrod), budući da ove dve grupe imaju mnogo morfoloških sličnosti (Hašler i Pouličková 2010).

***Komvophoron* K.Anagnostidis & J.Komárek sp.**

Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.

Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Radoinja (BT16822015); Akumulacija Uvac (BT16792015); Akumulacija Zaovine (BT16842015); Savsko jezero (BB5463; BB5357; BB5358; BB5361; BB5363).		
<i>Komvophoron crassum</i> (Vozzhennikova) Anagnostidis & Komárek 1988			
Sinonim:	<i>Pseudanabaena crassa</i> Vozzhennikova 1953.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Ponjavica (Karadžić i sar. 2005); Reka Tisa kod Bečeja (Ržaničanin i sar. 2005).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Komvophoron minutum</i> (Skuja) Anagnostidis & Komárek 1988			
Sinonim:	<i>Pseudanabaena minuta</i> Skuja 1948.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Ponjavica (Karadžić 2011); Akumulacija Grlšte (Čirić i sar. 2015).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Čelije (BT44812015; BT33622017; BT33702017; BT50752017; BT61922017); Akumulacija Kruščica (BT16852015; BT44202015); Akumulacija Prvonek (BT38222014); Akumulacija Uvac (BT26952012); Savsko jezero (BT56902012; BT56912012; BT56922012; BB5463; BB5464; BB5465; BB5467; BB5468; BB5469; BB5470; BB5474; BB5475; BB5353); Akumulacija Prvonek (BT56982012); Akumulacija Bela Reka (BT57002012); Reka Dunav kod Beograda (BT34012013; BT18752014; BT42852014; BT42872014; BT53652015; BT04062016; BT49072016); Reka Lim kod Prijepolja (BT66092012; BT17872015; BT50462015; BT53172015; BT53202015; BT52932016).		
<i>Komvophoron skujae</i> Anagnostidis & Komárek 2001			
Sinonim:	Nema.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Radoinja (BT44162015).		

4.1.1.43. Rod *Leibleinia*

Samo jedan predstavnik roda *Leibleinia* je zabeležen u ispitivanim vodama, i to isključivo na osnovu literaturnih nalaza. Tom prilikom, vrsta *L. epiphyticase* vezuje za rečne ekosisteme.

Leibleinia (M.Gomont) L.Hoffman 1985

Opis roda: Pripadnici roda su trihalne cijanobakterije homocitne forme. Filamenti su solitarni, vijugavi ili spiralno uvijeni; 1,5-11 µm široki. Za rod je karakteristično da su specifične epifitske

životne forme. Za supstrat su prikačene celom dužinom ili delovima filameta, a kasnije slobodni na oba kraja. Obligatorno su sa omotačima, a veoma retko sa lažnim grananjem. Omotači su čvrsti, tanki i bezbojni. Trhomi su nepokretni. Čelije su cilindrične, uglavnom blede modro-zelene ili sivkasto-plave boje, bez aerotopa, obično duže nego šire. Još uvek je nedovoljno istražen rod kada je reč o uzgajanju u kulturi i molekularnim analizama (Komárek i Anagnostidis 2005).

Leibleinia epiphytica (Hieronymus) Compère 1985

Sinonim:	<i>Lyngbya epiphytica</i> Hieronymus 1898.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (MCs).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Obnica (Veljić i Cvijan 1997); Reka Dunav – bentos, ceo tok (Makovinská i sar. 2002).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

4.1.1.44. Rod *Lemmermanniella*

Rod je zabeležen sa samo jednom vrstom - *Lemmermanniella parva*, i to prvi put u okviru ove disertacije za ispitivanu grupu vodnih tela. Vrsta je zabeležena u samo jednom uzorku iz reke Tise.

Lemmermanniella L.Geitler 1942

Opis roda: Pripadnici ovog roda su kokoidne forme. Formiraju mikroskopske kolonije unutar mukoznih sfera; jednostavne ili složene, sa po nekoliko sferičnih podkolonija, nekada nepravilno ovalne; slobodno plutaju u planktonu ili metafitonu. Kolonije se sastoje od finog, homogenog, bezbojnog mukoznog omotača, i u centru kolonija nema štapićastih tvorevina. Ispod unutrašnje površine je sloj nepravilno, manje-više tangencionalno poređanih ćelija, nekada prekrivenih slojem tankog, ali jasno izdvojenog sloja kolonijske sluzi. Čelije su ovalne do štapićaste, do nekoliko puta duže nego šire, obično međusobno blago razmaknute ili u manjim grupacijama; blede modro-zelene boje, bez aerotopa (Komárek i Anagnostidis 1999).

Lemmermanniella parva Hindák 1985

Sinonim:	Nema.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Reka Tisa kod Kanjiže (BT43442017).		

4.1.1.45. Rod *Leptolyngbya*

U ispitivanim vodama, osim nalaza samog roda, zabeleženo je još trinaest taksona, od kojih tokom ovog istraživanja ukupno 10. Najveći broj nalaza ima vrsta *L. foveolarum*, koja je nađena u mnogim akumulacijama, ali i u rekama. Među identifikovanim vrstama, njih nekoliko je zabeleženo po prvi put u Srbiji, kada je reč o vodama za ljudsku upotrebu. Novi nalazi odnose se na sledeće vrste: *L. nostocorum*, *L. notata*, *L. perforans* i *L. subtilis*.

Leptolyngbya Anagnostidis & Komárek 1988

Opis roda: Vrste ovog roda su trihalne cijanobakterije homocitnog tipa. Filamenti su retko solitarni, a obično organizovani u pahuljaste klastere; plutaju ili su ± pričvršćeni za supstrat; blago talasasti, retko gotovo pravi; uglavnom se ne sužavaju prema krajevima i ne završavaju kapitatno (sa

izraženim vrhom); fakultativno su sa čvrstim, tankim, hijalinskim omotačima, a retko sa lažnim grananjem. Učestalost pojave omotača varira od vrste do vrste, a manje-više zavisi od sredinskih faktora. Trihomi su široki od 0,5 do 3,5 μm , pokretni (hormogonije) ili nepokretni, sa blago izraženim podrhtajima. Čelije su cilindrične, izodijametrične, duže ili kraće nego šire, obično homogenog sadržaja, bez gasnih vezikula. Rod <i>Leptolyngbya</i> je jako heterogen, ali i jedan od najtežih među cijanobakterijama kada je reč o fenotipskoj karakterizaciji (Komárek i Anagnostidis 2005).			
<i>Leptolyngbya Anagnostidis & Komárek sp.</i>			
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (MCs ¹⁰ , nodularin).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Sava (Simić i sar. 2015).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Bukulja (BT43712017); Akumulacija Čelije (BT44812015; BT01362017; BT33722017); Akumulacija Prvonek (BT36452015); Savsko jezero (BB5362); Akumulacija Pariguz (*IBP02172; *IBP07171); Reka Dunav kod Beograda (BT03872017; BT03912017); Reka Lim kod Prijepolja (BT50432015; BT05942017; BT05972017; BT32922017; BT32952017); Reka Tisa kod Kanjiže (BT35002017; BT43442017); Batarski Rzav (BT44222015).		
<i>Leptolyngbya angustissima</i> (West & G.S.West) Anagnostidis & Komárek 1988			
Sinonim:	<i>Phormidium angustissimum</i> West & G.S.West 1897; <i>Lyngbya angustissima</i> (West & G.S.West) Iltis 1972.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (MCs).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Borsko jezero (Nikitović 1993).		
Ostali publikovani nalazi:	Borsko jezero (Laušević i Nikitović 1994b); Reka Rasina (Ržaničanin 2004).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Leptolyngbya boryana</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988			
Sinonim:	<i>Plectonema boryanum</i> Gomont 1899.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (MCs).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Dunav – bentos, ceo tok (Makovinska i sar. 2002).		
Ovo istraživanje:	Savsko jezero (BT56932012).		
<i>Leptolyngbya fontana</i> (Hansgirg) Komárek 2001			
Sinonim:	<i>Lyngbya fontana</i> Hansgirg 1892; <i>Heteroleibleinia fontana</i> (Hansgirg ex Hansgirg) Anagnostidis & Komárek 1988.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Dunav – bentos, ceo tok (Makovinska i sar. 2002).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

¹⁰ Marinski takson, izvor: Bernard i sar. 2016.

<i>Leptolyngbya foveolarum</i> (Rabenhorst ex Gomont) Anagnostidis et Komárek 1988			
Sinonim:	<i>Phormidium foveolarum</i> Gomont 1892; <i>Lyngbya foveolarum</i> (Gomont) Hansgirg 1892; <i>Leptolyngbya foveolara</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Tisa kod Sente (Guelmino 1973); Reka Pek (Obušković 1984); Samokovska reka (Laušević 1992); Reka Lugomir (Cvijan i Laušević 1993); Borsko jezero (Nikitović 1993).		
Ostali publikovani nalazi:	Borsko jezero (Laušević i Nikitović 1994b); Reka Vlasina (Nikitović 1998; Nikitović i Laušević 1999); Reka Dunav – bentos, ceo tok (Makovinská i sar. 2002); Tisa kod Bečeja (Ržaničanin i sar. 2003); Reka Rasina (Ržaničanin 2004); Reka Ponjavica (Karadžić i sar. 2005; Karadžić 2011); Reka Tisa kod Bečeja (Ržaničanin i sar. 2005); Reka Sava (Čađo i sar. 2006a; Simić i sar. 2015).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Bukulja (BT18592016); Akumulacija Čelije (BT44812015; BT33532017; BT33552017; BT33622017); Akumulacija Kruščica (BT27002012); Akumulacija Međuvršje (BT66142012); Akumulacija Potpeć (BT66172012); Ribničko jezero (BT45942015); Akumulacija Zaovine (BT16842015); Akumulacija Zvornik (BT16912015); Savsko jezero (BT56902012; BT56922012; BT36492013; BT36512013; BT36522013; BT36532013; BT36542013; BT44502013; BT44572013); Akumulacija Pariguz (BT34242012; BT56982012); Akumulacija Duboki Potok (BT57022012); Akumulacija Bela Reka (BT34262012; BT57002012; BT46282013); Reka Dunav kod Beograda (BT71602012; BT15812013; BT18752014; BT18772014; BT31882014; BT31922014; BT31932014; BT31952014; BT42802014; BT42842014; BT42852014; BT42872014; BT12172015); Reka Lim kod Prijepolja (BT66122012; BT86152012; BT53522014; BT53552014; BT17872015; BT30522015; BT30552015; BT50462015; BT53172015; BT53202015; BT29052016; BT29082016; BT38822016; BT38852016; BT52902016; BT52932016; BT05972017); Reka Sava kod Beograda (BT66712012; BT34032013); Reka Tisa kod Kanjiže (BT30062016; BT33272016; BT43442017); Karaklijski Rzav (BT26982012); Reka Vrelo kod Perućca (BT16882015; BT34902015); Barička reka (BT66782012).		
<i>Leptolyngbya laminosa</i> (Gomont ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988			
Sinonim:	<i>Phormidium laminosum</i> Gomont ex Gomont 1892; <i>Lyngbya laminosa</i> (Gomont ex Gomont) Hansgirg 1892.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Vlasinsko jezero (Cvijan i Laušević 1991); Samokovska reka (Laušević 1992).		
Ostali publikovani nalazi:	Vlasinsko jezero (Randelović i Blaženčić 1997); Reka Ponjavica (Karadžić i sar. 2005; Karadžić 2011).		
Ovo istraživanje:	Paličko jezero (BB5385); Reka Dunav kod Beograda (BT42812015; BT42842015); Reka Tisa kod Kanjiže (BT31452016).		
<i>Leptolyngbya lurida</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988			
Sinonim:	<i>Phormidium luridum</i> Gomont 1892; <i>Lyngbya lurida</i> (Gomont) Compère 1985.		

Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Paličko jezero (Seleši 1982); Reka Pek (Obušković 1984); Samokovska reka (Laušević 1992); Reka Lugomir (Cvijan i Laušević 1993).		
Ostali publikovani nalazi:	Vlasinsko jezero (Randelović i Blaženčić 1997); Reka Ponjavica (Karadžić i sar. 2005; Karadžić 2011).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Kruščica (BT44202015); Akumulacija Potpeć (BT1681201); Akumulacija Zaovine (BT44182015); Reka Dunav kod Beograda (BT53652015; BT53682015; BT16712016; BT16742016; BT16752016); Reka Lim kod Prijepolja (BT29082016; BT52932016).		
<i>Leptolyngbya nostocorum</i> (Bornet ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988			
Sinonim:	<i>Plectonema nostocorum</i> Bornet ex Gomont 1892.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Bukulja (BT61092017).		
<i>Leptolyngbya notata</i> (Schmidle) Anagnostidis & Komárek 1988			
Sinonim:	<i>Plectonema notatum</i> Schmidle 1901.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Reka Dunav kod Beograda (BT60722013; BT47452015); Reka Lim kod Prijepolja (BT63872013; BT50432015; BT50462015; BT53172015; BT53202015; BT52932016; BT05942017; BT05972017).		
<i>Leptolyngbya cf. ochracea</i> (Thuret ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988			
Sinonim:	<i>Lyngbya ochracea</i> Thuret ex Gomont 1892.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Pariguz (*IBP08171; *IBP08172).		
<i>Leptolyngbya perforans</i> (Geitler) Anagnostidis & Komárek 1988			
Sinonim:	<i>Schizothrix perforans</i> Geitler 1927.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Zaovine (BT16842015).		
<i>Leptolyngbya subtilis</i> (West) Anagnostidis 2001			
Sinonim:	<i>Lyngbya subtilis</i> West 1892.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.

Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Reka Lim kod Prijepolja (BT30522015; BT32952017).		
<i>Leptolyngbya tenuis</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988			
Sinonim:	<i>Phormidium tenue</i> Gomont 1892.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (MCs).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Tisa kod Sente (Guelmino 1973); Reka Zlatica (Kalafatić, Obušković i Živković 1982); Paličko jezero (Seleši 1982); Reka Veternica i reka Južna Morava kod Vladičinog Hana, Grdelice i ušća Toplice (Martinović-Vitanović i Gucunski 1983); Reka Pek (Obušković 1984); Reka Sava (Obušković i Marković 1987); Vlasinsko jezero (Cvijan i Laušević 1991).		
Ostali publikovani nalazi:	Vlasinsko jezero (Randelović i Blaženčić 1997); Reka Tisa kod Bečeja (Subakov 2001; Ržaničanin i sar. 2005); Reka Ponjavica (Karadžić i Subakov-Simić 2002; Karadžić i sar. 2005; Karadžić 2011); Reka Dunav – bentos, ceo tok (Makovinská i sar. 2002); Reka Rasina (Ržaničanin 2004); Reka Sava (Čađo i sar. 2006a); Reka Dunav (Čađo i sar. 2006b); Akumulacija Kruščica (Karadžić i sar. 2008).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Leptolyngbya valderiana</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988			
Sinonim:	<i>Phormidium valderianum</i> Gomont 1892; <i>Lyngbya valderiana</i> (Gomont) Hansgirg 1905; <i>Phormidium valderiae</i> (Delponte) Schmidle 1901.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Samokovska reka (Laušević 1992).		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Tisa kod Bečeja (Subakov 2001; Ržaničanin i sar. 2003; Ržaničanin i sar. 2005).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Kruščica (BT44202015); Savsko jezero (BT56902012; BT56922012; BT56942012; BT56962012); Reka Dunav kod Beograda (BT42812015; BT42842015; BT53652015; BT53682015; BT16712016); Reka Lim kod Prijepolja (BT66122012; BT30522015; BT50432015; BT50462015; BT53172015; BT53202015; BT38852016; BT52902016; BT52932016).		

4.1.1.46. Rod *Limnococcus*

Za sada se ovaj rod sastoji samo od jedne vrste - *Limnococcus limneticus*, koja je u vodama u Srbiji nađena na velikom broju lokaliteta. U okviru ovog istraživanja, prisustvo ovog taksona je utvrđeno u čak osam akumulacija, dve reke i jednom jezeru.

Limnococcus (Komárek & Anagnostidis) Komárková, Jezberová, O.Komárek & Zapomelová 2010

Opis roda: Nekada klasifikovan kao podrod u okviru roda *Chroococcus* (Komárek i Anagnostidis 1999), sada se ovaj takson klasifikuje kao zaseban rod sa, za sada, svega jednom vrstom. Kod pripadnika ovog roda ćelije su nepravilno raspoređene u širokoj, homogenoj, amorfnoj, bezbojnoj i difluentnoj sluzi; udaljene jedna od druge unutar mikroskopskih kolonija, koje obično imaju mali broj ćelija (2–40). Ćelije su sferične, posle deobe postaju subsferične, do 22 µm u prečniku; obično su sivo-zelene, modro-zelene ili maslinasto-zeleneboje. Ćelije se sukcesivno kroz generacije dele

binarnom deobom u 2–3 ravni, a dostižu originalni sferični oblik pre ponovne deobe (Komárková i sar. 2010).			
<i>Limnococcus limneticus</i> (Lemmermann) Komárková, Jezberová, O.Komárek & Zapomelová 2010			
Sinonim:	<i>Chroococcus limneticus</i> Lemmermann 1898; <i>Gloeocapsa limnetica</i> (Lemmermann) Hollerbach 1938; <i>Anacystis limnetica</i> (Lemmermann) Drouet & Daily 1952.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Vlasinska tresava (Košanin 1908; 1910); Reka Dunav od Batine do Pančeva, reke Sava i Tamiš kod ušća u Dunav (Protić 1939).		
Ostali publikovani nalazi:	Akumulacija Barje (Kalafatić i sar. 1998; Simić 2004); Zapadna Morava (Jurišić i sar. 1999); Reka Ponjavica (Karadžić 2011); Akumulacija Šumarice (Simić i sar. 2017); Akumulacija Čelije (Čađo i sar. 2017a).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Bukulja (BT10402016; BT10412016; BT14612016; BT17312016; BT17812016; BT18592016; BT19382016; BT20942016; BT30442017; BT43712017; BT48152017; BT49692017); Akumulacija Čelije (BT37442015; BT24982016); Akumulacija Garaši (BT07092016; BT07112016; BT07132016); Akumulacija Prvonek (BT53782017+); Akumulacija Radoinja (BT26932012; BT16822015); Akumulacija Zaovine (BT66222012; BT16832015); Savsko jezero (BT44502013; BT44522013; BT44562013; BB5473; BB5474; BB5475; BB5358); Akumulacija Pariguz (BT56972012; BT34882013; BT46262013); Akumulacija Duboki Potok (BT57012012; BT34922013; BT46302013); Dunav kod Beograda (BT36722015; BT36742015; BT36752015; BT36792015); Reka Tisa kod Kanjiže (BT40802017; BT43442017).		

4.1.1.47. Rod *Limnoraphis*

Rod *Limnoraphis* je u posmatranim vodama zabeležen sa svega jednim predstavnikom – *L. cryptovaginata*. Pri tom, malobrojni nalazi odnose se isključivo na literaturne podatke.

<i>Limnoraphis</i> J.Komárek, E.Zapomelová, J.Smarda, J.Kopecky, E.Rejmánková, J.Woodhouse, B.A.Neilan & J.Komárková 2013			
Opis roda: Trihalne cijanobakterije homocitne forme. Filamenti su jednostavni, slobodno plutajući, solitarni ili se javljaju u manjim grupama; široki 5-25 µm, pravi ili blago uvijeni, sa razvijenim omotačima. Omotači su manje-više čvrsti, bezbojni, hijalinski, tanki ili blago zadebljali. Trihomi su pojedinačni unutar same sare (uniserijatni), bez ili sa blago usećenim poprečnim zidovima; cilindrični, ne sužavaju se prema krajevima i nemaju jasno definisane kaliptre. Čelije su cilindrične, uvek kraće nego šire, sa fakultativnim gasnim vezikulama (i aerotopima), a koje mogu biti prisutne u različitim delovima trihoma. Reprodukција se odvija intenzivnom produkcijom hormogonija. Uglavnom se sreću u planktonu slatkih voda (Komárek i sar. 2013).			
<i>Limnoraphis cryptovaginata</i> (Shkorbatov) J.Komárek, E.Zapomelová, J.Smarda, J.Kopecky, E.Rejmánková, J.Woodhouse, B.A.Neilan & J.Komárková 2013			
Sinonim:	<i>Lyngbya cryptovaginata</i> Schkorbatov 1923.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		

Ostali publikovani nalazi:	Reka Ponjavica (Karadžić i sar. 2005; Karadžić 2011); Zasavica (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017).
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.

4.1.1.48. Rod *Limnothrix*

U okviru istraživanja, pored nalaza određenih samo do nivoa roda, identifikovane su ukupno 4 vrste roda *Limnothrix*. *L.planctonica* je nađen u najvećem broju uzoraka iz akumulacija, jezera i reka širom naše zemlje. Pored toga, značajan je broj nalaza *L. redekei*. Vrste, *L. lauterbornii* i *L. obliqueacuminata* su prvi put zabeležene u toku ovog istraživanja u posmatranim vodnim telima, i to samo na po jednom lokalitetu, dok je *L. guttulata* zabeležena samo kroz literaturne nalaze.

<i>Limnothrix</i> M.-E.Meffert 1988			
Opis roda: Rod <i>Limnothrix</i> pripada grupi trihalnih cijanobakterija homocitne forme. Trihomi su solitarni ili u malim, nepravilnim grupacijama (fascikule ili klasteri), izopolarni, obično slobodno živeći; pravi, blago povijeni ili vijugavi; sastoje se od brojnih cilindričnih, uglavnom izduženih ćelija, čiji tanki poprečni zidovi nisu ili su blago usečeni. Filamenti su široki 1-6 µm, ne sužavaju se prema krajevima, bez ili fakultativno sa tankim, hijalinskim omotačima, bez lažnog grananja; nepokretni ili ograničeno pokretni (blago podrhtavanje ili klizanje napred-nazad); često se dezintegrišu. Sve ćelije su morfološki slične, cilindrične, duže nego šire (nekada izdužene) ili ± izodijametrične; blede modro-zelene, plavo-sive, žućkaste, crvene do ružičaste; sve imaju mogućnost deobe kraj apikalnih ili centralnih aerotopa, koji samo povremeno izostaju (zavisno od sredinskih faktora). Imaju sposobnost hromatske adaptacije (varijabilan odnos pigmenta fikocijanina i fikoeritrina). Apikalne ćelije mogu biti zaobljene, zaravnjene, konične ili zašiljene, ali bez kaliptre i nikad kapitatne (Komárek i Anagnostidis 2005).			
<i>Limnothrix</i> M.-E.Meffert sp.			
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (MCs, <i>Limnothrix</i> ?).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Brestovačko (Magaško) jezero (BT37652016; BT37662016); Akumulacija Ćelije (BT25002016); Akumulacija Potpeć (BT16812015); Reka Lim kod Prijepolja (BT63872013; BT53172015).		
<i>Limnothrix guttulata</i> (Goor) I.Umezaki & M.Watanabe 1994			
Sinonim:	<i>Oscillatoria guttulata</i> Goor 1918.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Vlasinsko jezero (Randelović i Blaženčić 1997).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Limnothrix lauterbornii</i> (Schmidle) Anagnostidis 2001			
Sinonim:	<i>Oscillatoria lauterbornii</i> Schmidle 1901; <i>Lyngbya lauterbornii</i> (Schmidle) Utermöhl 1925.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		

Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Reka Lim kod Prijepolja (BT30552015).		
<i>Limnothrix obliqueacuminata</i> (Skuja) Meffert 1988			
Sinonim:	<i>Oscillatoria obliqueacuminata</i> Skuja 1955.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Prvonek (*IBP02171; *IBP02172; *IBP03171; *IBP04171; *IBP06172).		
<i>Limnothrix planctonica</i> (Woloszynska) Meffert 1988			
Sinonim:	Vrsta odvojena od <i>Oscillatoria planctonica</i> Woloszynska 1912.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Tisa kod Sente (Guelmino 1973); Ludoško jezero (Seleši 1981; Đukić i sar. 1991); Paličko jezero (Seleši 1982; Đukić i sar. 1991).		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Sava (Čađo i sar. 2006a); Reka Ponjavica (Karadžić i sar. 2005; Karadžić 2011); Reka Tisa kod Bečeja (Ržaničanin i sar. 2005); Zasavica (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017); Paličko jezero i Krvavo jezero (Jovanović i sar. 2015); Akumulacija Sjenica (Čađo i sar. 2015).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Bukulja (BT48152017); Akumulacija Čelije (BT19612015; BT37442015; BT24962016; BT25062016; BT33482017; BT33572017; BT33632017); Akumulacija Kruščica (BT66212012; BT16852015; BT44202015); Akumulacija Međuvršje (BT66142012); Akumulacija Perućac (BT16892015); Akumulacija Prvonek (BT36422015); Akumulacija Radoinja (BT44162015); Ribničko jezero (BT45952015); Zlatarsko jezero (BT16802015; BT44172015); Savsko jezero (BT56902012; BT56962012; BT36472013; BT36492013; BT36512013; BT36542013; BB5463); Akumulacija Pariguz (BT34242012; BT46262013; *IBP08172; *IBP10171; *IBP10172; *IBP11171); Akumulacija Bela Reka (BT34262012; BT56992012); Krvavo jezero (BB5386); Paličko jezero (BB5385); Reka Dunav kod Beograda (BT15772013; BT34012013; BT60762013; BT62892013; BT42872014; BT51312014; BT18772014; BT31882014; BT31922014; BT42802014; BT42842014; BT42872014; BT51312014; BT51362014; BT12212015; BT36792015; BT13852015; BT36742015; BT53682015; BT16712016; BT16742016; BT16752016; BT16792016; BT35992016; BT49032016; BT49072016); Reka Lim kod Prijepolja (BT86152012; BT18762013; BT34962013; BT63902013); Reka Tisa kod Kanjiže (BT40802017); Karaklijski Rzav (BT26982012).		
<i>Limnothrix redekei</i> (Goor) Meffert 1988			
Sinonim:	<i>Oscillatoria redekei</i> Goor 1918; <i>Pseudanabaena redekei</i> (Goor) B.A. Whitton 2011.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (STXs?).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Paličko jezero (Seleši 1982); Reka Dunav kod Smedereva (Đurković 1988).		

Ostali publikovani nalazi:	Reka Tisa kod Bečeja (Subakov 2001; Ržaničanin i sar. 2003; 2005); Reka Dunav – fitoplankton, ceo tok (Nemeth i sar. 2002); Reka Dunav kod Bezdana (Čađo i sar. 2005a); Reka Ponjavica (Karadžić i sar. 2005; Karadžić 2011; Karadžić i sar. 2013); Reka Krivaja kod Srbobrana (Simeunović i sar. 2005); Reka Tamiš kod Jaše Tomić (Đurković i sar. 2006); Reka Sava (Čađo i sar. 2006a); Aleksandrovačko jezero (Đorđević i Simić 2014); Paličko jezero (Jovanović i sar. 2015); Akumulacija Sjenica (Čađo i sar. 2015).
Ovo istraživanje:	Akumulacija Kruščica (BT16852015); Savsko jezero (BT36472013); Akumulacija Pariguz (BT34242012; BT34252012; BT56972012; *IBP02171; *IBP02172; *IBP03171; *IBP03172; *IBP04171; *IBP04172; *IBP05171; *IBP05172; *IBP06171; *IBP06172; *IBP08171; *IBP08172; *IBP10171; *IBP10172; *IBP11171; *IBP11172); Akumulacija Bela Reka (BT34262012); Krvavo jezero (BB5386); Paličko jezero (BB5385); Reka Dunav kod Beograda (BT86262012; BT86302012; BT86312012; BT15772013; BT20682013; BT20702013; BT18752014; BT18772014; BT42802014; BT42852014; BT42872014; BT13832015; BT13852015; BT04022016; BT04062016; BT16792016; BT16742016; BT49072016; BT03872017).

4.1.1.49. Rod *Lyngbya*

Osim identifikovanih nalaza samog roda *Lyngbya*, zabeleženo je ukupno 5 vrsta (odnosno 6 taksona) u vodama namenjenim vodosnabdevanju i rekreaciji u Srbiji. Međutim, svi pomenuti nalazi odnose se na literaturne podatke.

Lyngbya C.Agardh ex Gomont 1892

Opis roda: Rod *Lyngbya* pripada grupi trihalnih cijanobakterija homocitne forme. Filamenti se javljaju solitarno, retko u grupama od nekoliko združenih u klaster. Omotači (sare) su čvrsti, zadebljali, sa jasno razgraničenim ili sa želatinizovanim spoljnim ivicama, homogeni ili slojeviti; obično zatvoreni, retko otvoreni na krajevima, u vidu želatinoznog oklopa; u okviru jednog omotača se obično razvija samo jedan trihom. Omotači su bezbojni ili smeđe boje (pogotovo kod zrelijih trihoma). Trihomi su široki 6-28 μm , manje-više pravi ili nepravilno vijugavi, cilindrični, nemaju usečene poprečne ćelijske zidove. Čelije su izuzetno kratke, a uvek kraće nego duže. Apikalne ćelije mogu biti zaobljene ili kapitatne (Komárek i Anagnostidis 2005).

Lyngbya C.Agardh ex Gomont sp.

Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno. ¹¹	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Akumulacija Đerdap (Milovanović 1984); Obedska bara (Milovanović i Obušković 1978); Reka Pek (Obušković 1984); Akumulacija Perućac i Zvornik (Obušković 1986); Reka Drina kod Malog Zvornika (Obušković 1986); Reka Ibar (Urošević 1989).		
Ostali publikovani nalazi:	Veliki i Mali Rzav (Obušković i Obušković 2000); Paličko jezero, reka Krivaja kod Srbobrana, reka Tisa kod Novog Kneževca, reka Begej kod Srpskog Itebeja (Simeunović i sar. 2005); Akumulacija Šumarice (Ranković i sar. 2006); Akumulacija Barje (Ranković i Simić 2009).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

¹¹ Za nekoliko vrsta ovog roda (*L. majuscula*, *L. robusta* i *L. wollei*) je zabeleženo da produkuju toksine (Bernard i sar. 2016), ali ti taksoni nisu zabeleženi u okviru ovog istraživanja.

<i>Lyngbya aestuarii</i> Liebman ex Gomont 1892			
Sinonim:	Nema homotipskih sinonima. U Cvijan i Blaženčić (1996) se navodi kao: <i>Lyngbya aestuarii</i> (Mertens) Leibman, sa sinonimom <i>Conferva aestuarii</i> Mertens 1816.		
Napomena:	Marinska/halofitna vrsta. Potrebna revizija nalaza kroz dalja istraživanja.		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Vlasinska tresava (Košanin 1908; 1910); Reka Tisa kod Sente (Guelmino 1973).		
Ostali publikovani nalazi:	Aleksandrovačko jezero (Đorđević i Simić 2014).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Lyngbya joanniana</i> (Kützing ex Gomont) Hansgirg 1892			
Sinonim:	<i>Phormidium joannianum</i> Kützing ex Gomont 1892; <i>Phormidium subfuscum</i> f. <i>joannianum</i> (Kützing ex Gomont) Elenkin 1949.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Pek (Obušković 1984).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Lyngbya major</i> Meneghini ex Gomont 1892			
Sinonim:	Nema.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Dunav – bentos, ceo tok (Makovinská i sar. 2002).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Lyngbya martensiana</i> Meneghini ex Gomont 1892			
Sinonim:	<i>Phormidium martensianum</i> (Meneghini ex Gomont) Anagnostidis & Komarek; <i>Leibleinia martensiana</i> (Meneghini) Kützing 1847; <i>Porphyrosiphon martensianus</i> (Meneghini ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Tisa kod Sente (Guelmino 1973); Reka Pek (Obušković 1984).		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Kolubara (Veljić i Cvijan 1997); Reka Dunav – bentos, ceo tok (Makovinská i sar. 2002); Aleksandrovačko jezero (Đorđević i Simić 2014).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Lyngbya martensiana</i> f. <i>tenuivaginata</i> Gomont ex Forti 1907			
Sinonim:	Nema.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Pek (Obušković 1984).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		

Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Lyngbya spirulinoides</i> Gomont ex Gomont 1892			
Sinonim:	Nema.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Pek (Obušković 1984).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

4.1.1.50. Rod *Merismopedia*

Rod *Merismopedia* je zabeležen u posmatranim vodnim telima sa ukupno 7 vrsta, od kojih je u tokom izrade ove disertacije zabeleženo 5. Tom prilikom, vrsta *M. tenuissima* je zabeležena u najvećem broju uzoraka, uzetih iz svega nekoliko jezera, akumulacija i reka. Pored nje, značajan je i broj nalaza vrste *M. glauca*, dok su *M. elegans*, *M. punctata* i *Merismopedia* cf. *trolleri* zabeležene u svega nekolicini uzoraka. Ostale vrste su zabeležene samo literaturno.

Merismopedia F.J.F.Meyen 1839

Opis roda: Predstavnicu roda su kokoidne forme. Kolonije su mikroskopske, retko makroskopske, slobodno lebdeće; oblika table, sa jednim slojem ćelija pakovanih (gušće ili ređe) u ravni čineći tako koloniju, koja je prvobitno kvadratnog ili pravougaonog oblika, a kasnije nepravilnih ivica, zaravnjena ili talasasta; velike kolonije su nekada povijene ili se sastoje od nekoliko podkolonija. Kolonije se uglavnom sastoje od nekoliko do veoma velikog broja ćelija; ćelije su normalno postavljene u redovima (perpendikularno), pri čemu mogu biti međusobno blizu ili udaljene. Mukus kolonije je bezbojan, nediferenciran, hijalinski, obično sa nejasno izraženom marginom; ćelije nekada poseduju individualne želatinozne omotače. Ćelije su sferične ili široko eliptične, nakon deobe hemisferične, homogenog blede ili svetlo modro-zelenog ili crvenkastog sadržaja; kod nekoliko vrsta se u centralnom delu ćelije javljaju refraktivna telašca ili aerotopi. Deoba ćelija se vrši naizmenično u dve ravni (naspramno) svake naredne generacije (Komárek i Anagnostidis 1999).

Merismopedia F.J.F.Meyen sp.

Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (MCs).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka reka Sava od 62-21 km (Obušković 1979a); Reka Dunav kod Pančeva (Obušković 1982; Obušković i Kalafatić 1983); Reka Pek (Obušković 1984); Akumulacije Zvornik i Perućac (Obušković 1986); Reka Drina kod Malog Zvornika (Obušković 1986).		
Ostali publikovani nalazi:	Akumulacija Barje (Kalafatić i sar. 1998; Simić 2004); Reka Dunav – fitoplankton, ceo tok (Nemeth i sar. 2002); Akumulacija Šumarice (Simić i sar. 2017).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

Merismopedia elegans A.Braun ex Kützing 1849

Sinonim:	Nema.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Ludoško jezero (Seleši 1981).		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Dunav od Velikog Gradišta do Prahova (Simić i sar. 1997); Veliki i Mali Rzav (Obušković i Obušković 2000); Reka Tisa kod Bečeja (Subakov 2001); Reka Dunav kod Bezdana (Čađo i sar.		

	2005a); Akumulacija Međuvršje (Đurković i sar. 2005a); Reka Ponjavica (Karadžić i sar. 2005; Karadžić 2011); Plovni Begej kod Srpskog Ibeteja (Đurković i sar. 2005b); Reka Sava (Čađo i sar. 2006a); Reka Dunav (Đurković i Čađo 2004; Čađo i sar. 2006b); Akumulacija Bujanj (Ranković i sar. 2006).		
Ovo istraživanje:	Savsko jezero (BT36542013); Akumulacija Duboki Potok (BT46302013).		
<i>Merismopedia glauca</i> (Ehrenberg) Kützing 1845			
Sinonim:	<i>Gonium glaucum</i> Ehrenberg 1838.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Dunav od Batine do Pančeva (Protić 1939); Reka Sava pri ušću u Dunav (Protić 1939); Reka Tisa kod Sente (Guelmino 1973); Borsko jezero (Nikitović 1993).		
Ostali publikovani nalazi:	Borsko jezero (Laušević i Nikitović 1994b); Reka Beljevina (Nikitović i Laušević 1995); Reka Ponjavica (Karadžić i sar. 2005; Karadžić 2011); Reka Tamiš kod Jaše Tomić (Đurković i sar. 2006); Akumulacija Bukulja (Karadžić i sar. 2006b; Predojević i sar. 2015b); Aleksandrovačko jezero (Đorđević i Simić 2014); Zasavica (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Čelije (BT50752017); Akumulacija Zvornik (BT16912015); Savsko jezero (BT39512012; BT39522012; BT39532012; BT39542012; BT56962012; BT36542013; BT44502013; BT44572013); Akumulacija Duboki Potok (BT34292012; BT57012012; BT34922013; BT34932013; BT46312013); Reka Dunav kod Beograda (BT42802014); Reka Tisa kod Kanjiže (BT36522016; BT46762017).		
<i>Merismopedia hyalina</i> (Ehrenberg) Kützing 1845			
Sinonim:	Nema.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Zasavica (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Merismopedia minima</i> G.Beck 1897			
Sinonim:	Nema.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Ludoško jezero (Seleši 1981); Vlasinsko jezero (Cvijan i Laušević 1991).		
Ostali publikovani nalazi:	Dunav od Velikog Gradišta do Prahova (Simić i sar. 1997); Reka Ponjavica (Karadžić i sar. 2005; Karadžić 2011); Reka Tisa kod Bečeja (Ržaničanin i sar. 2005); Akumulacija Bukulja (Karadžić i sar. 2006b; Predojević i sar. 2015b); Akumulacija Garaši (Karadžić i sar. 2006b; Predojević i sar. 2015b).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Merismopedia punctata</i> Meyen 1839			
Sinonim:	Nema homotipskih sinonima. Heterotipski: <i>Merismopedia kuetzingii</i> Nägeli 1849; <i>Merismopedia convoluta</i> f. <i>minor</i> Wille 1922; <i>Merismopedia haumanii</i> Kufferath 1942; <i>Agmenellum tranquillum</i>		

	(Ehrenberg) Trevisan 1842.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Ludoško jezero (Seleši 1981); Paličko jezero (Seleši 1982; Đukić i sar. 1991).		
Ostali publikovani nalazi:	Vlasinsko jezero (Randelović i Blaženčić 1997); Reka Tamiš (Marković i Svirčev 1998); Reka Dunav – bentos, ceo tok (Makovinska i sar. 2002); Reka Tisa kod Bečeja (Ržaničanin i sar. 2005); Akumulacija Šumarice (Ranković i sar. 2006); Reka Ponjavica (Karadžić 2011); Aleksandrovačko jezero (Đorđević i Simić 2014).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Pariguz (*IBP11172).		
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemmermann 1898			
Sinonim:	Nema.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Tisa kod Sente (Guelmino 1973); Reka Sava od 62-21 km (Obuškić 1979); Reka Južna Morava (Nartinović-Vitanović i Gucunski 1983); Vlasinsko jezero (Cvijan i Laušević 1991); Akumulacija Zobatnica (Đukić i sar. 1991).		
Ostali publikovani nalazi:	Akumulacija Gruža (Ranković i sar. 1994a; Ranković i Simić 2005); Vlasinsko jezero (Randelović i Blaženčić 1997); Reka Kolubara (Veljić i Cvijan 1997); Jezero Palić (Dulić i Mrkić 1998; Svirčev et al. 2013); Reka Ponjavica (Karadžić i Subakov–Simić 2002; Karadžić i sar. 2005; Karadžić 2011); Reka Dunav - 1426-1249 rkm (Miljanović i sar. 2003); Reka Krivaja (Đurković i sar. 2004); Zapadna Morava - sa Kamenicom i Čemernicom (Jurišić 2004); Reka Dunav kod Bezdana (Čađo i sar. 2005a); Reka Tisa kod Bečeja (Ržaničanin i sar. 2005); Reka Dunav (Đurković i Čađo 2004; Čađo i sar. 2006b); Akumulacija Bujanj (Ranković i sar. 2006); Akumulacija Šumarice (Ranković i sar. 2006); Akumulacija Barje (Ranković i Simić 2009); Zasavica (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017); Akumulacija Bukulja (Predojević i sar. 2015b).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Čelije (BT44812015; BT33482017; BT33532017; BT34482017; BT46482017; BT46492017); Savsko jezero (BT39522012; BT39532012; BB5470; BB5475); Akumulacija Pariguz (*IBP08171; *IBP08172; *IBP10171; *IBP10172; *IBP11171; *IBP11172); Krvavo jezero (BB5386); Paličko jezero (BB5385); Reka Dunav kod Beograda (BT52632013; BT52652013); Reka Tisa kod Kanjiže (BT27742016; BT30062016; BT31452016; BT31922017; BT35002017; BT43442017).		
<i>Merismopedia cf. trolleri</i> Bachmann 1920			
Sinonim:	Nema.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Pariguz (*IBP11172).		

4.1.1.51. Rod *Microcoleus*

Utvrđeno je ukupno 5 vrsta roda *Microcoleus* u istraživanjima odabranih vodnih tela u Republici Srbiji. Od toga, tri vrste, *M. amoenus*, *M. autumnalis* i *M. fonticola* su zabeležene u uzorcima u ovoj disertaciji. Vrsta, *M. fonticola* je prvi put detektovana u jednom uzorku iz veštačke akumulacije, dok su ostale dve vrste nađene u nekoliko uzoraka brzotekućih reka. Pored ovih, dve vrste (*M. attenuatus* i *M. caucasicus*) su zabeležene samo na osnovu nalaza iz literaturnih podataka.

***Microcoleus* Desmazières ex Gomont 1892**

Opis roda: Pripadnici roda spadaju u trihalne cijanobakterije homocitnog tipa. Nedavno izvršene molekularne analize zasnovane na 16S rDNA i 16S-23S ITS, pokazale su da je tipska vrsta ovog roda (*Microcoleus vaginatus* Gomont ex Gomont) filogenetski jako bliska sa *Phormidium autumnale* Gomont. To je dovelo do toga da se *Ph. autumnale*, kao i mnoge druge vrste koje su na osnovu Komárek i Anagnostidis (2005) svrstane u VII grupu roda *Phormidium*, reklasifikuju u rod *Microcoleus*. Talus svih prirodnih populacija, koje pripadaju *Microcoleus/Ph.autumnale* klasi, je želatinozan, formira tanki i obično kompaktni biofilm na supstratu ili strukture u vidu kanapa/traka. Trihomi su pokretni i izopolarni. Omotači su tanki, bezbojni, čvrsti ili difluentni, sadrže po jedan, dva ili više paralelno postavljenih trihoma unutar jedne ovojnice. Trihomi se sužavaju prema krajevima i, uglavnom, poseduju kaliptru u zrelom stadijumu. Kaliptre su obično prisutne samo kod nekoliko trihoma unutar populacije, što se naročito dešava ako se filamenti brzo razvijaju i šire. Čelije su kraće nego šire do \pm izodimetrične, uglavnom široke 4–10 μ m. Obično se u ćelijama mogu uočiti brojne granule različitih tipova. Boja ćelija je obično svetlo do tamno ili sivkasto zelena, povremeno smeđa ili žućkasta, izuzetno crvenkasta. U kulturama, stari trihomi dobijaju smeđu boju, a boja ćelija ponekad zavisi od položaja trihoma u skupini (sivkasto/tamno-zelena u gornjem delu i svetlo zelena na dnu), što ukazuje na prisustvo fotoprotektivnih supstanci ili na promene u odnosu fikoeritrina i fikocijanina (Strunecký i sar. 2013).

***Microcoleus amoenus* (Gomont) Strunecky, Komárek & J.R.Johansen 2013**

Sinonim:	<i>Oscillatoria amoena</i> Gomont 1892; <i>Phormidium amoenum</i> Kützing ex Anagnostidis & Komárek 1988.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da ¹² .	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Lugomir (Cvijan i Laušević 1993).		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Ponjavica (Karadžić i sar. 2005; Karadžić 2011).		
Ovo istraživanje:	Reka Lim iz Prijepolja (BT18302014; BT50432015; BT50462015); Barička reka (BT66782012).		

***Microcoleus attenuatus* (Fritsch) Strunecky, Komárek & J.R.Johansen 2013**

Sinonim:	<i>Lyngbya attenuata</i> F.E.Fritsch 1912.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Zapadna Morava (Jurišić 2003); Zapadna Morava - sa Kamenicom i Čemernicom (Jurišić 2004).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

***Microcoleus autumnalis* (Gomont) Strunecky, Komárek & J.R.Johansen 2013**

Sinonim:	<i>Phormidium autumnale</i> Gomont 1892; <i>Lyngbya autumnalis</i> (Gomont) P.A.C.Senna 1983.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (Antx-a, HTX-a)	Invazivna:	Nije utvrđeno.

¹² Nije navedeno (Quiblier i sar. 2013).

Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Paličko jezero, Ludoško jezero, akumulacija Borkovac i akumulacija Zobatnica (Đukić i sar. 1991).		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Ibar (Urošević i sar. 1995); Reka Jegrička (Pujin i sar. 1996); Reke Obnica, Jablanica i Kolubara (Veljić i Cvijan 1997); Reka Tisa (Branković i Budakov 2001); Reka Dunav – bentos, ceo tok (Makovinská i sar. 2002); Stanjanska reka (Simić 2002); Reka Dunav - 1426-1249 rkm (Miljanović i sar. 2003); Reka Ponjavica (Karadžić i sar. 2005; Karadžić 2011); Reka Tisa kod Bečeja (Ržaničanin i sar. 2005); Akumulacija Zobatnica; Reka Krivaja kod Srbobrana, Begej kod Srpskog Itebeja (Simeunović i sar. 2005).		
Ovo istraživanje:	Batarski Rzav (BT44222015); Karaklijski Rzav (BT44212015); Reka Vrelo kod Peruća (BT34902015).		
<i>Microcoleus caucasicus</i> (Elenkin & Kosinskaja) Strunecky, Komárek & J.R.Johansen 2013			
Sinonim:	<i>Oscillatoria terebriformis</i> f. <i>caucasicus</i> Elenkin & Kossinskaja 1949; <i>Phormidium caucasicum</i> (Elenkin & Kossinskaja) Anagnostidis 2001.		
Napomena:	Stanište vrste su mineralni izvori.		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Pek (Obušković 1984).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Microcoleus fonticola</i> (Kirchner ex Hansgirg) Strunecky, Komárek & J.R.Johansen 2013			
Sinonim:	<i>Lyngbya fonticola</i> Kirchner ex Hansgirg 1892; <i>Phormidium fonticola</i> Kützing ex Gomont 1892.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Zlatarsko jezero (BT16802015).		

4.1.1.52. Rod *Microcrocis*

Tokom perioda istraživanja, rod *Microcrocis* je zabeležen u svega dva uzorka. Pored ovih nalaza, postoje zapisi za vrstu *M. geminata* iz starijih publikacija (Cvijan i Blaženčić 1996), koja je u prvobitnom izdanju opisana kao vrsta *Holopedia dietelii* (videti ispod).

Microcrocis P.G.Richter 1892

Opis roda: Pripadnici roda su kolonijske cijanobakterije kokoidne forme. Kolonije su mikroskopske do vidljive golim okom, ravne, tabularne, slobodno živeće, želatinozne, sastavljene od jednog sloja gusto pakovanih ćelija, a nekada se sastoje od više podkolonija; ćelije su ponekad poređane naspramno u redove (obično kod mlađih kolonija), kasnije prilično nepravilnog rasporeda; mukozni omotač kolonije je bezbojan, a ćelije ne poseduju sopstvene omotače. Ćelije su izdužene, elipsoidne, ovalne ili štapičaste, sa zaobljenim krajevima, orijentisane dužom osom normalno na ravan kolonije. Dele se uzdužno u dve naspramne ravni sukcesivno kroz generacije i normalno na ravan kolonije (Komárek i Anagnostidis 1999).

Microcrocis P.G.Richter sp.

Napomena: -

Potencijalno toksična: Nije utvrđeno. Invazivna: Nije utvrđeno.

Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996): Nije detektovana.

Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Pariguz (*IBP08172; *IBP10171).		
<i>Microcrocis geminata</i> (Lagerheim) Geitler 1942			
Sinonim:	<i>Merismopedia geminata</i> Lagerheim 1883; <i>Holopedia geminata</i> (Lagerheim) Lagerheim 1893; <i>Holopedium geminatum</i> (Lagerheim) Lagerheim 1893.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Paličko jezero (zabeležena u Seleši (1982) prema Cvijan i Blaženčić (1996), ali kao <i>Holopedia dietelii</i> (Richter) Migula).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

4.1.1.53. Rod *Microcystis*

Pored nalaza koji su identifikovani samo do nivoa roda, ukupno 10 vrsta koje pripadaju rodu *Microcystis* je zabeleženo u vodama koje se dovode u vezu sa vodosnabdevanjem i rekreacijom na području naše zemlje. Od toga, svega 5 vrsta je detektovano u odabranim vodnim telima tokom perioda istraživanja. Takson sa daleko najvećim brojem nalaza je *M. aeruginosa*, koji je utvrđen u mnogim akumulacijama i jezerima. Vrsta *M. ichthyoblabe* je prvi put zabeležena u okviru ovog istraživanja za ispitivanu grupu voda u našoj zemlji.

Microcystis Kützing ex Lemmermann 1907

Opis roda: Pripadnike roda karakteriše kolonijska kokoidna forma. Kolonije su mikroskopske ili makroskopske, slobodno-lebdeće; sferične, ovalne, u vidu više lobusa (lobatne) do nepravilnog oblika, a mogu se sastojati od podkolonija ili formirati grupacije kolonija; ćelije su gusto ili razređeno raspoređene unutar zajedničkog želatinoznog omotača. Mukus je tanak, bezbojan, uglavnom homogen ili sa blago izraženim slojevima, difluentan ili jasno razgraničen (kod nekih vrsta se jasno uočava spoljna ivica); ćelije nikada ne poseduju sopstvene ovojnice. Ćelije su sferičnog ili (nakon deobe) hemisferičnog oblika, sa gasnim vezikulama koje su udružene u dobro uočljive aerotope. Ćelije se dele u tri naspramne ravni, tako da se „kubično“ raspoređuju u prostoru (Komárek i Anagnostidis 1999).

Microcystis Kützing ex Lemmermann sp.

Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (ATX-a, MCs).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Stari (Monoštorski) Dunav i rukavci Rokaš, Franjina skela i Kupusinovački Dunavac (Milovanović 1970); Reka Dunav 1281-1092km (Obušković 1979); Reka Dunav kod Apatina (Obušković 1979); Reka Morava (Obušković 1981); akumulaciono jezero Đerdap (Obušković 1974, 1978, 1979, 1981 i 1983); Reke Bosut i Studva (Obušković 1982); Savsko jezero (Obušković 1982); Reka Dunav kod Pančeva (Obušković i Kalafatić 1983); Reka Sava (Obušković i Marković 1987); Reka Dunav (Obušković 1988); Vlasinsko jezero (Cvijan i Laušević 1991).		
Ostali publikovani nalazi:	Akumulacija Grlišće (Nakić i Božović 1994); Akumulacija Barje (Obušković 1996); Vlasinsko jezero (Randelović i Blaženčić 1997); Reka Dunav – fitoplankton, ceo tok (Nemeth i sar. 2002); Reka Tisa kod Bečeja (Ržaničanin i sar. 2005); Ludoško jezero (Svirčev i sar. 2013).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Duboki Potok (BT46302013).		

<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing 1846			
Sinonim:	<i>Micraloa aeruginosa</i> Kützing 1833; <i>Diplocystis aeruginosa</i> (Kützing) Trevisan 1848; <i>Polycystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing 1849; <i>Clathrocystis aeruginosa</i> (Kützing) Henfrey 1856.		
Napomena:	Tipska vrsta.		
Potencijalno toksična:	Da (ATX-a, MCs).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Dunav od Batine do Pančeva, reke Tisa, Sava i Tamiš kod ušća u Dunav (Protić 1939); Reka Dunav od 1281 do 1092 km (Milovanović 1965); Akumulacija Đerdap (Milovanović 1973 i 1974; Obušković 1974, 1978 i 1983); Reka Tisa (Guelmino 1973); Reka Morava (Obušković i Kalafatić 1979); Paličko jezero (Seleši 1982; Đukić i sar. 1991); Reka Pek (Obušković i Kalafatić 1983; Obušković 1984); Akumulacije Borkovac, Sot i Zobatica (Đukić i sar. 1991).		
Ostali publikovani nalazi:	Paličko jezero (Branković 1992; Nemeš i Matavly 2006); Stari Begej (Branković 1993); Akumulacija Čelije (Branković i sar. 1992); Ludoško jezero (Branković i Budakov 1994; Nemeš i Matavly 2006); Zapadna Morava kod Grdice (Đukić i sar. 1994); Reka Dunav (Obušković 1994; Đurković i Čađo 2004; Čađo i sar. 2006b); Akumulacija Gruža (Ranković i sar. 1994a); Akumulacija Bujanj (Ostojić i sar. 1995); Reka Jegrička (Pujin i sar. 1996); Vlasinsko jezero (Randelović i Blaženčić 1997); Dunav od Velikog Gradišta do Prahova (Simić i sar. 1997); Reka Tisa (Dulić i Mrkić 1998); Jezero Palić (Dulić i Mrkić 1998); Reka Tamiš (Marković i Svirčev 1998); Ludoško jezero (Dulić i Mrkić 1999); Kljajička reka (Miljanović i sar. 2001); Reka Tisa (Branković i Budakov 2001); Akumulacija Provala (Nikolić i sar. 2002; Nikolić i sar. 2003); Reka Ponjavica (Karadžić i Subakov–Simić 2002; Karadžić i sar. 2005; Karadžić 2011); Reka Dunav – fitoplankton, ceo tok (Nemeth i sar. 2002); Akumulacija Sjenica (Čađo i sar. 2003; Čađo i sar. 2015); Reka Dunav - 1426-1249 rkm (Miljanović i sar. 2003); Akumulacija Čelije (Grašić i sar. 2004; Čađo i sar. 2017); Akumulacija Barje (Simić 2004; Ranković i Simić 2009); Reka Dunav kod Bezdana (Čađo i sar. 2005a); Akumulacija Bovan (Miljanović i sar. 2005); Reka Tisa kod Bečeja (Ržaničanin i sar. 2005); Akumulacija Gruža (Ranković i Simić 2005); Reka Tamiš kod Jaše Tomić (Đurković i sar. 2006); Akumulacija Garaši (Karadžić i sar. 2006a); Reka Sava (Čađo i sar. 2006a); Akumulacija Bukulja (Karadžić i sar. 2006b; Predojević i sar. 2015b); Akumulacija Garaši (Karadžić i sar. 2006b; Predojević i sar. 2015b); Akumulacija Bujanj (Ranković i sar. 2006); Akumulacija Šumarice (Ranković i sar. 2006; Simić i sar. 2017); Akumulacija Grlšte (Vučković i Mirjačić–Živković 2008; Akumulacija Zobatnica (Svirčev i sar. 2013); Aleksandrovačko jezero (Đorđević i Simić 2014); Zasavica (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017); Savsko jezero (Jovanović i sar. 2017).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Bukulja (BT23912016; BT30442017; BT43712017); Akumulacija Čelije (BT22782015; BT22792015; BT22802015; BT22812015; BT33472017; BT33492017; BT33512017; BT33712017; BT33722017; BT33732017; BT46482017; BT46502017; BT50752017); Savsko jezero (BT39512012; BT39542012; BT56932012; BT44502013; BT44522013; BT44542013; BT44562013; BB5461; BB5462; BB5463; BB5466; BB5467; BB5468; BB5469; BB5470; BB5471; BB5472; BB5473; BB5474; BB5476; BB5353; BB5355; BB5356; BB5357; BB5358;		

	BB5359; BB5361; BB5363; BB5365; BB5369); Akumulacija Pariguz (BT56972012; BT34882013; BT34892013; BT46262013; BT46272013); Akumulacija Duboki Potok (BT34282012; BT57012012; BT34922013; BT46302013); Paličko jezero (BB5385).		
<i>Microcystis firma</i> (Kützing) Schmidle 1902			
Sinonim:	<i>Micraloa firma</i> Kützing 1846; <i>Polycystis firma</i> (Kützing) Rabenhorst 1865; <i>Anacystis firma</i> (Kützing) F.E.Drouet & W.A.Daily 1948.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Tisa kod Sente (Guelmino 1973).		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Ponjavica (Karadžić i sar. 2005; Karadžić 2011); Reka Tisa kod Bečeja (Ržaničanin i sar. 2005); Zasavica (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Microcystis flos-aquae</i> (Wittrock) Kirchner 1898			
Sinonim:	<i>Polycystis flos-aquae</i> Wittrock 1879; <i>Microcystis aeruginosa</i> f. <i>flos-aquae</i> (Wittrock) Elenkin 1938.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (MCs).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Dunav od Batine do Pančeva, reke Sava i Tamiš kod ušća u Dunav (Protić 1939); Carska bara (Gigov i Đerfi 1960); Reka Tisa kod Sente (Guelmino 1973); Ludoško jezero (Seleši 1981); Reka Dunav kod Smedereva (Đurković 1988); Akumulacija Gruža (Ranković i Čomić 1989); Akumulacije Borkovac, Sot i Zobatica (Đukić i sar. 1991).		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Ponjavica (Obušković 1991; Karadžić i sar. 2005; Karadžić 2011); Stari Begej (Branković 1993); Reka Dunav (Obušković 1994; Đurković i Čađo 2004); Akumulacija Gruža (Ranković i sar. 1994a; Čađo i sar. 2016; Ranković i Simić 2005); Reka Jegrička (Pujin i sar. 1996); Reka Tamiš (Marković i Svirčev 1998); Ludoško jezero (Dulić i Mrkić 1999; Simeunović i sar. 2005); Reka Krivaja (Đurković i sar. 2004); Reka Dunav kod Bezdana (Čađo i sar. 2005a); Reka Tisa kod Bečeja (Ržaničanin i sar. 2005); Paličko jezero i reka Jegrička (Simeunović i sar. 2005); Akumulacija Bukulja (Karadžić i sar. 2006b; Predojević i sar. 2015b).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Pariguz (BT56972012; BT46262013); Akumulacija Duboki Potok (BT57012012).		
<i>Microcystis ichthyoblabe</i> (G.Kunze) Kützing 1843			
Sinonim:	<i>Granularia ichthyoblabe</i> G.Kunze 1823; <i>Diplocystis ichthyoblabe</i> (G.Kunze) Trevisan 1848.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (MCs).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Pariguz (*IBP08171; *IBP08172; *IBP10171; *IBP10172; *IBP11172).		
<i>Microcystis marginata</i> (Meneghini) Kützing 1846			
Sinonim:	<i>Anacystis marginata</i> Meneghini 1837		
Napomena:	-		

Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Ponjavica (Karadžić i sar. 2005); Akumulacija Grlšte (Vučković i Mirjačić-Živković 2008).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Microcystis novacekii</i> (Komárek) Compère 1974			
Sinonim:	<i>Diplocystis novacekii</i> Komárek 1958.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (MCs).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Ponjavica (Karadžić 2011).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Microcystis smithii</i> Komárek & Anagnostidis 1995			
Sinonim:	<i>Palmella pulchra</i> Kützing 1849; <i>Aphanocapsa pulchra</i> (Kützing) Rabenhorst 1865; <i>Microcystis pulchra</i> (Kützing) J.Stein 1976.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Akumulacija Garaši (Karadžić i sar. 2006a; 2006b; Predojević i sar. 2015b); Akumulacija Bukulja (Karadžić i sar. 2006b; Predojević i sar. 2015b).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Microcystis viridis</i> (A.Braun) Lemmermann 1903			
Sinonim:	<i>Polycystis viridis</i> A.Braun 1865; <i>Microcystis aeruginosa</i> f. <i>viridis</i> (A.Braun) Elenkin 1938; <i>Diplocystis viridis</i> (A.Braun) Komárek 1958.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (MCs).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Paličko jezero (Seleši 1982).		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Dunav (Obušković 1994); Reka Ponjavica (Karadžić 2011); Akumulacija Garaši (Karadžić i sar. 2006a; 2006b; Predojević i sar. 2015b).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Bukulja (BT34512017); Savsko jezero (BT56892012); Akumulacija Pariguz (BT46262013; *IBP07172; *IBP08172; *IBP11171).		
<i>Microcystis wesenbergii</i> (Komárek) Komárek ex Komárek 2006			
Sinonim:	<i>Diplocystis wesenbergii</i> Komárek 1958.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da ¹³ .	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Ponjavica (Karadžić 2011); Ludoško jezero (Jovanović i sar. 2015); Akumulacija Garaši (Predojević i sar. 2015b); Akumulacija Bukulja (Predojević i sar. 2015b).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Bukulja (BT53082017); Akumulacija Prvonek (BT38252014); Akumulacija Duboki Potok (BT46302013); Ludoško		

¹³ Nije navedeno koji toksin (izvor: Dow i Swoboda (2007)).

jezero (BB5387).

4.1.1.54. Rod *Nodularia*

Postoji svega nekoliko nalaza vezano za rod *Nodularia* u vodama koje su predmet ove disertacije, i to isključivo preuzetih iz literaturnih nalaza. Osim nalaza određenih do nivoa roda, detektovane su vrste *N. harveyana* i *N. spumigena*, zabeleženih samo u rečnim staništima.

***Nodularia* Mertens ex Bornet & Flahault 1886 (1888)**

Opis roda: Vrste ovog roda su trihalne cijanobakterije heterocitne forme. Filamenti su solitarni, slobodno-lebdeći ili među drugim algama i cijanobakterijama, a mogu se naći i u amorfnim, bezobličnim kolonijama ili formirati prevlake na različitim supstratima; negranati, pravi ili nepravilno izuvijani, retko nepravilno spiralno uvijeni; trihomi su pojedinačni unutar sare, metamerički, cilindrični i generalno iste širine duž celog trihoma, obično usečenih poprečnih ćelijskih zidova, ne sužavaju se ili se slabo sužavaju prema krajevima. Imaju mukozne omotače, koji su tanki ili čvrsti, slabo razgraničeni, čvrsto priljubljeni uz trihom i otvoreni na oba kraja; kasnije postaju želatinizovani i difluentni. Ćelije su obično kratko bačvastog ili kvadarnog oblika, uglavnom kraće od 2/3 svoje širine, fakultativno sa gasnom vezikulama i aerotopima (planktonske vrste), ili obligatno bez gasnih vezikula, a sa granularnim sadržajem (vrste koje naseljavaju metafiton, bentos ili vlažno zemljište). Heterociste se razvijaju interkalarno ili sekundarno terminalno, solitarno (retko u parovima), obično kraće nego šire. Razvijaju se na ± određenoj udaljenosti jedna od druge (metametrički princip). Akineti su obično udaljeni od heterociste (apoheterocistično) i mogu se razvijati u nizovima (Komárek 2013).

***Nodularia* Mertens ex Bornet & Flahault sp.**

Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Dunav – bentos, ceo tok (Makovinská i sar. 2002).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

***Nodularia harveyana* Thuret ex Bornet & Flahault 1886**

Sinonim:	Nema homotipskih sinonima.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Zapadna Morava (Jurišić i sar. 1999).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

***Nodularia spumigena* Mertens ex Bornet & Flahault 1888**

Sinonim:	Nema homotipskih sinonima.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (Nodularin).	Invazivna:	Da
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Zapadna Morava (Jurišić i sar. 1999); Reka Ponjavica (Karadžić 2011).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

4.1.1.55. Rod *Nostoc*

Rod *Nostoc* je, pored nalaza samog roda, zabeležen sa ukupno 7 vrsta u ispitivanim vodama. Nalazi su malobrojni za sve dole pomenute taksone, a isključivo su poreklom iz literaturnih podataka, budući da u toku perioda istraživanja nisu detektovani pripadnici ovog roda.

***Nostoc* Vaucher ex Bornet & Flahault 1886 (1888)**

Opis roda: Pripadnici roda su kolonijske cijanobakterije koje imaju trihalnu heterocitnu formu. Filamenti su grupisani i nepravilno isprepletani unutar želatinoznih kolonija, koje su obično makroskopske, sa perifernim peridermom koji obavija celu ± sferičnu, zaravnjenu, više lobusnu ili nepravilnu masu, ili formira amorfni, zaravnjeni, mukozni biofilm; mnoge vrste imaju sebi specifičan životni ciklus (generička karakteristika), tokom kog se raspored filamenata u koloniji i oblik kolonije menja. Želatinozni omotači su bezbojni ili žuto-zeleni, retko blago ljubičasti; nekada i trihomi imaju omotače. Trihomi su uniserijatni, ne granaju se, moniliformni (sastavljeni od sferičnih ili ovalnih ćelija), izopolarni, izuvijani, cilindrični i uvek sa usečenim poprečnim ćelijskim zidovima. Ćelije su bačvaste do cilindrične, sa terminalnom ćelijom koja nije diferencirana, uglavnom zaobljena. Heterociste su uglavnom solitarne, interkalarne ili terminalne, sferične do ovalne. Akineti se javljaju apoheterocistično u redovima, tako da se ponekad gotovo sve ćelije u trihomu izdiferenciraju u akinete. Imaju sposobnost produkcije pokretnih hormogonija (Komárek 2013).

***Nostoc* Vaucher ex Bornet & Flahault sp.**

Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (MCs, nodularin).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Obedska bara (Milovanović 1949); Vlasinsko jezero (Cvijan i Laušević 1991); Reka Lugomir (Cvijan i Laušević 1993).		
Ostali publikovani nalazi:	Vlasinsko jezero (Randelović i Blaženčić 1997); Reka Ponjavica (Karadžić i sar. 2005; Karadžić 2011).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovan.		

***Nostoc caeruleum* Lyngbye ex Bornet & Flahault 1886**

Sinonim:	Nema homotipskih sinonima.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (MCs).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Rekitska reka (Simić 2002).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

***Nostoc commune* Vaucher ex Bornet & Flahault 1888**

Sinonim:	Nema homotipskih sinonima.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Carska bara (Gigov i Đefri 1960).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

***Nostoc kihlmanii* Lemmermann 1900**

Sinonim:	Nema homotipskih sinonima.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Dunav od Velikog Gradišta do Prahova (Simić i sar. 1997).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

<i>Nostoc linckia</i> Bornet ex Bornet & Flahault 1886			
Sinonim:	<i>Stratonostoc linckia</i> (Bornet ex Bornet & Flahault) Elenkin 1937.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da ¹⁴ .	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Vlasinska tresava (Košanin 1908; 1910).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Nostoc minutum</i> Desmazières ex Bornet & Flahault 1886			
Sinonim:	<i>Nostocella minuta</i> (Desmazières) Gaillon.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Crnovrška reka i Stanjanska reka (Simić 2002).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Nostoc paludosum</i> Kützing ex Bornet & Flahault 1886			
Sinonim:	<i>Amorphonostoc paludosum</i> (Kützing ex Bornet & Flahault) Elenkin 1937.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da ¹⁵ .	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Vlasinska tresava (Katić 1910); Carska bara (Gigov i Đefri 1960).		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Ponjavica (Karadžić i sar. 2005); Aleksandrovačko jezero (Đorđević i Simić 2014).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Nostoc verrucosum</i> Vaucher ex Bornet & Flahault 1886			
Sinonim:	Nema homotipskih sinonima.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Vlasina (Nikitović 1998; Nikitović i Laušević 1999).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

4.1.1.56. Rod *Oscillatoria*

Ukupno 23 taksona roda *Oscillatoria* je detektovano u vodama koje su u vezi sa vodosnabdevanjem i/ili rekreativnim aktivnostima, uključujući i forme. Od ukupno 18 zabeleženih vrsta u prethodno publikovanim naučnim istraživanjima, tokom perioda istraživanja ove disertacije identifikovano je ukupno 5 vrsta u odabranim vodnim telima.

Oscillatoria Vaucher ex Gomont 1892

Opis roda: Taksoni ovog roda imaju trihalnu homocitnu formu. Talus je u vidu makroskopskog, glatkog, slojevitog, kožastog biofilma, retko se javlja u vidu solitarnih trihoma. Trihomi su cilindrični, pravi ili blago uvijeni, nekada pri krajevima delimično uvijeni poput spirale; pokretni (klizanje, oscilacije i rotacije u desno ili levo), uglavnom širi od 6,8 µm (a do 70 µm širine), bez ili sa usećenim poprečnim ćelijskim zidovima; uglavnom bez omotača, koji se javljaju samo

¹⁴ Nije navedeno koji toksin (izvor: Dow i Swoboda (2007)).

¹⁵ Nije navedeno koji toksin (izvor: Dow i Swoboda (2007)).

sporadično pod stresnim uslovima. Čelije su kratke, diskoidalne, uvek najmanje 2 puta kraće nego šire; ćelijski sadržaj homogen ili, ponekad, sa izraženim granulama, bez aerotopa. Formiraju hormogonije kao vid razmnožavanja (Komárek i Anagnostidis 2005).			
<i>Oscillatoria</i> Vaucher ex Gomont sp.			
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (HTX-a, ATX-a, CYN, 7-deoxy-CYN, 7-epi-CYN, MCs).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Dunav od Batine do Pančeva, reka Tamiš kod ušća u Dunav (Protić 1939); Reka Obnica (Marinović 1959); Reke Sava i Dunav kod Beograda (Senčanski 1972); Akumulacija Đerdap (Milovanović 1973; Obušković 1979); Obedska bara (Milovanović i Obušković 1978); Reka Sava – 62-21 km (Obušković 1979); Reka Morava (Obušković 1981); Ludoško jezero (Seleši 1981 i 1982); Reka Dunav kod Pančeva (Obušković 1982; Obušković i Kalafatić 1983); Reka Pek (Obušković i Kalafatić 1983; Obušković 1984; Obušković i sar. 1988); Akumulacije Perućac i Zvornik (Obušković 1986); Reka Drina kod Malog Zvornika do Perućca (Obušković 1986); Reka Sava (Obušković i Marković 1987); Reka Dunav kod Zemuna (Đurković 1988); Reka Dunav (Obušković 1989); Reke Sitnica i Ibar (Urošević 1989); Samokovska reka (Laušević 1992).		
Ostali publikovani nalazi:	Akumulacija Barje (Obušković 1996); Akumulacija Grlišće (Nakić i Božović 1994); Reka Ibar (Obušković 1997); Akumulacija Gazivode (Obušković i Obušković 1997); Akumulacija Gračanka (Karadžić i Vasiljević 1998); Reka Veternica (Martinović-Vitanović i sar. 1998); Reka Tisa (Branković i Budakov 2001); Reka Dunav – bentos, ceo tok (Makovinská i sar. 2002); Reka Dunav – fitoplankton, ceo tok (Nemeth i sar. 2002); Akumulacija Sjenica (Čađo i sar. 2003); Zapadna Morava (Jurišić 2003); Reka Čemernica (Jurišić 2003); Reka Krivaja (Đurković i sar. 2004); Zapadna Morava - sa Kamenicom i Čemernicom (Jurišić 2004); Akumulacija Barje (Simić 2004); Reka Dunav (Đurković i Čađo 2004; Čađo i sar. 2006b); Reka Dunav kod Bezdana (Čađo i sar. 2005a); Akumulacija Borkovac, akumulacija Zobatnica, reka Jegrička, Krivaja kod Srbobrana, Tisa kod Novog Kneževca, Begej kod Srpskog Itebeja, Tamiš kod Botoša (Simeunović i sar. 2005); Reka Tisa kod Bečeja (Ržaničanin i sar. 2005); Plovni Begej kod Srpskog Itebeja (Đurković i sar. 2005b); Akumulacija Potpeć (Čađo i sar. 2005b); Reka Tamiš kod Jaše Tomić (Đurković i sar. 2006); Aleksandrovačko jezero (Đorđević i Simić 2014); Akumulacija Šumarice (Simić i sar. 2017).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Prvonek (BT53762017); Reka Dunav kod Beograda (BT15772013; BT53652015); Reka Lim kod Prijepolja (BT38822016; BT38852016).		
<i>Oscillatoria anguina</i> Bory ex Gomont 1892			
Sinonim:	Nema homotipskih sinonima.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Pek (Obušković 1984); Vlasinsko jezero (Cvijan i Laušević 1991).		
Ostali publikovani nalazi:	Vlasinsko jezero (Randelović i Blaženčić 1997).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

<i>Oscillatoria annae</i> Van Goor 1918			
Sinonim:	Nema homotipskih sinonima.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Tisa kod Sente (Guelmino 1973).		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Tisa kod Bečeja (Ržaničanin i sar. 2005).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Oscillatoria chlorina</i> f. <i>perchlorina</i> (Lauterborn) Elenkin 1949			
Sinonim:	<i>Oscillatoria chlorina</i> var. <i>perchlorina</i> Lauterborn 1915.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Zasavica (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Kruščica (BT44202015); Reka Lim kod Prijepolja (BT32952017).		
<i>Oscillatoria curviceps</i> C.Agardh ex Gomont 1892			
Sinonim:	Nema.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Ponjavica (Karadžić 2011).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Oscillatoria fragilis</i> Böcher 1949			
Sinonim:	Nema.		
Napomena:	Nerevidirana vrsta (Komárek & Anagnostidis 2005: 104).		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Zapadna Morava (Jurišić i sar. 1999).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Oscillatoria limosa</i> C.Agardh ex Gomont 1892			
Sinonim:	<i>Oscillatoria tenuis</i> var. <i>limosa</i> (Agardh) Kirchner ex Forti 1892.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (MCs).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Vlasinska tresava (Košanin 1908; 1910); Reka Dunav kod Novog Sada, Batine i Zemuna, i ušća Save, Tamiša i Karašice u Dunav (Protić 1939); Obedska bara (Milovanović 1949); Reka Gradac – Glavni izvor i izvor Popovo vrelo (Marinović 1960); Reka Gradac – Popovo vrelo (Marinović 1960); Reka Dunav od 1281 do 1092 km (Milovanović 1965); Reka Tisa kod Sente (Guelmino 1973); Reka Morava (Obušković i Kalafatić 1979); Akumulacija Đerdap (Obušković 1978); Ludoško jezero (Seleši 1981); Paličko jezero (Seleši 1982); Reka Zlatica (Kalafatić, Obušković i Živković 1982); Reke Zlatica, Južna Morava kod ušća Toplice i Toplica (Martinović-Vitanović i Gucunski 1983); Reka Sava (Obušković i Marković 1987); Vlasinsko jezero (Cvijan i Laušević 1991); Reka Lugomir (Cvijan i Laušević 1993).		
Ostali publikovani nalazi:	Akumulacija Čelije (Branković i sar. 1992); Reke Srebrenica, Rača, Morava i Bresnička reka (Ranković i sar. 1994b); Akumulacija Bujanj		

	(Ostojić i sar. 1995); Reka Ibar (Urošević i sar. 1995); Vlasinsko jezero (Randelović i Blaženčić 1997); Akumulacija Gračanka (Karadžić i Vasiljević 1998); Reka Sava kod Beograda (Laušević i sar. 1998); Reka Vlasina (Nikitović 1998; Nikitović i Laušević 1999); Reka Tamiš (Marković i Svirčev 1998); Ludoško jezero (Dulić i Mrkić 1999); Zapadna Morava (Jurišić i sar. 1999; Jurišić 2003); Reka Kamenica (Jurišić 2003); Reka Čemernica (Jurišić 2003); Veliki i Mali Rzav (Obušković i Obušković 2000); Reka Tisa kod Bečeja (Subakov 2001); Reka Ponjavica (Karadžić i Subakov–Simić 2002; Karadžić i sar. 2005; Karadžić 2011); Reka Dunav – bentos, ceo tok (Makovinská i sar. 2002); Akumulacija Krajkovac (Čađo i sar. 2004); Reka Rasina (Ržaničanin 2004); Reka Krivaja (Đurković i sar. 2004); Zapadna Morava - sa Kamenicom i Čemernicom (Jurišić 2004); Reka Dunav (Đurković i Čađo 2004; Čađo i sar. 2006b); Reka Dunav kod Bezdana (Čađo i sar. 2005a); Zapadna Morava (Jurišić i Marković 2005); Akumulacija Međuvršje (Đurković i sar. 2005a); Reka Tisa kod Bečeja (Ržaničanin i sar. 2005); Plovni Begej kod Srpskog Ibeteja (Đurković i sar. 2005b); Reka Tamiš kod Jaše Tomić (Đurković i sar. 2006); Reka Sava (Čađo i sar. 2006a); Reka Sava (Simić i sar. 2015); Zasavica (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Bukulja (BT48152017); Akumulacija Međuvršje (BT16782015); Akumulacija Potpeć (BT16812015); Akumulacija Prvonek (BT53762017); Akumulacija Radojinja (BT16822015); Akumulacija Uvac (BT16792015); Akumulacija Zaovine (BT16842015); Savsko jezero (BT56922012; BT36542013; BT44522013); Akumulacija Pariguz (BT56982012); Akumulacija Duboki Potok (BT46302013); Reka Dunav kod Beograda (BT52662013; BT49072016); Reka Lim kod Prijepolja (BT50512013; BT50542013; BT43942014; BT53202015); Reka Sava kod Beograda (BT52622013); Karaklijski Rzav (BT26982012); Barajevska reka (BT66812012).		
<i>Oscillatoria limosa</i> f. <i>disperso-granulata</i> (Schkorbatov) Elenkin 1949			
Sinonim:	<i>Oscillatoria limosa</i> var. <i>disperso-granulata</i> Schkorbatov 1923.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Borsko jezero (Nikitović 1993).		
Ostali publikovani nalazi:	Vlasinsko jezero (Randelović i Blaženčić 1997).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Oscillatoria limosa</i> f. <i>laete-aeruginosa</i> (Kützing) Elenkin 1949			
Sinonim:	<i>Oscillatoria limosa</i> var. <i>laete-aeruginosa</i> Kützing 1849.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Pek (Obušković 1984); Reka Lugomir (Cvijan i Laušević 1993).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Oscillatoria limosa</i> f. <i>phormidioides</i> (Rabenhorst) Elenkin 1950			
Sinonim:	<i>Oscillatoria limosa</i> var. <i>phormidioides</i> (Rabenhorst) Elenkin 1865.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.

Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Samokovska reka (Laušević 1992).		
Ostali publikovani nalazi:	Vlasinsko jezero (Randelović i Blaženčić 1997).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Oscillatoria limosa</i> f. <i>typica</i> Elenkin 1949			
Sinonim:	Varijetet ne postoji u drugim zapisima (algaebase.org, Komárek i Anagnostidis 2005, i sl.), ali je zabeležen u monografiji Cvijan i Blaženčić (1996).		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Samokovska reka (Laušević 1992)..		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Oscillatoria major</i> Vaucher ex Forti 1907			
Sinonim:	Nema homotipskih sinonima.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Zasavica (Ratajac i sar. 1998).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Oscillatoria mougeotii</i> (Kützing) Forti 1907			
Sinonim:	U algaebase.org se vodi kao sinonim <i>Planktothrix rubescens</i> (De Candolle ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988, ali ne kod Komarek i Anagnostidis (2005), gde se vrsta čiji je prvobitni autor Kützing vodi kao zasebna, dok je <i>Oscillatoria mougeotii</i> Bory ex Gomont 1982 zapravo sinonim vrste <i>Planktothrix isothrix</i> (Skuja) Komárek & Komárková 2004.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Tisa kod Sente (Guelmino 1973); Reka Lugomir (Cvijan i Laušević 1993).		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Ponjavica (Karadžić i sar. 2005).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Oscillatoria nitida</i> Schkorbatov [Škorbatov] 1923			
Sinonim:	Nema.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Tisa kod Bečeja (Ržaničanin i sar. 2003; 2005).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Oscillatoria ornata</i> Kützing ex Gomont 1892			
Sinonim:	<i>Phormidium ornatum</i> (Kützing ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Pek (Obušković 1984).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		

Ovo istraživanje:	Reka Lim kod Prijepolja (BT66092012; BT66122012); Karaklijski Rzav (BT66192012).		
<i>Oscillatoria princeps</i> Vaucher ex Gomont 1892			
Sinonim:	<i>Trichophorus princeps</i> (Vaucher) Desvaux 1809; <i>Oscillatoria princeps</i> (Vaucher) Gaillon 1833; <i>Lyngbya princeps</i> (Vaucher ex Gomont) Hansgirg 1893.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Obedska bara (Milovanović 1949); Reka Dunav od 1281 do 1092 km (Milovanović 1965); Reka Sava i Dunav kod Beograda (Senčanski 1972); Reka Morava (Obušković i Kalafatić 1979); Reke Bosut i Studva (Obušković 1982); Reka Jablanica (Martinović-Vitanović i Gucunski 1983); Reka Sitnica (Urošević 1989); Akumulacije Borkovac, Ludoško i Paličko jezero (Đukić i sar. 1991).		
Ostali publikovani nalazi:	Zapadna Morava kod Stančića i Grdice (Đukić i sar. 1994); Reka Jegrička (Pujin i sar. 1996); Reka Šumanka, Radevačka i Lipovačka reka (Miljanović i sar. 2001); Akumulacija Međuvršje (Đurković i sar. 2005a); Plovni Begej kod Srpskog Ibeteja (Đurković i sar. 2005b); Reka Sava (Čađo i sar. 2006a).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Oscillatoria proboscidea</i> Gomont 1892			
Sinonim:	Nema homotipskih sinonima.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Pek (Obušković 1984).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Oscillatoria putrida</i> Schmidle 1901			
Sinonim:	Nema.		
Napomena:	Nerevidirana vrsta (Komárek & Anagnostidis 2005: 104).		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Dunav 1281-1092 km (Milovanović 1965); Ludoško jezero (Seleši 1981; Đukić i sar. 1991); Paličko jezero (Seleši 1982; Đukić i sar. 1991).		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Sitnica (Gecaj i Kurteshi 1996).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Oscillatoria sancta</i> Kützing ex Gomont 1892			
Sinonim:	<i>Lyngbya sancta</i> (Gomont ex Gomont) Hansgirg 1893.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Vlasinska tresava (Košanin 1908; 1910); Reka Tisa kod Sente (Guelmino 1973).		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Dunav – bentos, ceo tok (Makovinská i sar. 2002); Reka Krivaja (Đurković i sar. 2004); Reka Sava (Čađo i sar. 2006a).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Oscillatoria simplicissima</i> Gomont 1892			
Sinonim:	<i>Phormidium simplicissimum</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.

Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Tisa kod Sente (Guelmino 1973).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Brestovačko (Magaško) jezero (BT37642016; BT37642016); Akumulacija Zaovine (BT16842015).		
<i>Oscillatoria subbrevis</i> Schmidle 1901			
Sinonim:	Nema homotipskih sinonima.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Ponjavica (Karadžić 2011).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Oscillatoria tenuis</i> C.Agardh ex Gomont 1892			
Sinonim:	Nema homotipskih sinonima.		
Napomena:	Tipska vrsta.		
Potencijalno toksična:	Da (MCs).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Vlasinska tresava (prvobitno se u Košanin (1908; 1910) prema Cvijan i Blaženčić (1996) navodi kao <i>Oscillaria limosa</i> Libert); Carska bara kod Zrenjanina (Gigov i Đefri 1960); Reka Gradac – Glavni izvor, izvor Popovo vrelo i grupa manjih izvora (Marinović 1959); Reka Gradac – izvor Popovo vrelo (Marinović 1960); Grošničko jezero (Janković 1966; Janković 1967); Reka Tisa kod Titela (Szabados 1966); Reka Tisa kod Sente (Guelmino 1973); Ludoško jezero (Seleši 1981); Reka Sitnica (Maloseja i Gecaj 1983); Paličko jezero (Seleši 1982; Đukić i sar. 1991); Reka Južna Morava kod Vladičinog Hana i Brestovca (Martinović-Vitanović i Gucinski 1983); Reke Veternica, Jablanica i Toplica (Martinović-Vitanović i Gucinski 1983); Reka Sitnica od Kuzmina do Velike reke (Maloseja i Gecaj 1983); reka Pek (Obušković 1984); Reke Sitnica i Ibar (Urošević 1989); Akumulacije Borkovac, Sot i Zobatnica (Đukić i sar. 1991); Reka Lugomir (Cvijan i Laušević 1993); Borsko jezero (Nikitović 1993).		
Ostali publikovani nalazi:	Ludoško jezero (Branković i Budakov 1994); Borsko jezero (Laušević i Nikitović 1994b); Zapadna Morava kod Stančića (Đukić i sar. 1994); Akumulacija Bujanj (Ostojić i sar. 1995); Reka Jegrička (Pujin i sar. 1996); Vlasinsko jezero (Randelović i Blaženčić 1997); Ludoško jezero (Dulić i Mrkić 1999); Jezero Provala (Nikolić i sar. 2002); Stanjanska reka (Simić 2002); Reka Dunav - 1426-1249 rkm (Miljanović i sar. 2003); Zapadna Morava (Jurišić 2003); Reka Kamenica (Jurišić 2003); Akumulacija Provala (Nikolić i sar. 2003); Zapadna Morava - sa Kamenicom i Čemernicom (Jurišić 2004); Akumulacija Krajkovac (Čađo i sar. 2004); Reka Krivaja (Đurković i sar. 2004); Reka Dunav (Đurković i Čađo 2004); Reka Dunav kod Bezdana (Čađo i sar. 2005a); Akumulacija Međuvršje (Đurković i sar. 2005a); Reka Ponjavica (Karadžić i sar. 2005; Karadžić 2011); Reka Tisa kod Bečeja (Ržaničanin i sar. 2005); Plovni Begej kod Srpskog Ibeteja (Đurković i sar. 2005b); Akumulacija Gruža (Ranković i Simić 2005); Akumulacija Bujanj (Ranković i sar. 2006); Akumulacija Grlište (Vučković i Mirjačić-Živković 2008); Reka Sava (Simić i sar. 2015); Zasavica (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017); Akumulacija Šumarice (Simić i sar. 2017).		

Ovo istraživanje:	Akumulacija Potpeć (BT16812015); Akumulacija Prvonek (BT53742017+; BT53782017+); Ribničko jezero (BT45942015); Akumulacija Zaovine (BT44182015); Zlatarsko jezero (BT16802015); Akumulacija Zvornik (BT16912015); Savsko jezero (BT44512013); Akumulacija Duboki Potok (BT46302013); Akumulacija Bela Reka (BT46282013; BT46292013); Reka Dunav kod Beograda (BT52632013; BT52642013; BT52652013; BT52662013); Reka Lim kod Prijepolja (BT66092012; BT50512013; BT50542013; BT17872015; BT50432015; BT50462015; BT38822016; BT38852016); Reka Sava kod Beograda (BT52592013; BT52612013; BT52622013); Reka Tisa kod Kanjiže (BT46762017); Karaklijski Rzav (BT66192012).		
<i>Oscillatoria terebriformis</i> f. <i>tenuis</i> (Woronichin) Poljansky 1953, nom. illeg.			
Sinonim:	<i>Oscillatoria terebriformis</i> var. <i>tenuis</i> Woronichin 1940.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Paličko jezero (Seleši 1982).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

4.1.1.57. Rod *Oxynema*

Svega jedan predstavnik roda *Oxynema* je zabeležen u vodama namenjenim za ljudsku upotrebu – vrsta *O. acuminatum*, iz literaturnih podataka.

<i>Oxynema</i> T. Chatchawan, J. Komárek, O. Strunecky, J. Smarda & Y. Peerapornpisal 2012			
Opis roda: Pripadnici ovog roda imaju trihalnu homocitnu formu. Filamenti su grupisani u vidu (bakarno-) zelenog biofilma, ravni ili blago savijeni, jednostavni, cilindrični, ne granaju se. Fakultativno poseduju tanak, bezbojan, difluentan omotač. Trihomi su cilindrični, uniserijadni, suženi i povijeni na krajevima, obično izduženih, manje-više izrazito zašiljenih terminalnih ćelija, bez kaliptre. Podudaraju se sa taksonima koji su od strane Komarek i Anagnostidis (2005) opisani kao <i>Phormidium</i> grupa I, a koji su potom, na osnovu filogenetskih ispitivanja, izdvojeni kao zasebna klada. Vrste iz ove grupe naseljavaju uglavnom halofitska staništa, ređe termalne izvore i zaslanjena zemljišta (Chatchawan i sar. 2012).			
<i>Oxynema acuminatum</i> (Gomont) Chatchawan, Komárek, Strunecky, Smarda & Peerapornpisal 2012			
Sinonim:	<i>Oscillatoria acuminata</i> Gomont 1892; <i>Phormidium acuminatum</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Kolubara (Veljić i Cvijan 1997).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

4.1.1.58. Rod *Pannus*

Za sada je rod *Pannus* zabeležen na samo jednom lokalitetu na osnovu literaturnih nalaza (vrsta *P. planus*).

Pannus B.Hickel 1991

Opis roda: Kolonijske cijanobakterije kokoidne forme. Kolonije su mikroskopske, slobodno lebdeće, šuplje (izdubljene), u mlađim stadijumima nepravilno sferične sa rupama, kasnije sve nepravilnijih ivica, zaravnjene, talasaste ili hemisferične, mogu se sastojati od više subkolonija; kod starijih stadijuma obično izdužene i lobatne, sa jednim do tri slojeva manje-više radijalno (do nepravilno) gusto pakovanih ćelija. Oko kolonija je tanak, bezbojan, homogen, difluentan mukus (razlaže ka spoljašnjim krajevima). Ćelije su sferične, sa ili bez gasnih vezikula; dele se u ravni sukcesivno kroz generacije, perpendikularno u odnosu na površinu kolonije (Komárek i Anagnostidis 1999).

Pannus planus Hindák 1993

Sinonim:	Nema.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Zasavica (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

4.1.1.59. Rod *Phormidesmis*

Jedan pripadnik roda *Phormidesmis*, vrsta *Ph. molle*, zabeležen je u Srbiji iz literaturnih podataka (a vezano za jezera, akumulacije i reke) i na jednom od odabranih lokaliteta tokom ovih ispitivanja.

***Phormidesmis* Turicchia, Ventura, Komárková & Komárek 2009**

Opis roda: Predstavnicu ovog roda su trihalne cijanobakterije homocitne forme i prethodno su bile svrstane u rod *Phormidium* na osnovu morfoloških karakteristika. Odlikuju ih trihomi koji se ne granaju, fakultativno imaju omotače, obično sa izraženo usečenim poprečnim ćelijskim zidovima, široki u opsegu $\pm 2-5$ (6) μm . Ćelije su \pm izodijametrične, nekad blago duže ili kraće nego šire; sve su morfološki slične, nema diferenciranja vršne ćelije. Unutar ćelije je vidljivo izražena diferencijacija regije hromatoplazme i centropoplazme (Komárek i sar. 2009).

***Phormidesmis molle* (Gomont) Turicchia, Ventura, Komárková & Komárek 2009**

Sinonim:	<i>Phormidium molle</i> Gomont 1892.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Paličko jezero (Seleši 1982); Reka Sitnica od Kuzmina do Velike reke (Maloseja i Gecaj 1983); Reka Sava (Obušković i Marković 1987); Reka Pek (Obušković 1984); Samokovska reka (Laušević 1992); Reka Lugomir (Cvijan i Laušević 1993); Borsko jezero (Nikitović 1993).		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Ponjavica (Karadžić i Subakov-Simić 2002; Karadžić i sar. 2005; Karadžić 2011); Akumulacija Kruščica (Karadžić i sar. 2008).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Kruščica (BT16852015).		

4.1.1.60. Rod *Phormidium*

Nađeno je ukupno 28 taksona roda *Phormidium* u vodama koje su značajne za ovo istraživanje. Laboratorijskim ispitivanjima na odabranim lokalitetima, pored nalaza samog roda, zabeleženo je 10 taksona. Predstavnicu roda su utvrđeni na velikom broju vodnih tela, kako u rekama, tako i u jezerima i veštačkim akumulacijama. Veliki broj nalaza je bilo moguće identifikovati samo do nivoa roda, međutim, kada govorimo o vrstama, *Ph. chlorinum* je zabeležen

u najvećem broju uzoraka. Detektovana je i nova vrsta za ispitivanu grupu voda – *Ph. interruptum*, zabeležen u reci Lim.

Phormidium Kützing ex Gomont 1892

Opis roda: Vrste roda *Phormidium* imaju trihalnu homocitnu formu. Talus je obično proširen, tanak ili kohezivan, želatinozan, mukozan, hrskavičav, membranozan do gotovo kožast, potpuno prikačen za supstrat ili delom slobodan, retko puta, a u retkim slučajevima se filamenti mogu solitarno javljati. Trihomi su uvijeni na različite načine, nemaju lažno grananje, a često su isprepletani. Pojava omotača zavisi od sredinskih uslova; mogu biti čvrsti ili tanki, obično bezbojni, prilepljeni za trihom, nisu slojeviti, nekada su blago difluentni ili u potpunosti odsustvuju. Trihomi su cilindrični, uglavnom dugi, manje do više talasasti ili nepravilno spiralno uvijeni, (1,8) 2,5-11 (15) µm široki, sa poprečnim ćelijskim zidovima koji nisu usečeni ili su blago usečeni; vidljivo pokretni. Ćelije ± izodijametrične do kraće ili duže nego šire, bez aerotopa. Apikalne ćelije su izdužene ili zaobljene, sa ili bez kaliptre (Komarek i Anagnostidis 2005).

Phormidium Kützing ex Gomont sp.

Napomena:

-

Potencijalno toksična:

Da (ATX-a, HTX-a, MCs).

Invazivna:

Nije utvrđeno.

Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):

Reka Gradac – Glavni izvor (Marinović 1959); Akumulacija Đerdap (Milovanović 1973); Obedska bara (Milovanović i Obušković 1978); Reka Morava (Obušković 1981); Ludoško jezero (Seleši 1981); Reke Bosut i Studva (Obušković 1982); Dunav kod Pančeva (Obušković 1982; Obušković i Kalafatić 1983); Reka Pek (Obušković i Kalafatić 1983; Obušković 1984; Obušković i sar. 1988); Reka Sava kod Beograda (Obušković i Kalafatić 1985); Akumulacija Perućac i Zvornik (Obušković 1986); Reka Drina kod Malog Zvornika do Perućca (Obušković 1986); Reka Sava (Obušković i Marković 1987); Reka Dunav (Obušković 1989); Reka Sitnica (Urošević 1989); Vlasinsko jezero (Cvijan i Laušević 1991); Reka Lugomir (Cvijan i Laušević 1993).

Ostali publikovani nalazi:

Akumulacija Barje (Obušković 1996); Reka Ibar (Obušković 1997); Vlasinsko jezero (Randelović i Blaženčić 1997); Zasavica (Ratajac i sar. 1998; Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017); Reka Rasina (Ržaničanin 2004); Reka Sava (Čađo i sar. 2006a); Akumulacija Grlišće (Ćirić i sar. 2015); Reka Sava (Simić i sar. 2015).

Ovo istraživanje:

Akumulacija Barje (BT22232014); Brestovačko (Magaško) jezero (BT37642016); Akumulacija Bukulja (BT20942016); Akumulacija Ćelije (BT19612015; BT25112016; BT25182016; BT01362017); Akumulacija Međuvršje (BT66142012; BT16782015); Akumulacija Potpeć (BT16812015); Akumulacija Prvonek (BT53782017); Akumulacija Radoinja (BT26932012; BT16822015); Akumulacija Zaovine (BT16842015); Akumulacija Zvornik (BT16912015); Savsko jezero (BT56902012; BT56932012; BT56952012; BT36472013; BT36492013; BT36512013; BT36522013; BT36532013; BT44502013; BT44512013; BT44522013; BT44542013; BB5461); Akumulacija Pariguz (BT34882013; BT34892013; BT46262013); Akumulacija Bela Reka (BT34262012); Krvavo jezero (BB5386); Reka Dunav kod Beograda (BT48812012; BT48832012; BT66742012; BT66762012; BT73852012; BT71562012; BT71602012; BT73872012; BT86262012; BT86302012; BT86312012; BT86332012; BT15772013; BT15812013;

	BT20682013; BT20702013; BT35022013; BT35042013; BT35052013; BT35092013; BT48932013; BT51032013; BT52632013; BT52652013; BT60722013; BT60762013; BT62872013; BT62892013; BT31882014; BT31922014; BT31932014; BT31952014; BT42802014; BT42852014; BT42872014; BT51292014; BT51312014; BT51322014; BT51362014; BT42812015; BT42842015; BT47412015; BT47452015; BT53652015; BT35952016; BT49072016); Reka Lim kod Prijepolja (BT42362012; BT66122012; BT86152012; BT18762013; BT18792013; BT34962013; BT34992013; BT50512013; BT34012014; BT43942014; BT53522014; BT53552014; BT30552015; BT38852016); Reka Sava kod Beograda (BT66702012; BT52592013; BT52622013); Reka Tisa kod Kanjiže (BT40802017); Batarski Rzav (BT66202012); Topčiderski potok (BT66802012); Barajevska reka (BT66812012); Reka Turija (BT66832012).		
<i>Phormidium ambiguum</i> Gomont 1892			
Sinonim:	Nema homotipskih sinonima.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Sitnica (Maloseja i Gecaj 1983; Urošević 1989).		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Tisa kod Bečeja (Ržaničanin i sar. 2005).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Phormidium boryanum</i> (Bory ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988			
Sinonim:	<i>Oscillatoria boryana</i> Bory ex Gomont 1892.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Pek (Obušković 1984).		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Kolubara (Veljić i Cvijan 1997); Crnovrška reka (Simić 2002); Reka Ponjavica (Karadžić i sar. 2005); Akumulacija Kruščica (Karadžić i sar. 2008).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Phormidium breve</i> (Kützing ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988			
Sinonim:	<i>Oscillatoria brevis</i> Kützing ex Gomont 1892.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Tisa kod Sente (Guelmino 1973); Ludoško jezero (Seleši 1981; Đukić i sar. 1991); Paličko jezero (Seleši 1982; Đukić i sar. 1991); Reka Sitnica (Urošević 1989).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Phormidium chalybeum</i> (Mertens ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988			
Sinonim:	<i>Oscillatoria chalybea</i> Mertens ex Gomont 1892.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Vlasinska tresava (Košanin 1908; 1910); Obedska bara (Milovanović 1959; 1960); Reka Tisa kod Sente (Guelmino 1973); Ludoško jezero (Seleši 1981; Đukić i sar. 1991); Paličko jezero (Seleši 1982); Reka Sitnica od Kuzmina do Velike reke (Maloseja i Gecaj 1983).		

Ostali publikovani nalazi:	Zapadna Morava (Jurišić i sar. 1999); Reka Tisa kod Bečeja (Subakov 2001); Reka Dunav – bentos, ceo tok (Makovinská i sar. 2002); Akumulacija Krajkovac (Čađo i sar. 2004); Reka Krivaja (Đurković i sar. 2004); Reka Dunav (Đurković i Čađo 2004); Reka Ponjavica (Karadžić i sar. 2005; Karadžić 2011); Reka Tisa kod Bečeja (Ržaničanin i sar. 2005); Plovni Begej kod Srpskog Ibeteja (Đurković i sar. 2005b); Reka Sava (Čađo i sar. 2006a); Zasavica (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Phormidium chlorinum</i> (Kützing ex Gomont) Umezaki & Watanabe 1994			
Sinonim:	Nema, odvojena od vrste <i>Oscillatoria chlorina</i> Kützing ex Gomont.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije zabeležena u vodama za vodosnabdevanje i rekreaciju.		
Ostali publikovani nalazi:	Paličko jezero (Branković 1992; Jovanović i sar. 2015); Zapadna Morava kod Grdice (Đukić i sar. 1994); Ludoško jezero (Dulić i Mrkić 1999; Jovanović i sar. 2015); Zapadna Morava (Jurišić i sar. 1999); Reka Krivaja (Đurković i sar. 2004); Reka Ponjavica (Karadžić i sar. 2005; Karadžić 2011); Reka Tisa kod Bečeja (Ržaničanin i sar. 2005); Reka Sava (Simić i sar. 2015); Zasavica (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Čelije (BT30432014; BT61922017); Akumulacija Kruščica (BT16852015); Akumulacija Međuvrše (BT66142012); Akumulacija Potpeć (BT26962012; BT16812015); Akumulacija Radoinja (BT16822015); Ribničko jezero (BT45942015); Akumulacija Uvac (BT26952012); Zlatarsko jezero (BT66152012); Akumulacija Zvornik (BT16912015); Savsko jezero (BT39522012; BT56922012; BT56962012; BT36522013; BT36542013; BT44502013; BB5460; BB5461; BB5363); Akumulacija Pariguz (BT34242012; BT34252012; BT56982012; BT34882013; BT34892013; BT46272013); Akumulacija Duboki Potok (BT34922013); Akumulacija Bela Reka (BT57002012); Krvavo jezero (BB5386); Paličko jezero (BB5385); Reka Dunav kod Beograda (BT66742012; BT66762012; BT71602012; BT86262012; BT86302012; BT86332012; BT20702013; BT35022013; BT48932013; BT51032013; BT35052013; BT52642013; BT52662013; BT62872013; BT60722013; BT60762013; BT62892013; BT51292014; BT51312014; BT51322014; BT51362014; BT42812015; BT42842015; BT47452015; BT53652015; BT53682015; BT04062016; BT16712016; BT16742016; BT16792016; BT35952016); Reka Lim kod Prijepolja (BT86152012; BT18792013; BT50512013; BT50542013; BT43942014; BT43972014; BT17842015; BT17872015; BT30552015; BT50432015; BT53202015; BT29052016; BT29082016); Reka Sava kod Beograda (BT66702012; BT34052013; BT52622013); Reka Tisa kod Kanjiže (BT31452016; BT33272016; BT40802017); Reka Vrelo kod Perućca (BT16882015); Barička reka (BT66782012); Barajevska reka (BT66812012).		
<i>Phormidium corium</i> Gomont ex Gomont 1892			
Sinonim:	<i>Oscillatoria corium</i> C.Agardh 1812; <i>Microcoleus corium</i> (C.Agardh)		

	Rabenhorst 1847; <i>Lyngbya corium</i> Hansgirg 1892.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (MCs).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Tisa kod Sente (Guelmino 1973).		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Dunav – bentos, ceo tok (Makovinská i sar. 2002).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Pariguz (BT34892013); Reka Vrelo kod Perućca (BT16882015; BT44232015; BT51192015).		
<i>Phormidium deflexoides</i> (Elenkin & Kossinskaja) Anagnostidis & Komárek 1988			
Sinonim:	<i>Oscillatoria deflexoides</i> Elenkin & Kossinskaja 1949.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Pek (Obušković 1984).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Phormidium favosum</i> Gomont 1892			
Sinonim:	<i>Lyngbya favosa</i> (Gomont) Thérézien & Couté 1977.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (ATX-a, MCs, STX).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Izvorište reke Banje (Marinović 1963); Izvorište reke Banje i Deguričkog potoka (Marinović 1962; 1964); Reka Tisa kod Sente (Guelmino 1973); Samokovska reka (Laušević 1992); Borsko jezero (Nikitović 1993).		
Ostali publikovani nalazi:	Borsko jezero (Laušević i Nikitović 1994b); Vlasinsko jezero (Randelović i Blaženčić 1997); Reka Vlasina (Nikitović 1998; Nikitović i Laušević 1999); Zapadna Morava (Jurišić i sar. 1999; Jurišić 2003; Jurišić i Marković 2005); Golema reka, Crnovrška reka i Stanjanska reka (Simić 2002); Reka Kamenica (Jurišić 2003); Reka Čemernica (Jurišić 2003); Zapadna Morava - sa Kamenicom i Čemernicom (Jurišić 2004).		
Ovo istraživanje:	Reka Lim kod Prijepolja (BT34992013).		
<i>Phormidium granulatum</i> (N.L.Gardner) Anagnostidis 2001			
Sinonim:	<i>Oscillatoria granulata</i> N.L.Gardner 1927; <i>Tychonema granulatum</i> (N.L.Gardner) Anagnostidis & Komárek 1988.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (MCs).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Ponjavica (Karadžić 2011); Zasavica (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017); Ludoško jezero (Jovanović i sar. 2015).		
Ovo istraživanje:	Ludoško jezero (BB5387); Paličko jezero (BB5385); Reka Lim kod Prijepolja (BT50432015; BT29082016; BT32952017).		
<i>Phormidium grunowianum</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988			
Sinonim:	<i>Oscillatoria grunowiana</i> Gomont 1892; <i>Oscillatoria terebriformis</i> f. <i>grunowiana</i> (Gomont) Elenkin 1949.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		

Ostali publikovani nalazi:	Reka Vlasina (Nikitović 1998; Nikitović i Laušević 1999).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Phormidium incrustatum</i> Gomont ex Gomont 1892			
Sinonim:	Nema homotipkih sinonima.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Tisa kod Sente (Guelmino 1973); Paličko jezero (Seleši 1982).		
Ostali publikovani nalazi:	Stanjanska reka (Simić 2002).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Phormidium ingricum</i> (Woronichin) Anagnostidis & Komárek 1988			
Sinonim:	<i>Oscillatoria ingrica</i> Woronichin 1931.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Pek (Obušković 1984); Reka Lugomir (Cvijan i Laušević 1993).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Phormidium interruptum</i> Kützing ex Forti 1907			
Sinonim:	Nema homotipskih sinonima.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Reka Lim kod Prijepolja (BT17842015; BT30552015).		
<i>Phormidium inundatum</i> Kützing ex Gomont 1892			
Sinonim:	Nema homotipskih sinonima.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Tisa kod Sente (Guelmino 1973).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Phormidium irriguum</i> (Kützing ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988			
Sinonim:	<i>Oscillatoria irrigua</i> Kützing ex Gomont 1892; <i>Microcoleus irriguus</i> (Kützing ex Drouet) F.E.Drouet 1968.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Lugomir (Cvijan i Laušević 1993).		
Ostali publikovani nalazi:	Vlasinsko jezero (Randelović i Blaženčić 1997); Dunav od Velikog Gradišta do Prahova (Simić i sar. 1997); Veliki i Mali Rzav (Obušković i Obušković 2000); Zapadna Morava (Jurišić 2003); Reka Kamenica (Jurišić 2003); Zapadna Morava - sa Kamenicom i Čemernicom (Jurišić 2004); Reka Ponjavica (Karadžić 2011).		
Ovo istraživanje:	Barička reka (BT66782012).		
<i>Phormidium jadinianum</i> Gomont 1893			
Sinonim:	<i>Lyngbya jadiniana</i> (Gomont) P.A.C.Senna 1983.		

Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Lugomir (Cvijan i Laušević 1993).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Phormidium jenkelianum</i> G.Schmid 1914			
Sinonim:	<i>Lyngbya jenkeliana</i> (G.Schmid) L.Hoffmann 1986.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Pek (Obušković 1984).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Phormidium nigrum</i> (Vaucher ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988			
Sinonim:	<i>Trichophorus niger</i> (Vaucher) Desvaux 1809; <i>Oscillatoriella nigra</i> (Vaucher) Gaillon 1833; <i>Oscillatoria nigra</i> Vaucher ex Gomont 1892.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Dunav – bentos, ceo tok (Makovinska i sar. 2002).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Zvornik (BT16912015).		
<i>Phormidium papyraceum</i> Gomont ex Gomont 1892			
Sinonim:	<i>Lyngbya papyracea</i> (Gomont ex Gomont) P.A.C.Senna 1983.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Tisa kod Sente (Guelmino 1973); Reka Ibar (Urošević 1989).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Phormidium puteale</i> (Montagne ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988			
Sinonim:	<i>Lyngbya putealis</i> Montagne ex Gomont 1892.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Tisa kod Sente (Guelmino 1973).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Phormidium retzii</i> Kützing ex Gomont 1892			
Sinonim:	Nema homotipskih sinonima.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Jablanica (Veljić i Cvijan 1997); Reka Dunav – bentos, ceo tok (Makovinska i sar. 2002).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Phormidium cf. retzii</i> Kützing ex Gomont 1892			
Sinonim:	-		

Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Reka Lim kod Prijepolja (BT50432015).		
<i>Phormidium subfuscum</i> Kützing ex Gomont 1892			
Sinonim:	<i>Lyngbya subfusca</i> (Kützing ex Gomont) Hansgirg 1892.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Obnica (Veljić i Cvijan 1997); Reka Dunav – bentos, ceo tok (Makovinska i sar. 2002).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Phormidium terebriforme</i> (C.Agardh ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988			
Sinonim:	<i>Oscillatoria terebriformis</i> C.Agardh ex Gomont 1892.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (MCs, Antx-a).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Tisa kod Sente (Guelmino 1973); Reka Pek (Obušković 1984); Vlasinsko jezero (Cvijan i Laušević 1991).		
Ostali publikovani nalazi:	Vlasinsko jezero (Randelović i Blaženčić 1997); Veliki i Mali Rzav (Obušković i Obušković 2000); Reka Tisa kod Bečeja (Ržaničanin i sar. 2005); Reka Ponjavica (Karadžić 2011).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Kruščica (BT16852015); Akumulacija Potpeć (BT26962012); Akumulacija Prvonek (BT36472015).		
<i>Phormidium tergestinum</i> (Kützing) Anagnostidis & Komárek 1988			
Sinonim:	<i>Oscillatoria tenuis</i> var. <i>tergestina</i> Rabenhorst ex Gomont 1892; <i>Oscillatoria tenuis</i> f. <i>tergestina</i> (Rabenhorst ex Gomont) Elenkin 1949.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Lugomir (Cvijan i Laušević 1993).		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Dunav – bentos, ceo tok (Makovinska i sar. 2002); Reka Ponjavica (Karadžić 2011); Reka Sava (Simić i sar. 2015); Zasavica (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Barje (BT22232014); Akumulacija Bukulja (BT10402016; BT26192016; BT29872016); Akumulacija Kruščica (BT44202015); Akumulacija Perućac (BT27022012; BT16892015); Akumulacija Potpeć (BT16812015); Akumulacija Prvonek (BT38272014; BT36452015); Akumulacija Radoinja (BT16822015; BT44162015); Akumulacija Zaovine (BT66222012; BT16832015); Zlatarsko jezero (BT16802015); Akumulacija Zvornik (BT27052012; BT16912015); Akumulacija Pariguz (BT34892013); Reka Dunav kod Beograda (BT66742012; BT71602012; BT52642013; BT42842014; BT13832015; BT47412015); Reka Lim kod Prijepolja (BT42362012; BT66122012; BT30522015; BT30552015; BT50462015); Reka Sava kod Beograda (BT66702012; BT66712012; BT52622013); Karaklijski Rzav (BT26982012; BT66192012); Barajevska reka (BT66812012).		

<i>Phormidium tinctorium</i> Kützing ex Gomont 1892			
Sinonim:	<i>Oscillaria tinctoria</i> (Kützing) P.Crouan & H.Crouan 1867; <i>Lyngbya tinctoria</i> (Kützing ex Gomont) Kirchner ex Forti 1907.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Obnica (Veljić i Cvijan 1997).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Phormidium uncinatum</i> Gomont ex Gomont 1892			
Sinonim:	<i>Lyngbya uncinata</i> (Gomont ex Gomont) Compère 1980.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (STXs)	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Sitnica od Kuzmina do Velike reke (Maloseja i Gecaj 1983); Reka Pek (Obušković 1984); Reke Sitnica i Ibar (Urošević 1989).		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Dunav (Đurković i Čađo 2004); Reka Dunav kod Bezdana (Čađo i sar. 2005a); Plovni Begej kod Srpskog Ibeteja (Đurković i sar. 2005b); Reka Tamiš kod Jaše Tomić (Đurković i sar. 2006).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

4.1.1.61. Rod *Planktolyngbya*

Osim nalaza koji su određeni kao *Planktolyngbya* sp., svega dve vrste pomenutog roda su zabeležene u okviru ovog istraživanja. Detaljnim analizama utvrđeno je prisustvo vrste *P. limnetica* na mnogim od odabranih lokaliteta, a prvenstveno u akumulacijama. Pored nje je *P. contorta*, koja je nađena u samo jednom uzorku i predstavlja prvi nalaz ove vrste za posmatrana vodna tela u Srbiji.

<i>Planktolyngbya</i> Anagnostidis & Komárek 1988			
Opis roda: Predstavnici roda imaju trihalnu homocitnu formu. Filamenti su solitarni, slobodno-plutajući, pravi, savitljivi, talasasti ili ± spiralno uvijeni; sa čvrstim, tankim, bezbojnim omotačem, retko sa lažnim grananjem. Trihomi su nepokretni, cilindrični, izopolarni, uniserijatni, sa poprečnim ćelijskim zidovima koji nisu usečeni ili su blago usečeni, ne sužavaju se prema krajevima, a apikalna ćelija je zaobljena. Ćelije su cilindrične, do 3 (5) µm široke, obično duže nego šire, retko manje-više izodijametриčne; bez aerotopa ili sa solitarnim polarnim aerotopima. Formiraju hormogonije kao vid reprodukcije (Komarek i Anagnostidis 2005).			
<i>Planktolyngbya</i> Anagnostidis & Komárek sp.			
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Savsko jezero (BB5357); Akumulacija Pariguz (*IBP08171); Reka Dunav kod Beograda (BT42872014).		
<i>Planktolyngbya contorta</i> (Lemmermann) Anagnostidis & Komárek 1988			
Sinonim:	<i>Lyngbya contorta</i> Lemmermann 1898; <i>Stichococcus contortus</i> (Lemmermann) Hindák 1996.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		

Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Reka Dunav kod Beograda (BT12212015).		
<i>Planktolingbya limnetica</i> (Lemmermann) Komárková-Legnerová & Cronberg 1992			
Sinonim:	<i>Lyngbya limnetica</i> Lemmermann 1898; <i>Oscillatoria splendida</i> var. <i>limnetica</i> (Lemmerman) Playfair 1938.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Dunav od Batine do Pančeva i Sava kod ušća u Dunav (Protić 1939); Reka Tisa kod Sente (Guelmino 1973); Ludoško jezero (Seleši 1981; Đukić i sar. 1991); Paličko jezero (Seleši 1982).		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Tisa (Dulić i Mrkić 1998); Zapadna Morava (Jurišić i sar. 1999); Reka Ponjavica (Karadžić i sar. 2005); Aleksandrovačko jezero (Đorđević i Simić 2014); Zasavica (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017); Akumulacija Grlšte (Ćirić i sar. 2015); Paličko jezero, Ludoško jezero, Krvavo jezero (Jovanović i sar. 2015); Akumulacija Sjenica (Čađo i sar. 2015); Akumulacija Vrutci (Kostić i sar. 2015).		
Ovo istraživanje:	Brestovačko (Magaško) jezero (BT42762014; BT42772014; BT37632016; BT37642016; BT37652016; BT37662016; BT37632016; BT37642016); Akumulacija Bukulja (BT34512017); Akumulacija Čelije (BT22822015; BT25122016; BT33492017; BT33512017; BT33582017; BT33592017; BT33622017; BT33632017; BT33642017; BT33712017; BT46482017; BT46492017; BT46502017; BT50752017; BT61922017); Akumulacija Kruščica (BT16852015); Akumulacija Potpeć (BT16812015); Akumulacija Prvonek (BT37742016); Savsko jezero (BT50922014; BB5460; BB5473; BB5474; BB5475; BB5476; BB5356; BB5358; BB5359; BB5360; BB5361; BB5363; BB5366; BB5368); Akumulacija Pariguz (*IBP08171; *IBP10171); Krvavo jezero (BB5386); Ludoško jezero (BB5387); Paličko jezero (BB5385); Reka Lim kod Prijepolja (BT30552015; BT53202015; BT29082016; BT32952017).		
<i>Planktolingbya cf. limnetica</i> (Lemmermann) Komárková-Legnerová & Cronberg 1993			
Sinonim:	-		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Dunav – fitoplankton, ceo tok (Nemeth i sar. 2002).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

4.1.1.62. Rod *Planktothrix*

Od ukupno 4 vrste roda *Planktothrix*, koje su (pored nalaza identifikovanih samo do nivoa roda) detektovane u vodama koje se dovode u vezu sa rekreacijom i/ili vododnavdevanjem u Srbiji, svega dve su nađene u toku izrade ove disertacije. Vrsta *P. agardhii*, koja je najčešće identifikovana vrsta ovog roda u Srbiji, zabeležena je i u velikom broju uzoraka sa odabranih lokaliteta tokom ovog istraživanja. Pored nje, često se beleži i prisustvo *P. rubescens*.

Planktothrix K.Anagnostidis & J.Komárek 1988

Opis roda: Pripadnici roda *Planktothrix* su trihalne cijanobakterije homocitne forme. Trihomi su solitarni, slobodno-plutajući, ± pravi ili blago nepravilno talasasti ili uvijeni, izopolarni, cilindrični,

sa poprečnim ćelijskim zidovima koji najčešće nisu usečeni; obično planktonske (retko metafitonske), pri masovnom razviću (cvetanje vode) se skupljaju u nepravilne grupacije. Filamentu su \pm dugi (čak do 4 mm), širine (2) 3-12 (15) μm , nepokretni (ponekad sa neznatnim pokretima), blago se sužavaju ili se ne sužavaju prema vrhovima, u nekim slučajevima sa kaliptrom. Mukozni omotač obično izostaje, nekada (pri nepovoljnim uslovima) sa tankom ovojnicom; bez lažnog grananja. Ćelije su cilindrične, retko \pm blago bačvaste, uglavnom kraće nego šire ili \pm izodijametrične, retko duže nego šire; obligatorno sa aerotopima duž čitavog protoplasta. Apikalne ćelije su zaobljene ili suženo konične, nekad sa kaliptrom ili zadebljalim ćelijskim zidom (Komárek i Anagnostidis 2005).

Planktothrix K.Anagnostidis & J.Komárek sp.

Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (MCs).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Aleksandrovačko jezero (Đorđević i Simić 2014).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

Planktothrix agardhii (Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988

Sinonim:	<i>Oscillatoria agardhii</i> Gomont 1892.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (MCs).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Dunav od Batine do Pančeva, Sava i Tisa kod ušća u Dunav (Protić 1939); Reka Tisa kod Sente (Guelmino 1973).		
Ostali publikovani nalazi:	Vlasinsko jezero (Randelović i Blaženčić 1997); Veliki i Mali Rzav (Obušković i Obušković 2000); Reka Ponjavica (Karadžić i Subakov–Simić 2002; Karadžić i sar. 2005; Karadžić 2011; Karadžić i sar. 2013); Reka Tisa kod Bečeja (Ržaničanin i sar. 2005); Akumulacija Bukulja (Karadžić i sar. 2006b); Garaši, Bukulja (Karadžić i sar. 2010); Reka Stari Begej (Nemeš i sar. 2004); Akumulacija Zobatnica (Svirčev i sar. 2013); Paličko jezero, Krvavo jezero (Jovanović i sar. 2015).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Barje (BT22232014); Akumulacija Bukulja (BT09062016; BT10402016; BT10412016; BT10422016; BT10432016; BT10442016; BT10452016; BT14612016; BT17312016; BT17812016; BT18592016; BT19382016; BT20942016; BT23912016; BT26192016; BT29872016; BT14492017; BT15642017; BT18102017; BT25112017; BT30442017; BT34512017; BT43712017; BT48152017; BT49692017; BT53082017; BT61092017); Akumulacija Garaši (BT07092016; BT07102016; BT07112016; BT07122016; BT07132016; BT07142016; BT07152016; BT07162016; BT07172016; BT07182016); Akumulacija Pariguz (*IBP02171; *IBP02172; *IBP03171; *IBP03172; *IBP04171; *IBP04172; *IBP05171; *IBP05172; *IBP11171; *IBP11172); Krvavo jezero (BB5386); Ludoško jezero (BB5387); Reka Dunav kod Beograda (BT49032016; BT49072016); Reka Tisa kod Kanjiže (BT24292016; BT27742016; BT30062016; BT31452016; BT33272016; BT35002017; BT43442017).		

Planktothrix cf. *agardhii* (Gomont) Anagnostidis & Komárek 1989

Sinonim:	-		
Napomena:	-		

Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Dunav – fitoplankton, ceo tok (Nemeth i sar. 2002).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Planktothrix isothrix</i> (Skuja) Komárek & Komárková 2004			
Sinonim:	<i>Oscillatoria agardhii</i> var. <i>isothrix</i> Skuja 1948.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Akumulacija Bukulja (Karadžić i sar. 2006b); Reka Ponjavica (Karadžić 2011); Zasavica (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Planktothrix prolifica</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988			
Sinonim:	<i>Oscillatoria prolifica</i> Gomont 1892.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Vlasinsko jezero (Randelović i Blaženčić 1997).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Planktothrix rubescens</i> (De Candolle ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988			
Sinonim:	<i>Oscillatoria rubescens</i> De Candolle ex Gomont 1892.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (MCs, Antx-a).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Akumulacija Uvac (Cvijan i Subakov 1990); Akumulacija Gazivode (Urošević 1992; 1993).		
Ostali publikovani nalazi:	Akumulacija Gazivode (Urošević 1992; Urošević i sar. 1996); Vlasinsko jezero (Randelović i Blaženčić 1997); Reka Uvac (Obušković 2002); Akumulacija Sjenica (Čađo i sar. 2003); Reka Krivaja (Đurković i sar. 2004); Reka Dunav (Đurković i Čađo 2004); Reka Dunav kod Bezdana (Čađo i sar. 2005a); Akumulacija Međuvršje (Đurković i sar. 2005a); Reka Ponjavica (Karadžić i sar. 2005); Plovni Begej kod Srpskog Ibeteja (Đurković i sar. 2005b); Akumulacija Potpeć (Čađo i sar. 2005b); Ludoško jezero, akumulacija Zobatnica, reka Krivaja kod Srbobrana, Tisa kod Novog Kneževca, Tamiš kod Botoša (Simeunović i sar. 2005); Reka Tamiš kod Jaše Tomić (Đurković i sar. 2006); Reka Sava (Čađo i sar. 2006a); Akumulacija Vrutci (Kostić i sar. 2014; 2015; 2016); Akumulacija Čelije (Čađo i sar. 2017a).		
Ovo istraživanje:	Reka Lim kod Prijepolja (BT63952013); Akumulacija Vrutci (BT63952013; BT63962013; BT63992013).		

4.1.1.63. Rod *Plectonema*

Za sada je rod *Plectonema* u vodama koje se u Srbiji tiču vodosnabdevanja i rekreacije zabeležen sa svega jedno vrstom – *P. tomasinianum*, i to isključivo iz literaturnih nalaza.

Plectonema Thuret ex Gomont 1892

Opis roda: Vrste ovog roda imaju trihalnu homocitnu formu. Talus je bokorast, raširen, ±

kompaktan, visine do 2 cm, pričvršćen za supstrat, ili u formi grupisanih trihoma, slobodno-plutajući, sastavljan od izuvijanih, pretežno gusto pakovanih, ± paralelno postavljenih filamenata. Filamenti su obligatorno sa gušćim ili ređim pseudogrananjem. Omotači su čvrsti, tanji ili deblji, do 4 µm široki; inicijalno bezbojni, a kasnije žućkasto-smeđi, homogeni ili izraženo slojeviti. Trihomi su obično talasasti, 8-25 (72?) µm širine, nepokretni. Čelije su kratke, diskoidalne. Apikalne čelije su zaobljene, bez ili retko sa kaliptrom. Formiraju hormogonije kao vid reprodukcije (Komarek i Anagnostidis 2005).

Plectonema tomasinianum Bornet ex Gomont 1893

Sinonim:	<i>Phormidium tomasinianum</i> (Bornet ex Gomont) Bornet.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Dunav – bentos, ceo tok (Makovinská i sar. 2002); Stanjanska reka (Simić 2002).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

4.1.1.64. Rod *Pleurocapsa*

Rod *Pleurocapsa* je zabeležen sa dva predstavnika, pri čemu je jedan nalaz (*P. aurantiaca*) isključivo na osnovu literaturnih zapisa. Na odabranim lokalitetima, mikroskopskim ispitivanjima utvrđeno je prisustvo *P. minor* u jednom uzorku iz reke Lim.

Pleurocapsa Thuret 1885

Opis roda: Pripadnici ovog roda su kolonijske cijanobakterije kokoidnog tipa. Talus je prikačen za supstrat (uglavnom kamen), korast, u tankom sloju ili trodimenzionalnim klasterima, sastavljen od nepravilnih grupacija čelija, iz kojih se razvijaju nepravilni ili radijalni nizovi čelija, koji nekada mogu biti nepravilno ili pseudo-dihotomo granati; kod nekoliko vrsta, pseudofilamenti mogu biti delom endolitski. Nizovi mogu biti uni- ili multiserijadni, obavijeni ± tankim, čvrstim, nekada slojevitim, žuto-smeđim omotačima, koji lateralno srastaju. Čelije su nepravilnog oblika, varijabilnih veličina, nekada blago izdužene, sa homogenim ili blago granuliranim sadržajem, modro-zelene do ružičaste boje; dele se nepravilno u različitim ravnima (Komárek i Anagnostidis 1999).

Pleurocapsa aurantiaca Geitler 1931

Sinonim:	<i>Scopulonema polonicum</i> (Geitler) Geitler 1942.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Dunav – bentos, ceo tok (Makovinská i sar. 2002).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

Pleurocapsa minor Hansgirg 1891

Sinonim:	<i>Scopulonema minus</i> (Hansgirg) Geitler 1942.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da ¹⁶ .	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Dunav – bentos, ceo tok (Makovinská i sar. 2002).		
Ovo istraživanje:	Reka Lim kod Prijepolja (BT17842015).		

¹⁶ Nije navedeno (Quiblier i sar. 2013).

4.1.1.65. Rod *Porphyrosiphon*

Tokom istraživanja nije zabeležen ni jedan pripadnik roda *Porphyrosiphon*. Obradom literaturnih podataka, može se izdvojiti svega jedan nalaz ovog roda u posmatranim vodama, i to vrsta *P. versicolor*.

Porphyrosiphon Kützing ex M.Gomont 1892

Opis roda: Trihalne cijanobakterije homocitne forme. Filamenti su solitarni, među drugim algama ili se razvijaju u okviru širokog i nekada slojevitog modro-zelenog ili crvenog talusa. Filamenti ± uvijeni, vijugavi, u izuzetnim slučajevima sa lažnim grananjem; uglavnom se unutar omotača nalazi samo jedan trihom (retko dva). Omotači su debeli, čvrsti, uvek slojeviti i obično obojeni (crvena, crveno-braonkasta, ljubičasta, žuta, itd.), retko bezbojni, kod mladih trihoma se suženi i zatvoreni na krajevima, kod starijih se otvaraju. Trihomi su nepokretni, 6-10 µm široki, bez ili sa usečenim ćelijskim zidovima. Čelije su izodijametrične ili duže nego šire. Apikalna ćelija je zaobljena ili konična, bez kaliptre. Produkuju hormogonije (Komarek i Anagnostidis 2005).

Porphyrosiphon versicolor (Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988

Sinonim:	<i>Lyngbya versicolor</i> Gomont 1892.		
Napomena:	Marinska vrsta. Probematičan nalaz. Potrebna revizija nalaza kroz dalja istraživanja.		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Obnica (Veljić i Cvijan 1997).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

4.1.1.66. Rod *Potamolinea*

Rod *Potamolinea* zabeležen je samo sa predstavnikom *P. aerugineo-caerulea* prevashodno u starijim literaturnim nalazima.

Potamolinea M.D.Martins & L.H.Z.Branco 2016

Opis roda: Trihalne cijanobakterije homocitne forme. Talus je želatinozan, sluzav, pričvršćen za supstrat, tamno modro-zelene boje. Filamenti su gusto isprepleteni, pokretni. Omotači se javljaju fakultativno, priljubljeni uz trihome, čvrsti, tanki, bezbojni, hijalinski. Trihomi izopolarni (krajevi po obliku slični), cilindrični celom dužinom, sa neusečenim ili blago usečenim poprečnim ćelijskim zidovima, ne sužavaju se prema vrhu, 6-16,8 µm širine. Čelije su izodijametrične do kraće ili duže nego šire. Čelijski sadržaj je fino granulisan ili sa raštrkanim krupnijim granulama. Apikalna ćelija je zaobljena, bez kaliptre. Formiraju hormogonije (Martins i Branco 2016).

Potamolinea aerugineo-caerulea (Gomont) M.D.Martins & L.H.Z.Branco 2016

Sinonim:	<i>Lyngbya aerugineo-caerulea</i> Gomont 1892; <i>Phormidium aerugineo-caeruleum</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988.		
Napomena:	Tipska vrsta.		
Potencijalno toksična:	Da (Neuro- i hepatotoksična).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Gradac - Glavni izvor (Marinović 1959); Reka Pek (Obušković 1984).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

4.1.1.67. Rod *Pseudanabaena*

Pored nalaza identifikovanih kao *Pseudanabaena* sp., još pet vrsta je nađeno tokom perioda istraživanja, a od ukupno devet koje su nađene u vodama koje se dovode u vezu sa vodosnabdevanjem i rekreacijom. Vrsta koja je beležena u najvećem broju uzoraka je *P. limnetica*, a značajno je rasprostranjena i *P. catenata*. Ova dva taksona su utvrđena u mnogim akumulacijama, i jezerima, dok su se ostali dole navedeni taksoni javljali manje-više sporadično.

***Pseudanabaena* Lauterborn 1915**

Opis roda: Trihalne cijanobakterije homocitne forme. Trihomi se javljaju solitarno u planktonu, metafitonu, ili u vidu tankog biofilna, obično pravi ili povijeni, retko talasasti, cilindrični, ± kratki, sastoje se uglavnom od relativno malog broja ćelija, obično izraženo usećenih poprečnih ćelijskih zidova. Trihomi su bez čvrstog omotača, ali nekad sa širokim difluentnim ovojnica. Pretežno su nepokretni. Ćelije su obično cilindrične sa zaobljenim krajevima, nekada gotovo bačvaste, duže nego šire, retko izodijametrike, bez ili sa polarnim aerotopima. Između poprečnih zidova se razvija sloj peptidoglikana (tzv. „hijalinski mostovi“), 3-6 puta deblji od sloja koji okružuje ostatak ćelija, sa centralnom perforacijom ili porama. Apikalne ćelije nisu diferencirane, bez kaliptre i zadebljanja na zidovima. Deoba ćelija se odvija u jednoj ravni (Komarek i Anagnostidis 2005).

***Pseudanabaena* Lauterborn sp.**

Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (MCs) ¹⁷ .	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Dunav – fitoplankton, ceo tok (Nemeth i sar. 2002); Zasavica (Predojević i sar. 2015a); Akumulacija Šumarice (Simić i sar. 2017).		
Ovo istraživanje:	Brestovačko (Magaško) jezero (BT37652016; BT37662016); Akumulacija Bukulja (BT48152017); Akumulacija Pariguz (*IBP02171); Reka Dunav kod Beograda (BT04022016); Reka Tisa kod Kanjiže (BT37602017).		

***Pseudanabaena articulata* Sjuka 1948**

Sinonim:	Nema.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Zasavica (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

***Pseudanabaena biceps* Böcher 1946**

Sinonim:	Nema.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Ponjavica (Karadžić 2011).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

***Pseudanabaena catenata* Lauterborn 1915**

Sinonim:	Nema, vrsta je holotip roda <i>Pseudanabaena</i> .		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (MCs).	Invazivna:	Nije utvrđeno.

¹⁷ Za marinski soj (Bernard i sar. 2016).

Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Obnica (Veljić i Cvijan 1997); Zapadna Morava (Jurišić i sar. 1999); Reka Dunav – bentos, ceo tok (Makovinská i sar. 2002); Reka Ponjavica (Karadžić 2011); Zasavica (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017); Paličko jezero, Krvavo jezero (Jovanović i sar. 2015); Savsko jezero (Jovanović i sar. 2017).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Bukulja (BT29872016); Akumulacija Čelije (BT37442015; BT25042016; BT44812015; BT25072016; BT25082016; BT25102016; BT25182016; BT25282016; BT01362017; BT33542017; BT33552017; BT33582017; BT33622017; BT33702017; BT46502017; BT50752017); Akumulacija Kruščica (BT16852015); Akumulacija Prvonek (BT45192017; BT53712017; BT53752017); Zlatarsko jezero (BT16802015; BT44172015); Savsko jezero (BT50922014; BB5462; BB5463; BB5465; BB5466; BB5467; BB5468; BB5469; BB5474; BB5475; BB5354; BB5355; BB5357; BB5359; BB5360; BB5361; BB5362; BB5363; BB5364; BB5365; BB5366; BB5367; BB5368; BB5370; BB5371); Krvavo jezero (BB5386); Paličko jezero (BB5385); Reka Dunav kod Beograda (BT12172015; BT53652015; BT53682015; BT42802014; BT47412015; BT47452015; BT35952016; BT35992016); Reka Lim kod Prijepolja (BT30552015; BT50462015; BT53172015; BT29052016; BT38852016; BT52932016; BT05942017; BT05972017); Reka Tisa kod Kanjiže (BT30062016; BT35002017; BT40802017; BT46762017).		
<i>Pseudanabaena contorta</i> Kling & Watson 2003			
Sinonim:	Nema.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Čelije (BT24962016; BT24972016).		
<i>Pseudanabaena cf. minima</i> (G.S.An) Anagnostidis 2001			
Sinonim:	<i>Achroonema minimum</i> G.S.An 1992.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Zaovine (BT16832015).		
<i>Pseudanabaena cf. mucicola</i> (Naumann & Huber-Pestalozzi) Schwabe 1964			
Sinonim:	<i>Phormidium mucicola</i> Nauman & Huber-Pestalozzi 1929.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Dunav – fitoplankton, ceo tok (Nemeth i sar. 2002).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Pseudanabaena galeata</i> Böcher 1949			
Sinonim:	Nema homotipskih sinonima.		

Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da ¹⁸ .	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Dunav – bentos, ceo tok (Makovinska i sar. 2002).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Pariguz (*IBP07171).		
<i>Pseudanabaena limnetica</i> (Lemmermann) Komárek 1974			
Sinonim:	<i>Oscillatoria limnetica</i> Lemmermann.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (ATX-a).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Dunav 1281-1092 km (Milovanović 1965).		
Ostali publikovani nalazi:	Akumulacija Gruža (Ranković i sar. 1994a; Ranković i Simić 2005; Čađo i sar. 2016); Reka Tisa (Pijin i sar. 1999); Akumulacija Grošnica (Ranković i sar. 1999); Reka Tisa kod Bečeja (Subakov 2001; Ržaničanin i sar. 2003; Ržaničanin i sar. 2005); Reka Ponjavica (Karadžić i Subakov–Simić 2002; Karadžić 2011); Reka Dunav – bentos, ceo tok (Makovinska i sar. 2002); Reka Dunav – fitoplankton, ceo tok (Nemeth i sar. 2002); Akumulacija Sjenica (Čađo i sar. 2003); Reka Krivaja (Đurković i sar. 2004); Reka Dunav kod Bezdana (Čađo i sar. 2005a) (); Plovni Begej kod Srpskog Ibeteja (Đurković i sar. 2005b); Reka Tamiš kod Jaše Tomić (Đurković i sar. 2006); Reka Sava (Čađo i sar. 2006a); Reka Dunav (Đurković i Čađo 2004; Čađo i sar. 2006b); Akumulacija Zobatnica (Svirčev et al. 2013); Aleksandrovačko jezero (Đorđević i Simić 2014); Zasavica (Predojević i sar. 2015a); Paličko jezero (Jovanović i sar. 2015); Akumulacija Čelije (Čađo i sar. 2017a).		
Ovo istraživanje:	Brestovačko (Magaško) jezero (BT42762014; BT42772014; BT37632016; BT37632016); Akumulacija Čelije (BT44812015; BT33652017; BT33682017; BT34482017; BT50752017); Akumulacija Kruščica (BT27002012; BT66212012; BT16852015); Akumulacija Međuvršje (BT16782015); Akumulacija Potpeć (BT16812015); Akumulacija Zaovine (BT66222012); Zlatarsko jezero (BT16802015); Savsko jezero (BT36532013; BT36542013; BT50922014; BB5371); Akumulacija Pariguz (BT46272013; *IBP06172; *IBP07171; *IBP08171; *IBP08172; *IBP10171; *IBP10172; *IBP11171; *IBP11172); Akumulacija Duboki Potok (BT46302013); Krvavo jezero (BB5386); Ludoško jezero (BB5387); Reka Dunav kod Beograda (BT66742012; BT66762012; BT73872012; BT86312012; BT20682013; BT20702013; BT33992013; BT35022013; BT34012013; BT52632013; BT52652013; BT62872013; BT62892013; BT18752014; BT18772014; BT42852014; BT42872014; BT51292014; BT51312014; BT12172015; BT53652015; BT53682015; BT86262012; BT35052013; BT60722013; BT60762013; BT42802014; BT42842014; BT51322014; BT51362014; BT13832015; BT36792015; BT47412015; BT49032016; BT03872017); Reka Lim kod Prijepolja (BT53552014; BT17872015; BT30552015; BT50462015; BT38852016; BT52932016); Reka Tisa kod Kanjiže (BT43442017; BT46762017); Karaklijski Rzav		

¹⁸ Nepoznat toksin. Izvor: Rangel i sar. (2014).

	(BT26982012).		
<i>Pseudanabaena papillaterminata</i> (Kiselev) Kukk 1959			
Sinonim:	<i>Phormidium papillaterminatum</i> Kisselev 1927.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Zasavica (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

4.1.1.68. Rod *Raphidiopsis*

Rod *Raphidiopsis* je tokom istraživnog perioda zabeležen na jednom lokalitetu (akumulacija Pariguz). Međutim, pregledom literature detektovano još nalaza pomenutog roda za ispitivane vode koje se koriste za vodosnabdevanje i rekreaciju u Srbiji.

<i>Raphidiopsis</i> F.E.Fritsch & F.Rich 1929			
Opis roda: Trihalne cijanobakterije heterocitne forme. Filamenti su solitarni, slobodno-lebdeći, bez omotača ili ovojnice, uniserijadni, retko u malim, nepravilnim i dezintegrirajućim fascikulama; pravi ili blago povijeni do nepravilno spiralno uvijeni, sa usećenim ili neusećenim poprečnim ćelijskim zidovima, sužavaju se prema krajevima, gde su izraženo ili blago zašiljeni. Ćelije su cilindrične do bačvaste, fakultativno sa aerotopima, uvek duže nego šire, izdužene i sužavaju se prema krajevima, a dele se normalno na osu trihoma. Heterociste uvek odsustvuju, dok se akineti interkalarno razvijaju, najčešće na kraju vegetativne sezone, pojedinačno ili do 4 u nizu. Predlaže se revizija roda. Određene populacije morfološki nalikuju vrstama <i>Cuspidothrix issatschenkoi</i> i <i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> , a sumnja se i da je vrsta <i>R. mediterranea</i> zapravo ne-heterocitni stadijum <i>C. raciborskii</i> (Komárek 2013).			
<i>Raphidiopsis mediterranea</i> Skuja 1937			
Sinonim:	Nema homotipskih sinonima.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (CYN, deoxy-CYN).	Invazivna:	Da
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Obedska bara (Milovanović 1949).		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Ponjavica (Karadžić 2011; Karadžić i sar. 2013); Zasavica (Predojević i sar 2015; Predojević 2017).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Pariguz (*IBP08172).		

4.1.1.69. Rod *Rhabdoderma*

Svega dva pripadnika roda *Rhabdoderma* su zabeležena tokom perioda istraživanja. Vrsta *R. lineare*, osim iz literaturnih podataka, zabeležena je u samo jednom uzorku iz akumulacije Bukulja. Sa druge strane, *R. vermiculare* je prvi put zabeležena za pomenute vode tokom ovog istraživanja, i to u akumulaciji Pariguz.

<i>Rhabdoderma</i> Schmidle & Lauterborn 1900			
Opis roda: Pripadnici roda su kolonijske cijanobakterije kokoidnog tipa. Ćelije su grupisane u male mikroskopske, nepravilno ovalne do izdužene mukozne kolonije, unutar kojih su obično udaljene jedna od druge, ili se javljaju u vidu kratkih pseudofilamentoznih nizova, koji su nepravilno raštrkani, ali nekada orijentisani u istom pravcu unutar kolonije. Mukus je tanak, bezbojan, homogen, nekada difluentan; retko se javljaju tanki individualni želatinozni omotači oko ćelija.			

Ćelije su cilindrične, štapićaste, prave, povijene ili sigmoidalne, sa zaobljenim krajevima, nekada i nekoliko puta duže nego šire (Komárek i Anagnostidis 1999).			
<i>Rhabdoderma lineare</i> Schmidle & Lauterborn 1900			
Sinonim:	<i>Synechococcus linearis</i> (Schmidle & Lauterborn) Komárek 1970.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Paličko jezero (Seleši 1982; u vidu varijeteta <i>Rhabdoderma lineare</i> var. <i>spirale</i> (Woloszynska) Hollerb prema Cvijan i Blaženčić (1996)); Reka Pek (Obušković 1984).		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Ibar (Obušković 1997).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Bukulja (BT49692017).		
<i>Rhabdoderma vermiculare</i> Fott 1952			
Sinonim:	Nema.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Pariguz (*IBP08171).		

4.1.1.70. Rod *Rivularia*

Rod *Rivularia* je u okviru literaturnih nalaza zabeležen sa ukupno dve vrste, od kojih se *R. haematites* beleži samo u okviru starijih publikovanih radova, a postoji samo jedan nalaz *R. dura*. U toku perioda istraživanja ove disertacije, zabeležen je sam rod (akumulacija Zaovine), ali nije bilo moguće identifikovati samu vrstu.

***Rivularia* C. Agardh ex Bornet & Flahault 1886**

Opis roda: Kolonijske trihalne cijanobakterije heterocitne fotne. Formiraju kolonije koje su akvatične ili semi-akvatične, pričvršćene za supstrat, hemisferične do gotovo sferične, a kasnije se veći broj kolonija spaja unutar zajedničkog stopljenog omotača i formira jastučaste ili zaravnjene slojeve, sastavljene od \pm gusto, radijalno ili paralelno raspoređenih filamenata, nekada intenzivno prožetih karbonatima; maslinasto zelene, smeđe, a nekada blago crvenkaste ili mrke boje. Osnova filameta je orijentisana ka centru kolonije, kasnije ka supstratu. Sluz kolonije je obično čvrsta, jasno izdvojena, sa pokoricom. Filamenti su bipolarni, pri čemu se sastoje od trihoma i čvrstih, bezbojnih ili žućkasto smeđih omotača, koji nekad želatiniziraju i srastaju. Svaki trihom formira sopstveni omotač, ali je takođe zatvoren unutar omotača majke jedinke. Trihomi heteropolarni, sa bazalnim delom na kome se razvija heterocista, a od koga se postepeno sužava dok se ne završi tankom dugom dlakom. Kasnije se formira lažno grananje, paralelno uz inicijalni filament. Ćelije duž trihoma su različitih dužina i širina, obično cilindrične pri osnovi, od koje se izdužuju. Heterociste su obligatne, bazalne i interkalarne, uglavnom solitarne. Akineti odsustvuju. Reprodukuju se uz pomoć hormogonija (Komárek 2013).

***Rivularia* C. Agardh ex Bornet & Flahault sp.**

Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (MCs).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Obnica (Marinović 1959); Reka Gradac – izvor Popovo vrelo (Marinović 1959).		
Ostali publikovani nalazi:	Stanjanska reka (Simić 2002).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Zaovine (BT16832015).		

***Rivularia dura* Roth ex Bornet & Flahault 1886**

Sinonim:	Nema homotipskih sinonima. Heterotipski - <i>Limnactis dura</i> Kützing		
----------	---	--	--

	ex Bornet et Flahault.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Akumulacija Bujanj (Ranković i sar. 2006).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Rivularia haematites</i> C. Agardh ex Bornet & Flahault 1886			
Sinonim:	Nema homotipskih sinonima.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Izvorište reke Banje (Marinović 1963); Izvorište reke Banje i Deguričkog potoka (Marinović 1962; 1964).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

4.1.1.71. Rod *Romeria*

Pregledom literaturnih podataka, uočeno je prisustvo dva predstavnika roda *Romeria* u vodama koje se tiču ove disertacije. Mikroskopskom analizom uzoraka sa odabranih lokaliteta tokom perioda ovog istraživanja nije zabeleženo prisustvo taksona koji pripadaju ovom rodu.

***Romeria* M.Koczwara 1932**

Opis roda: Trihalne cijanobakterije homocitne forme. Trihomi su solitarni, slobodno lebdeći, ili po nekoliko njih unutar nepravilnih mukoznih grupacija; obično su kratki, nepravilini ili krhki, sastoje se od 1-8 (-18-32) ćelija, retko više; samo ponekad pravi, nekada uvijeni, polukružni ili nepravilno spiralno uvijeni; široki 0,6 – 3 μm , uglavnom sa usećenim poprečnim ćelijskim zidovima, bez izraženog omotača, ali obično sa \pm gustom, bezbojnom, difuznom mukoznom ovojnicom (unutar kojih se obično nalazi jedan, do nekoliko trihoma). Ćelije su cilindrične, izduženo-cilindrične do bačvaste, uvek duže nego šire, a kod nekih vrsta mogu biti i u obliku slova "Y"; bez aerotopa. Vršne ćelije su zaobljene (Komárek i Anagnostidis 2005).

***Romeria elegans* (Woloszynska) Geitler 1932**

Sinonim: *Raciborskia elegans* Woloszynska 1928; *Amalia elegans* (Woloszynska) De Toni 1934; *Synechococcus elegans* (Woloszynska) Komárek 1970.

Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Obedska bara – Krstonošića okno (Milovanović i Obušković 1978).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

***Romeria leopoliensis* (Raciborski) Koczwara 1932**

Sinonim: *Arthrospira leopoliensis* Raciborski 1910; *Raciborskia leopoliensis* (Raciborski) Koczwara 1929; *Amalia leopoliensis* (Raciborski) De Toni 1934; *Synechococcus leopoliensis* (Raciborski) Komárek 1970.

Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Jegrička (Miljanović i sar. 2007).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

4.1.1.72. Rod *Schizothrix*

Kada je reč o rodu *Schizothrix*, pored nalaza identifikovanih do nivoa roda, u literaturi se sreću pojedinačni zapisi za još dve vrste.

<i>Schizothrix</i> Kützing ex M.Gomont 1892			
Opis roda: Trihalne cijanobakterije homocitne forme. Filamenti su solitarni, slobodno živeći, udruženi u fascikule ili gusto priljubljeni i međusobno isprepletani, formirajući tako talus. Filamenti su uglavnom dugački, gotovo pravi ili uvijeni, gusto i uglavnom paralelno pakovani, retko radijalno, a nekada u formaciji poput konopca; često sa krajevima koji se lažno granaju u bokoraste formacije, nekada skoro dihotomo, retko bez grananja. Omotači obično ± čvrsti, prošireni, retko tanki, nekada slojeviti, pre jasno oivičeni nego difluentni, bezbojni ili obojeni, uglavnom suženi na slobodnim krajevima ili konično zatvoreni na vrhu, retko bez sužavanja; uglavnom sa više trihoma u bazalnom delu, a na krajevima samo po jedan. Trihomi mogu biti pokretni ili nepokretni, sa blago- ili ne-usećenim poprečnim ćelijskim zidovima, obično svaki ima sopstveni omotač. Ćelije su obično duže nego šire, ponekad izodijametrične. Vršna ćelija može biti zaobljena, konična, zatupasta ili zašiljena, uvek bez zadebljanja zida ili kaliptre. Izdvajaju se dva podroda: <i>Inactis</i> , sa talusom prožetim kalcijum-karbonatom, i <i>Schizothrix</i> , kod koga talus nije prožet kalcijum-karbonatom (Komarek i Anagnostidis 2005).			
<i>Schizothrix</i> Kützing ex M.Gomont sp.			
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Pek (Obušković i Kalafatić 1983; Obušković 1984); Reka Ibar (Urošević 1989).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Schizothrix lacustris</i> A.Braun ex Gomont 1892			
Sinonim:	Nema homotipskih sinonima.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Pek (Obušković 1984).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Schizothrix vaginata</i> Gomont 1892			
Sinonim:	<i>Inactis vaginata</i> (Gomont) Forti 1907.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Zasavica (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

4.1.1.73. Rod *Scytonema*

Pregledom literaturnih podataka, izdvojile su se tri vrste roda *Scytonema*. Nalazi se pretežno vezuju za rečna staništa, a poreklom su uglavnom iz starijih naučnih publikacija (pre objavljivanja monografije Cvijan i Blaženčić 1996).

<i>Scytonema</i> C. Agardh ex É. Bornet & C. Flahault 1886 (1887)			
Opis roda: Trihalne cijanobakterije heterocitne forme. Filamenti formiraju uglavnom tamno modrozeleni, tamno smeđi ili mrko obojen talus, koji se često širi preko supstrata, ili je u vidu biofilma koji oblikom nalikuje na vunastu formu ili na travu; isprepletani su, ± izopolarni, sa lažnim grananjem, izuvijani, i sa širokim, ponekad slojevitim i obojenim omotačima. Grane se retko formiraju kod heterocisti (sa retkim izuzecima). Trihomi uvek ± cilindrični, ali u različitoj meri suženi kod starijih delova, dok se ka krajevima šire, više su im usečeni poprečni ćelijski zidovi i ćelije su kraće. Ćelije ± cilindrične, u središnjem delu trihoma značajno duže nego šire, dok su pri krajevima pretežno bačvaste. Heterociste se razvijaju interkalarno, dok produkcija akineta nije utvrđena. Formiraju hormogonije (Komárek 2013).			
<i>Scytonema hofmannii</i> C. Agardh ex Bornet & Flahault 1886			
Sinonim:	Nema homotipskih sinonima.		
Napomena:	Tipska vrsta.		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Vlasinska tresava (Košanin 1908; 1910).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Scytonema ocellatum</i> Lyngbye ex Bornet & Flahault 1886			
Sinonim:	Nema homotipskih sinonima.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Izvorište reke Banje (Marinović 1963); Izvorište reke Banje i Deguričkog potoka (Marinović 1962; 1964).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Scytonema rivulare</i> Borzì ex Bornet & Flahault 1886			
Sinonim:	Nema.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Vlasinska tresava (Košanin 1908; 1910); Reka Obnica (Marinović 1959); Reka Gradac – Glavni izvor i izvor Popovo vrelo (Marinović 1959); Izvorište reke Banje (Marinović 1963); Izvorište reke Banje i Deguričkog potoka (Marinović 1962; 1964).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

4.1.1.74. Rod *Snowella*

Pored nalaza identifikovanih samo do taksonomskog nivoa roda, u toku istrađivačkog perioda, zabeleženo je ukupno četiri vrste roda *Snowella*. Pri tom, *S. lacustris* je detektovana u najvećem broju uzoraka sa odabranih lokaliteta, a koji se prvenstveno odnose na fitoplanktonsku zajednicu nekoliko ispitivanih akumulacija. Pored nje, u značajnom broju uzoraka je uočena i vrsta *S. litoralis*, ali se oni mahom nađeni u akumulaciji Ćelije. Vrste *S. atomus* i *S. septentrionalis* su detektovane prvi put u toku ovog istraživanja.

Snowella Elenkin 1938

Opis roda: Kolonijske cijanobakterije kokoidnog tipa. Kolonije manje-više sferične ili nepravilno ovalne, slobodno lebdeće, sa homogenim, bezbojnim i širokim mukoznim omotačem. U unutrašnjosti kolonije se nalazi manje-više postojan sistem tankih mukoznih šapića, koji se u vidu niti radijalno šire iz samog centra kolonije. Ćelije su sferične ili blago izdužene, pričvršćene za

krajeve mukoznih niti tokom celog životnog ciklusa, pri čemu su udaljene jedna od druge; ćelije nisu uvek raspoređene u samom perifernom sloju, ali se pak radijalno međusobno razmiču. Dele se u dve ravni kroz generacije (Komárek i Anagnostidis 1999).			
<i>Snowella Elenkin</i> sp.			
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Brestovačko (Magaško) jezero (BT42762014; BT42772014).		
<i>Snowella atomus</i> Komárek & Hindák 1988			
Sinonim:	Nema.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Potpeć (BT44152015); Akumulacija Pariguz (*IBP08171; *IBP08172; *IBP10171; *IBP10172).		
<i>Snowella lacustris</i> (Chodat) Komárek & Hindák 1988			
Sinonim:	<i>Gomphosphaeria lacustris</i> Chodat 1898; <i>Coelosphaerium lacustre</i> (Chodat) Ostenfeld 1907.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da ¹⁹ .	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Tisa kod Sente (Guelmino 1973); Vlasinsko jezero (Cvijan i Laušević 1991).		
Ostali publikovani nalazi:	Vlasinsko jezero (Randelović i Blaženčić 1997); Dunav od Velikog Gradišta do Prahova (Simić i sar. 1997); Reka Sava kod Beograda (Laušević i sar. 1998); Reka Tisa kod Bečeja (Subakov 2001; Ržaničanin i sar. 2003; 2005); Reka Ponjavica (Karadžić i Subakov-Simić 2002; Karadžić i sar. 2005; Karadžić 2011); Akumulacija Krajkovac (Čađo i sar. 2004); Reka Dunav (Đurković i Čađo; Čađo i sar. 2006b, 2004); Reka Dunav kod Bezdana (Čađo i sar. 2005a); Plovni Begej kod Srpskog Ibeteja (Đurković i sar. 2005b); Reka Sava (Čađo i sar. 2006a); Akumulacija Bukulja (Karadžić i sar. 2006b; Predojević i sar. 2015b); Akumulacija Garaši (Karadžić i sar. 2006b; Predojević i sar. 2015b); Akumulacija Barje (Ranković i Simić 2009); Zasavica (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017); Akumulacija Šumarice (Simić i sar. 2017); Akumulacija Čelije (Čađo i sar. 2017a).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Čelije (BT25062016; BT34482017; BT46482017; BT46492017; BT46502017; BT50752017); Akumulacija Perućac (BT16892015); Akumulacija Potpeć (BT16812015); Akumulacija Radojinja (BT16822015; BT44162015); Akumulacija Uvac (BT16792015); Zlatarsko jezero (BT16802015); Savsko jezero (BT39512012; BT39522012; BT39532012; BT56952012; BT44502013; BT44522013; BT44542013; BT44562013; BB5358; BB5361; BB5362; BB5363; BB5369; BB5371); Akumulacija Pariguz		

¹⁹ Nije navedeno koji toksin (izvor: Dow i Swoboda (2007)).

	(BT34242012; BT46262013); Akumulacija Duboki Potok (BT34282012); Reka Tisa kod Kanjiže (BT46762017).		
<i>Snowella litoralis</i> (Häyrén) Komárek & Hindák 1988			
Sinonim:	<i>Gomphosphaeria litoralis</i> Häyrén 1921.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Akumulacija Bukulja (Karadžić i sar. 2006b; Predojević i sar. 2015b); Akumulacija Garaši (Predojević i sar. 2015b); Reka Ponjavica (Karadžić 2011).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Čelije (BT24952016; BT24962016; BT24972016; BT24982016; BT25002016; BT25032016; BT25042016; BT25052016; BT25062016; BT25072016; BT25082016; BT25092016; BT25132016; BT25142016; BT25152016; BT25222016; BT25282016; BT46482017; BT46492017; BT50752017); Akumulacija Prvonek (BT37692016; BT37742016; BT37752016); Paličko jezero (BB5385); Reka Tisa kod Kanjiže (BT24292016; BT27742016).		
<i>Snowella septentrionalis</i> Komárek & Hindák 1988			
Sinonim:	Nema.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Čelije (BT24972016; BT25062016).		

4.1.1.75. Rod *Sphaerospermopsis*

Rod *Sphaerospermopsis* je u toku ovog istraživanja zabeležen sa jednom vrstom – *S. aphanizomenoides*, u fitoplanktonskoj zajednici na više lokaliteta u nekoliko akumulacija i jezera.

<i>Sphaerospermopsis</i> Zapomelová, Jezberová, Hrouzek, Hisem, Reháková & Komárková 2010			
Opis roda: Trihalne cijanobakterije heterocitne forme. Trihomi slobodno-lebdeći u planktonu, solitarni, varijabilnih dužina, uvijeni ili pravi, sa manje-više usečenim ćelijskim zidovima, sa ili bez mukoznih omotača. Dobro razvijene terminalne ćelije su uglavnom blago izdužene i zašiljene prema krajevima, samo je kod tek podeljenih trihoma nediferencirana. Vegetativne ćelije obligatno sa aerotopima, sferične, bačvaste do cilindrične, različitih dužina (unutar jednog trihoma), 4-8 µm široke. Heterociste isključivo interkalarne, solitarne, a akineti se razvijaju sa obe strane heterociste (Komárek 2013). Detaljnija morfološka istraživanja za vrstu <i>S. aphanizomenoides</i> opisana u Jovanović i sar. (2016).			
<i>Sphaerospermopsis aphanizomenoides</i> (Forti) Zapomelová, Jezberová, Hrouzek, Hisem, Reháková & Komárková 2010			
Sinonim:	<i>Anabaena aphanizomenoides</i> Forti 1911; <i>Aphanizomenon aphanizomenoides</i> (Forti) Hortobágyi & Komárek 1979; <i>Sphaerospermum aphanizomenoides</i> (Forti) Zapomelová Zapomelová, Jezberová, Hrouzek, Hisem, Reháková & Komárková 2009.		
Napomena:	-		

Potencijalno toksična:	Da (MCs, STX?) ²⁰ .	Invazivna:	Da
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Ponjavica (Karadžić 2011; Karadžić i sar. 2013; Jovanović i sar. 2016); Zasavica (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017); Akumulacija Čelije (Čađo i sar. 2017a).		
Ovo istraživanje:	Brestovačko (Magaško) jezero (BT42762014; BT42772014; BT37632016; BT37642016; BT37652016; BT37632016; BT37642016); Akumulacija Čelije (BT37442015; BT24982016; BT25002016; BT25112016; BT25132016; BT25202016; BT25212016; BT25282016; BT29802017; BT33582017; BT33612017; BT33722017; BT33762017; BT46482017; BT46492017; BT46502017; BT50752017; BT61922017); Akumulacija Pariguz (BT46262013; BT46272013; *IBP08171; *IBP08172; *IBP10171; *IBP10172); Akumulacija Bela Reka (BT46282013); Krvavo jezero (BB5386); Ludoško jezero (BB5387); Paličko jezero (BB5385).		

4.1.1.76. Rod *Spirulina*

Rod *Spirulina* je u vodama koje su od interesa za ovo istraživanje zabeležena sa ukupno 7 taksona, odnosno sa 6 vrsta. Nalazi se pretežno osnove na podatke iz literature, dok je u toku istraživanog perioda ove disertacije zabeležena samo vrsta *S. major*.

Spirulina Turpin ex Gomont 1892

Opis roda: Trihalne cijanobakterije homocitne forme. Trihomi su kraći ili duži, cilindrični, modrozeleni, maslinasto zeleni, žućkasti, smeći, crvenkasti, ljubičastu ili sivo-zeleni, 0,3-7,5 µm široki, solitarni ili formiraju tanak mukozni biofilm; obligatno spiralno uvijeni i u formi heliksa (retko sa nepravilnostima u navojima), izuzetno pokretni (rotacija u smeru kazaljke na satu ili obrnuto); nemaju usečene poprečne ćelijske zidove, a koji su uglavnom teško vidljivi; ne sužavaju se prema vrhovima. Nemaju omotače, niti mukozne ovojnice, ali ponekad proizvode sluzavu materiju (u biofilmu). Ćelije ± izodijametrične ili duže nego šire; ćelijski sadržaj homogen, bez aerotopa. Apikalne ćelije su zaobljene, hemisferične, bez kalipre ili zaobljenih ćelijskih zidova. Proizvode hormogonije (Komárek i Anagnostidis 2005).

Spirulina Turpin ex Gomont sp.

Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (MCs).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Ludoško jezero (Seleši 1981); Paličko jezero (Seleši 1982; Đukić i sar. 1991).		
Ostali publikovani nalazi:	Akumulacija Barje (Kalafatić i sar. 1998; Simić 2004); Reka Sava kod Beograda (Laušević i sar. 1998); Aleksandrovačko jezero (Đorđević i Simić 2014); Zasavica (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

Spirulina abbreviata Lemmermann 1895

Sinonim:	Nema.		
Napomena:	Nerevidiran takson (Komárek i Anagnostidis 2005: 139).		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Paličko jezero (Seleši 1982).		

²⁰ Prema Cirés i Ballot (2016).

Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Spirulina corakiana</i> Playfair 1914			
Sinonim:	Nema homotipskih sinonima.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Tisa kod Bečeja (Subakov 2001).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Spirulina jenniferi</i> f. <i>tenuior</i> (Hansgirg) Elenkin 1949			
Sinonim:	Nema.		
Napomena:	Varijetet ne postoji u drugim zapisima (algaebase.org, Komárek i Anagnostidis 2005, i sl.), ali je zabeležen u monografiji Cvijan i Blaženčić (1996). Može predstavljati nepouzdan nalaz.		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Vlasinsko jezero (Cvijan i Laušević 1991).		
Ostali publikovani nalazi:	Vlasinsko jezero (Randelović i Blaženčić 1997).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Spirulina laxa</i> G.M.Smith 1916			
Sinonim:	<i>Arthrospira laxa</i> (G.M.Smith) W.B.Crow 1927; <i>Oscillatoria laxa</i> (G.M.Smith) Compère 1974.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Borsko jezero (Nikitović 1993).		
Ostali publikovani nalazi:	Borsko jezero (Laušević i Nikitović 1994b); Reka Tisa kod Bečeja (Subakov 2001); Reka Ponjavica (Karadžić i sar. 2005; Karadžić 2011); Akumulacija Bukulja (Karadžić i sar. 2006b).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Spirulina major</i> Kützing ex Gomont 1892			
Sinonim:	<i>Arthrospira major</i> (Kützing ex Gomont) W.B.Crow 1927.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Obedska bara (Milovanović 1949); Reka Tisa kod Titela (Szabados 1966); Reka Tisa kod Sente (Guelmino 1973); Ludoško jezero (Seleši 1981).		
Ostali publikovani nalazi:	Ludoško jezero (Branković i Budakov 1994); Akumulacija Bujanj (Ostojić i sar. 1995); Vlasinsko jezero (Randelović i Blaženčić 1997); Reka Ponjavica (Karadžić i Subakov-Simić 2002; Karadžić i sar. 2005; Karadžić 2011); Zapadna Morava - sa Kamenicom i Čemernicom (Jurišić 2004); Reka Sava (Čađo i sar. 2006a; Simić i sar. 2015); Akumulacija Garaši (Karadžić i sar. 2006b).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Zvornik (BT40872012); Akumulacija Pariguz (BT46272013); Akumulacija Bela Reka (BT46282013).		
<i>Spirulina subtilissima</i> Kützing ex Gomont 1892			
Sinonim:	<i>Arthrospira subtilissima</i> (Kützing) W.B.Crow 1927.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema	Nije detektovana.		

Cvijan i Blaženčić (1996):	
Ostali publikovani nalazi:	Vlasinsko jezero (Randelović i Blaženčić 1997); Zapadna Morava - sa Kamenicom i Čemernicom (Jurišić 2004).
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.

4.1.1.77. Rod *Symplocastrum*

Zabeležen je svega jedan predstavnik roda *Symplocastrum*, na osnovu literaturnih podataka.

<i>Symplocastrum</i> (Gomont) Kirchner 1898			
Opis roda: Trihalne cijanobakterije homocitne forme. Talus je bokorast, raširen i formira sloj poput somota. Filamenti su čvrsto udruženi i obavijeni omotačima (sarom) u pretežno prave, duge (do 3 cm), ± paralelno raspoređene, zašiljene i uglavnom zatvorene fascikule. Omotači su široki, bezbojni, obično čvrsti, nekada slojeviti, ponekad ± difluentni; ± sa grananjem, pri čemu prvobitno sadrže svega par, a kasnije veliki broj trihoma. Trihomi obično imaju usečene poprečne ćelijske zidove. Čelije su duže nego šire (Komarek i Anagnostidis 2005).			
<i>Symplocastrum muelleri</i> (Nägeli ex Gomont) Anagnostidis 2001			
Sinonim:	<i>Schizothrix muelleri</i> Nägeli ex Gomont 1892.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Samokovska reka (Laušević 1992).		
Ostali publikovani nalazi:	Crnovrška reka (Simić 2002).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

4.1.1.78. Rod *Synechococcus*

Na odabranim lokalitetima nisu detektovani pripadnici roda *Synechococcus*. Međutim, u literaturnim nalazima, zabeleženo je prisustvo ukupno 4 taksona (3 vrste).

<i>Synechococcus</i> C.Nägeli 1849			
Opis roda: Cijanobakterije kokoidne forme. Čelije su solitarne, ili grupisane u mikroskopske ili makroskopske agregate nepravilnog oblika, pri čemu ne formiraju mukozne kolonije; čelije su nekada nanizane u kratke pseudofilamentozne formacije od 2-4 (20). Mukus je odsutan ili se javlja kao izuzetno tanak, bezbojan, homogen, difluentan oko pojedinačnih ćelija. Čelije su izduženo-ovalnog ili cilindričnog oblika, nekada i do nekoliko puta duže nego šire; prave, povijene ili sigmoidalne, od 1,5 do preko 20 µm duge i 0,4-6 (11) µm široke. Deoba ćelija se odvija uvek u jednoj ravni, normalno na longitudinalnoj osi (Komárek i Anagnostidis 1999).			
<i>Synechococcus</i> C.Nägeli sp.			
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (MCs).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Veliki i Mali Rzav (Obušković i Obušković 2000).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Synechococcus elongatus</i> (Nägeli) Nägeli 1849			
Sinonim:	<i>Protococcus elongatus</i> Nägeli 1849.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema	Nije detektovana.		

Cvijan i Blaženčić (1996):			
Ostali publikovani nalazi:	Reka Ponjavica (Karadžić i sar. 2005; Karadžić 2011); Aleksandrovačko jezero (Đorđević i Simić 2014).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Synechococcus lividus</i> J.J.Copeland 1936			
Sinonim:	Nema.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (MCs).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Tisa kod Sente (Guelmino 1973).		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Tisa kod Bečeja (Ržaničanin i sar. 2005); Aleksandrovačko jezero (Đorđević i Simić 2014).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		
<i>Synechococcus sigmoideus</i> (G.T.Moore & N.Carter) Komárek 1970			
Sinonim:	<i>Rhabdoderma sigmoides</i> G.T.Moore & N.Carter 1923.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Zasavica (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

4.1.1.79. Rod *Synechocystis*

Pored nalaza identifikovanih samo do nivoa roda, zabeležena je i vrsta *Synechocystis aquatilis*. Oba pomenuta taksona beležena u prethodno publikovanim naučnim radovima.

<i>Synechocystis</i> C.Sauvageau 1892			
Opis roda: Cijanobakterije kokoidne forme. Čelije su solitarne, sferične, a nakon deobe hemisferične i u parovima; nikada ne formiraju kolonije, bez sluzavog omotača su ili sa uskim, bezbojnim i najčešće difluentnim i neizraženim mukusnim ovojnicama. Čelije su sferične ili prošireno ovalne. Nekoliko taksona na ćelijskim zidovima imaju strukturu zvanu „S sloj“, koja ima karakterističnu heksagonalnu podstrukturu. Stabilnost, funkcija i taksonomski značaj ovog sloja još uvek nisu jasno definisani. Čelije se dele u jednoj ravni, normalno na glavnoj osi (Komárek i Anagnostidis 1999).			
<i>Synechocystis</i> C.Sauvageau sp.			
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da ²¹ .	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Akumulacija Bukulja (Karadžić i sar. 2006b; Predojević i sar. 2015b); Akumulacija Garaši (Karadžić i sar. 2006b; Predojević i sar. 2015b).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Pariguz (*IBP10171; *IBP10172).		
<i>Synechocystis aquatilis</i> Sauvageau 1892			
Sinonim:	Nema.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		

²¹ Nije navedeno koji toksin (izvor: Dow i Swoboda (2007)).

Ostali publikovani nalazi:	Zasavica (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017).
Ovo istraživanje:	Savsko jezero (BB5463; BB5355).

4.1.1.80. Rod *Tapinothrix*

Pored nalaza koji su određeni kao *Tapinothrix* sp., detektovane su još dve vrste sa odabranih lokaliteta. Svi nalazi se odnose isključivo na rečna staništa. S tim u vezi, *T. janthina* je zabeležen u dve reke, dok je *T. varians* zabeležen u jednoj, što ujedno predstavlja i prvi nalaz ovog taksona u posmatranoj grupi vodnih tela.

<i>Tapinothrix</i> Sauvageau 1892			
Opis roda: Trihalne cijanobakterije homocitne forme. Filamenti su jednostavni, ne granaju se ili imaju lateralno grananje, heteropolarni, pravi, solitarni ili u malim, razređenim fascikulama, prikačeni svojim bazalnim delom za supstrat, a nekada radialno orijentisani sa osnovom u centru kolonije. Omotači su tanki, čvrsti, hijalinski, retko zadebljali i slojeviti, obojeni žućkasto. Trihomi su tanki, pravi ili uvijeni, do 3 (izuzetno do 7) µm široki, cilindrični, sa poprečnim ćelijskim zidovima koji mogu biti usečeni ili ne; sužavaju se prema vrhu, nekada u izduženu tanku hijalinsku dlaku, sa izduženim ćelijama. Reprodukuju se pomoću hormogonija. Vrste ovog roda su prethodno svrstavane u rod <i>Homoeothrix</i> (Komarek i Anagnostidis 2005).			
<i>Tapinothrix</i> Sauvageau sp.			
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Reka Tisa kod Kanjiže (BT35002017); Reka Vrelo kod Perućca (BT34902015).		
<i>Tapinothrix janthina</i> (Bornet & Flahault) Bohunická & J.R.Johansen 2011			
Sinonim:	<i>Amphithrix janthina</i> Bornet & Flahault 1886; <i>Homoeothrix janthina</i> (Bornet & Flahault) Starmach 1959.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Reka Dunav – bentos, ceo tok (Makovinská i sar. 2002); Golema reka i Crnovrška reka (Simić 2002).		
Ovo istraživanje:	Reka Lim kod Prijepolja (BT38852016); Reka Vrelo kod Perućca (BT16882015).		
<i>Tapinothrix varians</i> (Geitler) Bohunická & J.R.Johansen in Bohunická, J.R.Johansen & Fuciková 2011.			
Sinonim:	<i>Homoeothrix varians</i> Geitler 1927.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Reka Lim kod Prijepolja (BT30522015).		

4.1.1.81. Rod *Tolypothrix*

Od ukupno dva zabeležena taksona roda *Tolypothrix*, samo vrsta *T. distorta* je nađena tokom istraživanja na dva lokaliteta (dve planinske reke). Druga vrsta (*T. tenuis*) zabeležena je u literaturnim podacima.

***Tolypothrix* Kützing ex É.Bornet & C.Flahault 1886**

Opis roda: Trihalne cijanobakterije heterocitne forme. Vrste ovog roda žive u okviru aerofitskih ili akvatičnih staništa, pričvršćeni za supstrat ili kasnije nekada slobodno lebdeće, solitarni, u fascikulama ili klasterima; uglavnom pravi, polarizovani, primarno heteropolarni sa diferenciranim bazalnim i apikalnim delom, obično fleksibilni, lažno se granaju, sa pojedinačnom granama (retko dve) koje rastu u pravcu prvobitnog filameta; grane se često razvijaju ispod interkalarnih heterocisti. Omotači su varijabilne debljine, nekada želatinozni i slojeviti, uvek sa po jednim trihomom unutar omotača. Trihomi su uniserijatni sa terminalnim rastom i formiranjem meristemskih zona; nemaju ili imaju blago usečene ćelijske zidove, cilindrični, a kod nekoliko vrsta se sužavaju ili šire prema krajevima. Ćelije cilindrične do (retko) bačvaste, najčešće modro-zelene ili maslinasto zelene boje. Terminalne ćelije uglavnom zaobljene, nekada blago izdužene u odnosu na vegetativne ćelije. Heterociste primarno bazalne, kasnije se javljaju i interkalarno, često se javljaju u osnovi lažnih grana, pojedinačne ili do nekoliko njih u nizu; sferične, bačvaste do cilindrične. Nije poznato da produkuju akinete. Reprodukuju se uglavnom uz pomoć hormogonija (Komárek 2013).

***Tolypothrix distorta* Kützing ex Bornet & Flahault 1886**

Sinonim:	Nema homotipskih sinonima.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (MCs).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Crnovrška reka (Simić 2002); Rečice planine Tare – Batarski Rzav (Karadžić i sar. 2016).		
Ovo istraživanje:	Batarski Rzav (BT44222015); Reka Vrelo kod Perućca (BT51192015).		

***Tolypothrix tenuis* Kützing ex Bornet & Flahault 1886**

Sinonim:	Nema homotipskih sinonima.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Vlasinska tresava (Košanin 1908; 1910).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

4.1.1.82. Rod *Trichodesmium*

Postoji samo jedan nalaz roda *Trichodesmium*, iz starijih literaturnih podataka *T. lacustre*.

***Trichodesmium* Ehrenberg ex Gomont 1892**

Opis roda: Trihalne cijanobakterije homocitne forme. Trihomi su slobodno-lebdeći u planktonu, retko solitarni, obično formiraju kolonije unutar kojih su paralelno ili radijalno raspoređeni unutar fascikula ili grupacija bokoraste (vunaste) forme (flokulentne mase), udruženih u difluentnoj sluzi (sluz kojoj se ne vide jasno obodi); kolonije imaju fascikulatnu ili vretenastu formu. Trihomi su bez omotača, ± pravi ili uvijeni, retko spiralni, blago pokretni (klizanje), 6-22 μm široki, cilindrični ili sa malo zašiljenim vrhovima. Ćelije ± izodijametrike, ili blago duže ili kraće nego šire, homogenog ili fino granuliranog sadržaja, obligatorno sa aerotopima koji su nepravilno raspoređeni

duž ćelije, modrozeleno do crvenkaste boje. Apikalne ćelije ± prave, zaobljene ili blago kapitatne. Rod se razlikuje od *Planktothrix*, između ostalog, po većem sadržaju masnih kiselina. Čine ga tipično pelagijske vrste, koje formiraju intenzivan vodeni cvet u morima i okeanima, a nekoliko vrsta se javlja u slatkovodnim staništima (Komarek i Anagnostidis 2005).

Trichodesmium lacustre Klebahn 1895

Sinonim:	<i>Oscillatoria lacustris</i> (Klebahn) Geitler 1925; <i>Skujaella lacustris</i> (Klebahn) J.De Toni 1939.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Pek (Obušković 1984).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

4.1.1.83. Rod *Tychonema*

Zabeležen je svega jedan nalaz roda *Tychonema*, iz starijih literaturnih podataka - *T. bornetii*.

Tychonema K.Anagnostidis & J.Komárek 1988

Opis roda: Trihalne cijanobakterije homocitne forme. Trihomi su solitarni ili u okviru talusa (biofilm), bentosni, tihoplanktonski ili planktonski, cilindrični; blede sivoružičaste, purpurne, crvenkaste ili prljavo maslinasto zelene boje, do 5 mm dugi, 2-16 µm široki, bez omotača ili fakultativno sa mukoznim ovojnica, nepokretni ili sa smanjenom pokretljivošću, bez lažnog grananja i, obično, bez usečenih ćelijskih zidova, uglavnom pravi, retko uvijeni, ne sužavaju se prema krajevima. Ćelije su cilindrične, ± izodijametrične, ređe duže ili kraće nego šire, bez aerotopa, ali nekada sa uočljivim granulama; ćelijski sadržaj bledunjav ili „alveolaran“ sa keratiniziranom hromatoplazmom (koja izgleda kao vakuolinizirana). Apikalne ćelije su zaobljene, ponekad sa zadebljelim ćelijskim zidovima ili kaliptrom. Ćelije imaju sposobnost hromatske adaptacije (Komarek i Anagnostidis 2005).

Tychonema bornetii (Zukal) Anagnostidis & Komárek 1988

Sinonim:	<i>Lyngbya bornetii</i> Zukal 1894; <i>Oscillatoria bornetii</i> (Zukal) Forti 1907.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Morava (Obušković i Kalafatić 1979); Reka Pek (Obušković 1984).		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

4.1.1.84. Rod *Woronichinia*

Osim nalaza određenih samo do nivoa roda *Woronichinia*, prisutno je četiri vrste, od čega je tokom istraživanja detektovano tri. Najčešće zabeležena u uzorcima iz odabranih vodnih tela je vrsta *W. naegeliana*, i to u veštačkim akumulacijama. Pored nje, u nekoliko sličnih staništa je identifikovana i *W. compacta*. Budući da na osnovu morfoloških karakteristika nije bilo moguće sa sigurnošću odrediti taksonomsku pripadnost pojedinačnih individua, nalazi vezani za *W. fusca* označeni su sa prefiksom „cf.“.

Woronichinia A. A. Elenkin 1933

Opis roda: Pripadnici roda su kolonijske cijanobakterije kokoidnog tipa. Kolonije su manje-više sferične ili nepravilno ovalne, obično se sastoje od podkolonija; slobodno živeće, obično sa uskim,

bezbojnim slojem mukusa koji ih obavija. U centru kolonije se nalazi sistem radijalno raspoređenih i ± paralelno orijentisanih, jedostavnih, negranatih niti (držki), koje se nakon ćelijske deobe dele celom dužinom; čvrste su, široke gotovo koliko i sama ćelija; često gusto spakovane, formirajući tako radijalnu slojevitost centralnog kolonijskog mukusa; kod starijih individua može postati difluentan. Ćelije retko približno sferične, obično izdužene, široko ovalne, ovalne ili obovoidne, a odvajaju se jedna od druge odmah nakon deobe. Kod veoma starih i gustih kolonija, ćelije mogu biti radijalno raspoređene u perifernom sloju (Komárek i Anagnostidis 1999).			
<i>Woronichinia</i> A. A. Elenkin sp.			
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Bukulja (BT43712017); Reka Vrelo kod Perućca (BT16882015).		
<i>Woronichinia cf. fusca</i> (Skuja) Komárek & Hindák 1988			
Sinonim:	<i>Gomphosphaeria fusca</i> Skuja 1948.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Nije detektovana.		
Ovo istraživanje:	Reka Tisa kod Kanjiže (BT46762017).		
<i>Woronichinia compacta</i> (Lemmermann) Komárek & Hindák 1988			
Sinonim:	<i>Gomphosphaeria lacustris</i> var. <i>compacta</i> Lemmermann 1899; <i>Gomphosphaeria compacta</i> (Lammermann) Ström 1923; <i>Gomphosphaeria lacustris</i> f. <i>compacta</i> (Lemmermann) Elenkin 1938.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Akumulacija Krajkovac (Čađo i sar. 2004); Reka Ponjavica (Karadžić i sar. 2005); Reka Tisa kod Bečeja (Ržaničanin i sar. 2005); Akumulacija Bujanj (Ranković i sar. 2006); Akumulacija Barje (Ranković i Simić 2009); Zasavica (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Barje (BT39282015); Akumulacija Bukulja (BT34512017; BT49692017; BT53082017); Savsko jezero (BB5354); Paličko jezero (BB5385).		
<i>Woronichinia naegelianiana</i> (Unger) Elenkin 1933			
Sinonim:	<i>Coelosphaerium naegelianum</i> Unger 1854; <i>Gomphosphaeria naegelianiana</i> (Unger) Lemmermann 1907.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Da (MCs).	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Reka Tisa kod Sente (Guelmino 1973).		
Ostali publikovani nalazi:	Akumulacija Bukulja (Karadžić i sar. 2006b; Predojević i sar. 2015b); Reka Ponjavica (Karadžić 2011); Zasavica (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017); Akumulacija Garaši (Predojević i sar. 2015b).		
Ovo istraživanje:	Akumulacija Barje (BT39282015); Brestovačko (Magaško) jezero (BT37632016; BT37642016; BT37632016; BT37642016);		

	Akumulacija Bukulja (BT17312016; BT23912016; BT26192016; BT14492017; BT18102017; BT25112017; BT30442017; BT34512017; BT43712017; BT48152017; BT49692017; BT53082017); Akumulacija Prvonek (BT3769-37752016); Akumulacija Pariguz (BT34242012; BT46262013); Akumulacija Duboki Potok (BT34282012; BT34292012; BT57012012; BT34922013; BT46302013).		
<i>Woronichinia ruzicka</i> Komárek & Hindák 1988			
Sinonim:	Nema.		
Napomena:	-		
Potencijalno toksična:	Nije utvrđeno.	Invazivna:	Nije utvrđeno.
Rasprostranjenje prema Cvijan i Blaženčić (1996):	Nije detektovana.		
Ostali publikovani nalazi:	Zasavica (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017).		
Ovo istraživanje:	Nije detektovana.		

4.2. Nedeljna dinamika planktonskih cijanobakterija na primeru Savskog jezera (leto 2014. godine)

4.2.1. Klimatski i fizičko-hemijski parametri

Kada je reč o meteorološkim pojavama, 2014. godine je zabeležena ekstremna količina padavina, koja je dovela do pojave intenzivnih poplava u većem delu naše zemlje. Prema merenjima Republičkog hidrometeorološkog zavoda Srbije (2013, 2014) za Beograd (stanica Košutnjak, Čukarica), ukupna količina padavina u 2014. godini je bila skoro dvostruko veća (1015,5 mm) nego prethodne godine (586,0 mm). Najveća količina padavina je zabeležena u maju (291,1 mm), inače mesecu sa pretežno najvećom količinom padavinama na području Srbije, a što je u skladu sa činjenicom da se najveći deo teritorije Srbije nalazi u umerenoj klimatskoj zoni. Međutim, u julu je zabeležen još jedan pik (ukupno 187,3 mm), što nije bilo očekivano za letnji i pretežno sušni period godine.

Ovo istraživanje je sprovedeno u letnjem periodu, između pojava izuzetno visokih padavina u julu i, kasnije, u septembru. Tokom istraživanog perioda, najveće padavine su merene krajem jula, odnosno početkom avgusta (četvrta nedelja istraživanja – S4, sa prosečnom dnevnom količinom padavina od 13,9 mm), dok je naredne sedmice zabeležena najniža količina (2,6 mm). Maksimum padavina poklapa se sa maksimalnom zabeleženom prosečnom brzinom vetra (2,4 m/s), a osim ovog, brzina vetra je dostigla još jedan porast (2,4 m/s) u sedmoj nedelji (odnosno krajem avgusta). Prosečna temperatura vazduha je varirala sa blago opadajućim trendom (26,5–19,9 °C), a najviša je detektovana u drugoj polovini jula. Insolacija je varirala u najvećoj meri (12,6–5,2 h), mada se najveća i najniža vrednost poklapaju sa prosečnim ekstremima temperature vazduha za istraživani period.

Tokom istraživanog perioda, temperatura vode je varirala između 24 i 27 °C, pri čemu su najviše vrednosti zabeležene krajem jula i sredinom avgusta. Sa druge strane, providnost je bila najveća sredinom jula (3,5 m), a najniža (2,5 m) u septembru. Rezultati kompletne fizičko-hemijske analize su prikazani u Tabeli 4.2, a u okviru koje je prikazan opseg variranja unutar vodenog stuba za svaku nedelju tokom istraživanja. Međutim, značajno je napomenuti da je najmanja mutnoća zabeležena u sedmoj nedelji (S7), i to na dubini od 6 m, dok je u prethodnoj nedelji (S6) na samoj površini vodenog stuba izmerena najviša vrednost ovog parametra. Vrednosti za provodljivost i pH su blago varirale, pri čemu su najniže vrednosti za oba faktora zabeležene u trećoj sedmici (S3), ali na različitim dubinama. Uopšteno, pH je varirala od neutralne (7,29) do blago alkalne (8,41), pri čemu je maksimum zabeležen u prvoj sedmici istraživanja (S1) na dubini od 6 m. Količina nutrijenata je bila relativno niska za ovaj tip vodnog tela imajući u vidu da su merenja vršena u toku sezone kupanja. To se posebno odnosi na nitratne jone, čije su vrednosti uglavnom bile niske, odnosno ispod nivoa detekcije, izuzev u drugoj nedelji avgusta (S5). Tačnije, sredinom avgusta (S5), a na dubini od 4 m, koncentracija nitratnih jona je dostigla vrednost 0,5 mg/l. Koncentracije amonijim jona su se kretale od vrednosti koje su bile ispod nivoa detekcijena svim dubinama (S6 i S9) do 0,07 mg/l (S8, duž celog vodenog stuba). Sa druge strane, vrednosti nitritnih jona su bile jako niske od poslednje nedelje jula do sredine avgusta, a potom od poslednje nedelje avgusta do kraja istraživanja, dok je najviša vrednost od 0,010 mg/l zabeležena u trećoj nedelji avgusta (S6 na 6 m). Ortofosfati i ukupan fosfor su u najvećoj meri varirali na dubini 4 m od površine vode, pri čemu su oba parametra dostigla maksimum krajem avgusta (S7). Ortofosfati su sredinom jula (S1 i S2) i avgusta (S5 i S6) bili izuzetno niski na svim dubinama, dok je ukupan fosfor duž celog vodenog stuba bio nizak u drugoj (S2), petoj i šestoj (S5 i S6 – sredina avgusta) nedelji istraživanja. S druge strane, koncentracija silicijum dioksida je u velikoj meri varirala unutar vodenog stuba, ali je krajem jula zabeležen relativno značajan pad koncentracije ovog parametra. Kada govorimo o koncentraciji organske materije, koja je predstavljena pomoću Permanganatnog indeksa (PI),

uočava se rastući trend prema kraju perioda istraživanja. Sličan trend je primećen i za koncentraciju hlorofila *a*, koji je do kraja ovog istraživanja dostigao vrednost od 10,37 mg/l (na dubini od 6 m). Međutim, sredinom avgusta (S5) detektovan je značajan pad biomase fitoplanktona (pogotovo na dubini od 4 m), koji se poklapa sa smanjenjem ukupnog fosfora, kao i sa ortofosfatima u prethodnoj nedelji. Koncentracija rastvorenog kiseonika bila je najveća na početku istraživanja (u julu) i imala je blago opadajući trend do kraja avgusta, kada je ponovo zabeležen porast koncentracije pomenutog parametra. Biohemijska potrošnja kiseonika (BPK₅) je uglavnom bila niska, izuzev poslednjih nedelja jula i avgusta.

Tabela 4.2. Fizičko-hemijski parametri vode zabeleženi tokom leta 2014. godine na Savskom jezeru.

Mesec	Jul			Avgust			Septembar		
Nedelja istraživanja	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
Dubina (m)	0-6 m	0-6 m	0-6 m	0-6 m	0-6 m	0-6 m	0-6 m	0-6 m	0-6 m
Mutnoća (NTU)	1,00-2,60	0,98-1,94	0,98-1,40	1,08-1,80	1,28-1,43	1,25-3,17	0,95-1,33	1,14-1,38	0,96-1,10
Boja (Co-Pt skala)	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
pH	8,18-8,41	8,03-8,09	7,29-7,77	7,49-7,63	7,75-8,03	7,44-8,11	7,76-7,84	8,15-8,24	8,03-8,17
Provodljivost (µS/cm)	233-238	226-242	222-237	223-225	217-222	213-214	219-222	219-222	223-224
Amonijum joni (mg/l)	0,05-0,06	0,05-0,06	0,04-0,07	<0,05-0,06	<0,05-0,05	<0,05-0,05	0,05-0,06	0,07-0,07	<0,05-0,05
Nitritni joni (mg/l)	0,005-0,008	<0,005-0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005-0,010	<0,005	<0,005	<0,005
Nitratni joni (mg/l)	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5-0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Ortofosfati (mg/l)	<0,01	<0,01	0,04-0,06	<0,01-0,04	<0,01	<0,01	0,04-0,17	<0,01-0,04	<0,01-0,02
Ukupan fosfor (mg/l)	0,01-0,02	0,01-0,01	0,06-0,08	0,01-0,06	0,01-0,01	0,01-0,01	0,07-0,20	0,01-0,07	0,03-0,04
Permanganatni indeks (mg/l)	8,3-10,2	7,4-8,3	5,4-6,7	6,9-7,3	7,9-11,7	10,7-11,7	10,1-11,0	10,1-11,4	8,5-8,8
SiO ₂ (mg/l)	-	0,46-0,68	0,09-0,13	0,26-0,39	0,42-0,48	0,38-0,81	0,30-0,58	0,38-0,62	0,59-0,81
Rastvoreni kiseonik (mg/l)	11,4-12,4	10,5-12,8	8,5-9,8	8,7-9,1	8,7-10,2	9,0-9,5	10,7-11,4	9,6-10,0	8,4-10,7
BPK ₅	1,5-2,5	4,0-4,5	1,6-2,1	1,7-2,7	1,3-1,8	1,3-3,2	5,5-6,1	1,5-3,1	1,0-3,0
Hlorofil <i>a</i> (µg/l)	5,49-6,10	3,66-5,49	4,88-6,10	6,10-7,93	2,36-8,30	5,49-9,15	6,10-8,54	7,93-8,54	7,93-10,37

4.2.2. Floristički sastav zajednice fitoplanktona Savskog jezera

Ukupno 172 taksona, raspoređenih u 7 razdela, identifikovano je tokom istraživanja sprovedenog na Savskom jezeru 2014. godine (Tabela 4.3.). Od toga, 30 pripada razdelu Cyanobacteria, sa 20 rodova iz 4 reda.

Tabela 4.3. Raznovrsnost fitoplanktonske zajednice i najčešći taksoni zabeleženi u leto 2014. godine na Savskom jezeru.

Razdeo	Broj rodova	Broj taksona	Najčešći taksoni za svaki razdeo
Cyanobacteria	21	30	<i>Aphanocapsa holsatica</i> , <i>Chroococcus</i> spp., <i>Anagnostidinema amphibium</i> , <i>Microcystis aeruginosa</i> , <i>Pseudanabaena catenata</i>
Dinophyta	4	7	<i>Ceratium hirundinella</i> , <i>Peridinium</i> spp., <i>Peridiniopsis cunningtonii</i>
Chrysophyta	1	1	<i>Dinobryon divergens</i>
Cryptophyta	2	6	<i>Cryptomonas</i> spp., <i>Rhodomonas minuta</i>
Bacillariophyta	9	22	<i>Cyclotella</i> sp., <i>Fragilaria</i> sp.
Chlorophyta	34	98	<i>Coelastrum microporum</i> , <i>Cosmarium</i> spp., <i>Eutetramorus fottii</i> , <i>Oocystis</i> spp., <i>Pediastrum simplex</i> , <i>Scenedesmus</i> spp., <i>Tetraëdron minimum</i>
Euglenophyta	2	8	<i>Euglena</i> spp., <i>Trachelomonas</i> spp.
Ukupno	73	173	

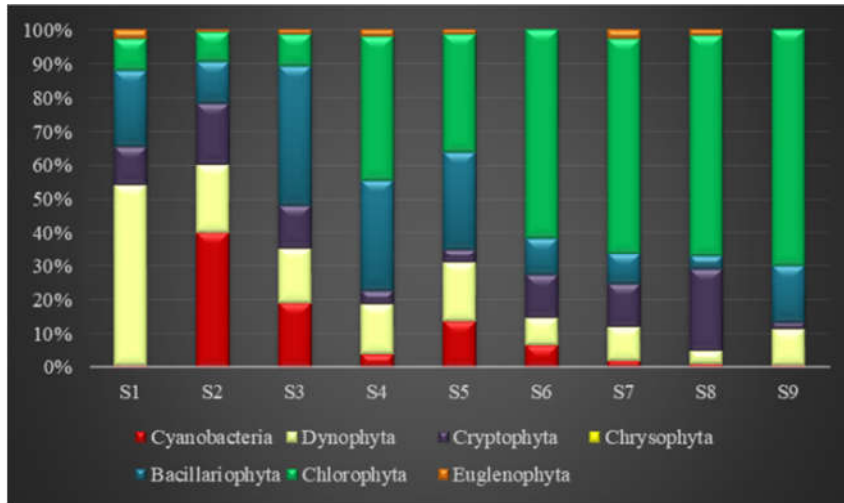
Kada se posmatra čitava zajednica fitoplanktona Savskog jezera, najveća raznovrsnost (sa 57% identifikovanih taksona) se uočava kod Chlorophyta, zatim kod Cyanobacteria (17,4%) i Bacillariophyta (12,8%), dok su druge grupe bile znatno manje raznovrsne. U odnosu na broj ćelija, kao dominantna vrsta u julu je pretežno bila kokalna cijanobakterija *Aphanocapsa holsatica*. Krajem jula, odnosno u trećoj nedelji našeg istraživanja, zabeležena je smena unutar fitoplanktonske zajednice, nakon koje se vrsta *Microcystis aeruginosa* javlja kao dominantna. Dominacija ovog taksona traje do kraja avgusta, kada zelene alge *Oocystis* spp. (*O. lacustris* Chodat, *O. marssonii* Lemmermann, *O. borgei* J.V. Snov) i *Tetraëdron minimum* (A. Braun) Hansgirg preovladavaju po brojnosti kasnije u septembru. Međutim, kada se uzme u obzir biomasa, u prve dve nedelje perioda istraživanja uglavnom su dominantne flagelatne forme - *Cryptomonas* Ehrenberg spp. (*C. caudata* Massart, *C. ovata* Ehrenberg), *Ceratium hirundinella* (O.F. Muller) Dujardin i *Peridinium* Ehrenberg sp., budući da su pomenute vrste po dimenzijama znatno krupnije od *A. holsatica*. Takođe, u prvoj nedelji avgusta, filamentozna zelena alga *Mougeotia* C. Agardh sp. preovladala je nad biomasom *M. aeruginosa*, a krajem avgusta je zamenjuje *O. borgei*.

4.2.3. Letnja dinamika fitoplanktona Savskog jezera sa akcentom na cijanobakterije

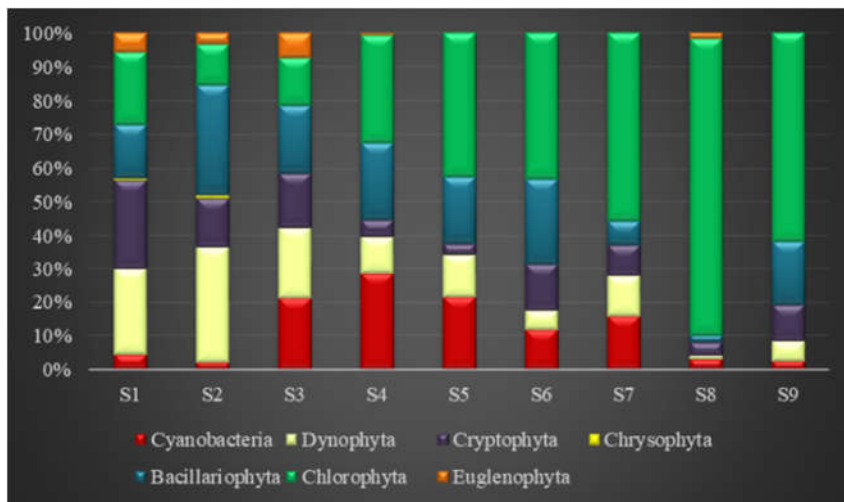
Ukupna brojnost fitoplanktona se kretala između 833 ćel./ml (S5 na dubini 4m) i 34.452 (S2 na dubini 6m) ćel./ml, dok je ukupna biomasa beležena u opsegu 40×10^6 (S2 na dubini 6m) i 2.306×10^6 (S6 na dubini 6m) $\mu\text{m}^3/\text{l}$. Vremenska dinamika fitoplanktonske zajednice (Grafik 4.2.), predstavljena kao proporcija biomase algi na svakoj od istraživanih dubina, ukazuje na to da se udeo Chlorophyta povećavao tokom perioda istraživanja na svim ispitivanim dubinama, dok je ukupan udeo Bacillariophyta bio najveći u julu. Pripadnici razdela Dinophyta su imali najveću biomasu unutar zajednice u prvoj nedelji u samom površinskom sloju vode i naredne sedmice na ostale tri dubine. Nakon toga se uočava procentualni pad kada je reč o ovoj grupi. Cryptophyta su takođe bile najzastupljenije na početku perioda istraživanja, posebno na dubinama od 4 i 6 m.

Generalno, najveća varijacija u odnosu na dubinu uočena je kod cijanobakterija. Na površini vode, ova grupa je bila najrasprostranjenija u drugoj sedmici, dok je u naredne dve nedelje dostigla najveći udeo na dubini od 6 m. Ipak, kada se uzme u obzir ukupan broj ćelija za svaki razdeo, cijanobakterije su bile dominantna grupa na gotovo svim dubinama sve do kraja avgusta, kada su ih sukcesivno zamenile zelene alge.

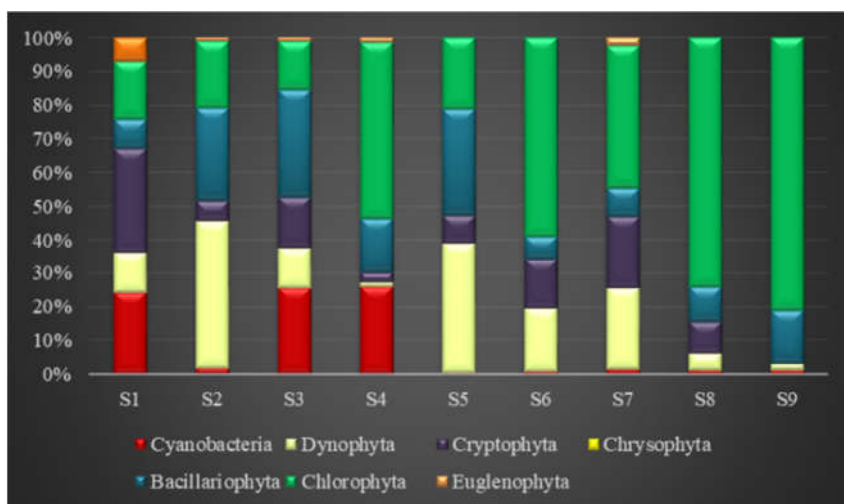
a)



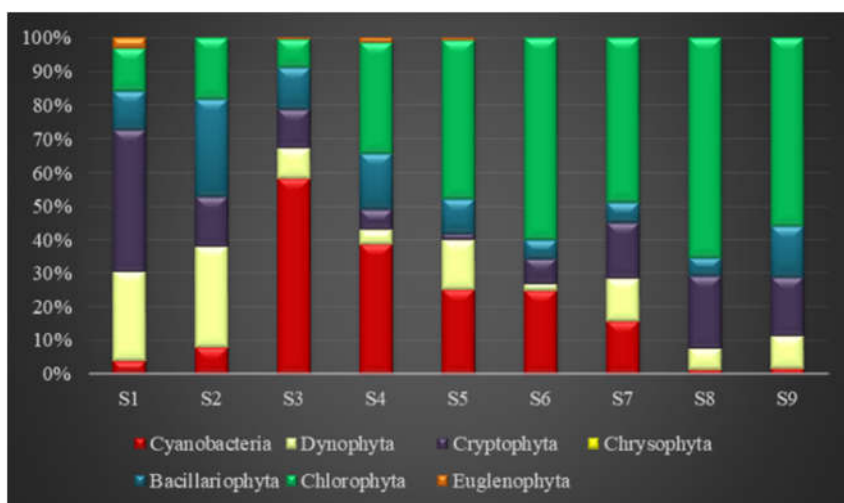
b)



c)



d)



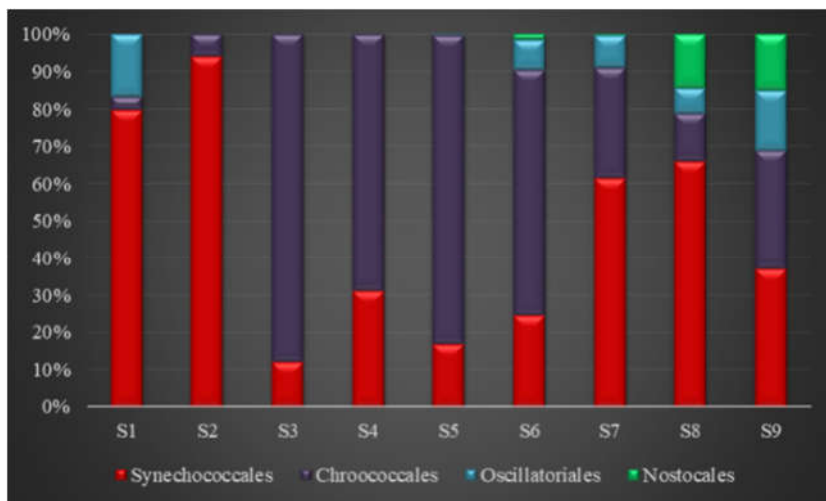
Grafik 4.2. Letnja dinamika fitoplanktona Savskog jezera (2014. godine) na dubini: a) 0 m, b) 2 m, c) 4 m i d) 6 m.

Kada se fokusiramo na razdeo Cyanobacteria, može se primetiti (Grafik 4.3.) da su vrste iz reda Chroococcales imale najveću biomasu u avgustu, pri čemu se veliki deo ove biomase odnosi na vrstu *M. aeruginosa*. Grafik 4.4. pokazuje da je pomenuta vrsta cijanobakterije dostigla vrhunac prosečne brojnosti duž vodenog stuba (a ujedno i biomase) u prvoj nedelji avgusta, pri čemu je najveća koncentracija zabeležena na dubini od 4 m ($604 \times 10^6 \mu\text{m}^3/\text{l}$), dok je srednja vrednost za celokupan vodeni stub iznosila $397 \times 10^6 \mu\text{m}^3/\text{l}$. Međutim, u narednom periodu beleži se trend opadanja brojnosti ovog taksona. Sa druge strane, brojnost i biomasa predstavnika reda Nostocales se znatno povećala u poslednje dve nedelje istraživanja.

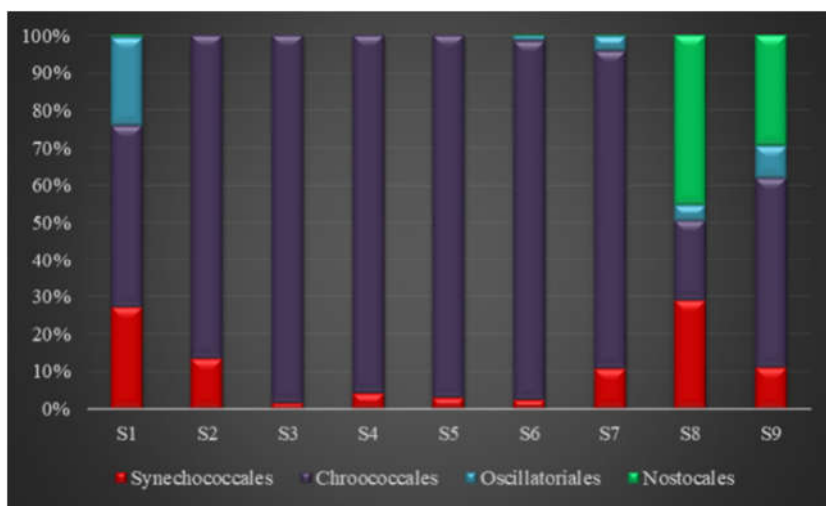
Bitno je napomenuti da je u julu zabeležena velika brojnost ćelija vrste *A. holsatica* iz reda Synechococcales, sa maksimalnih 33.264 cel./ml u 2. nedelji perioda istraživanja na dubini 6 m. Međutim, biomasa ove pikocijanobakterije bila je jako niska (maksimalno $17 \times 10^6 \mu\text{m}^3/\text{l}$), budući da ima ćelije malih dimenzija. Druga kontinuirano prisutna cijanobakterija kokalnog tipa je bila

Aphanocapsa conferta (red Synechococcales), čija se biomasa kretala od $0,08 \times 10^6$ do $8,1 \times 10^6 \mu\text{m}^3/\text{l}$ i uglavnom se smanjivala kako se bližio mesec septembar. Uopšteno, broj cijanobakterija je dostizao maksimum od gotovo 34.000 ćelija/ml (S2 na dubini 6 m), dok je maksimalna biomasa iznosila $629 \times 10^6 \mu\text{m}^3/\text{l}$ (S4 na dubini 6 m).

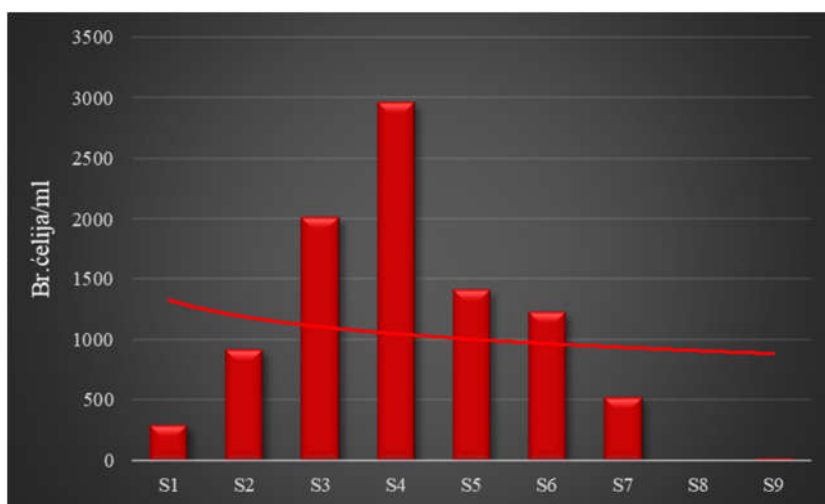
a)



b)



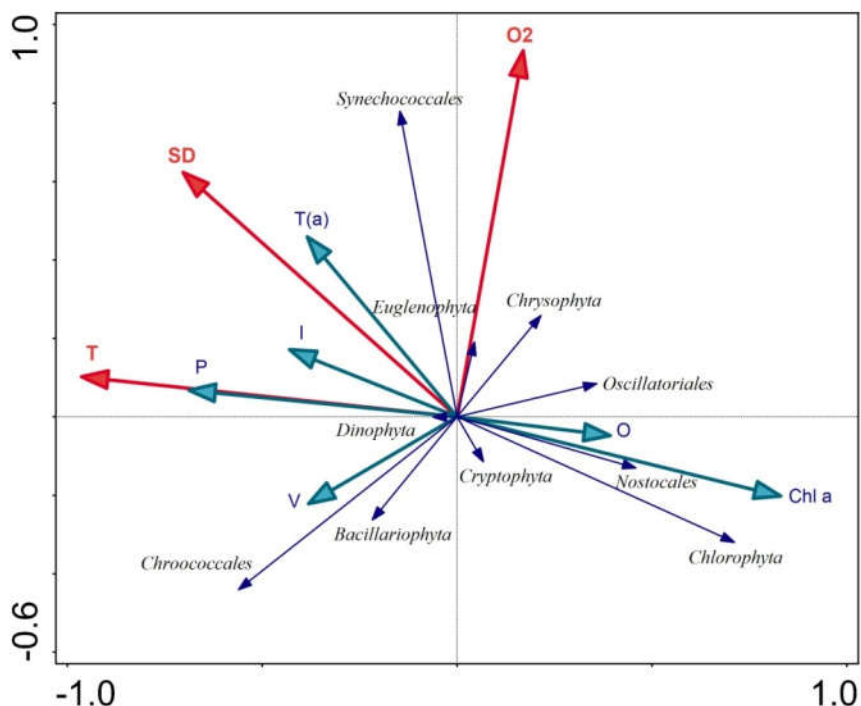
Grafik 4.3. Dinamika različitih taksonomskih grupa cijanobakterija (klasifikovanih po redovima) u odnosu na: a) broj ćelija i b) biomasu.



Grafik 4.4. Nedeljna dinamika vrste *Microcystis aeruginosa* zasnovana na izračunatom prosečnom broju ćelija/ml za celokupni vodeni stub tokom perioda istraživanja.

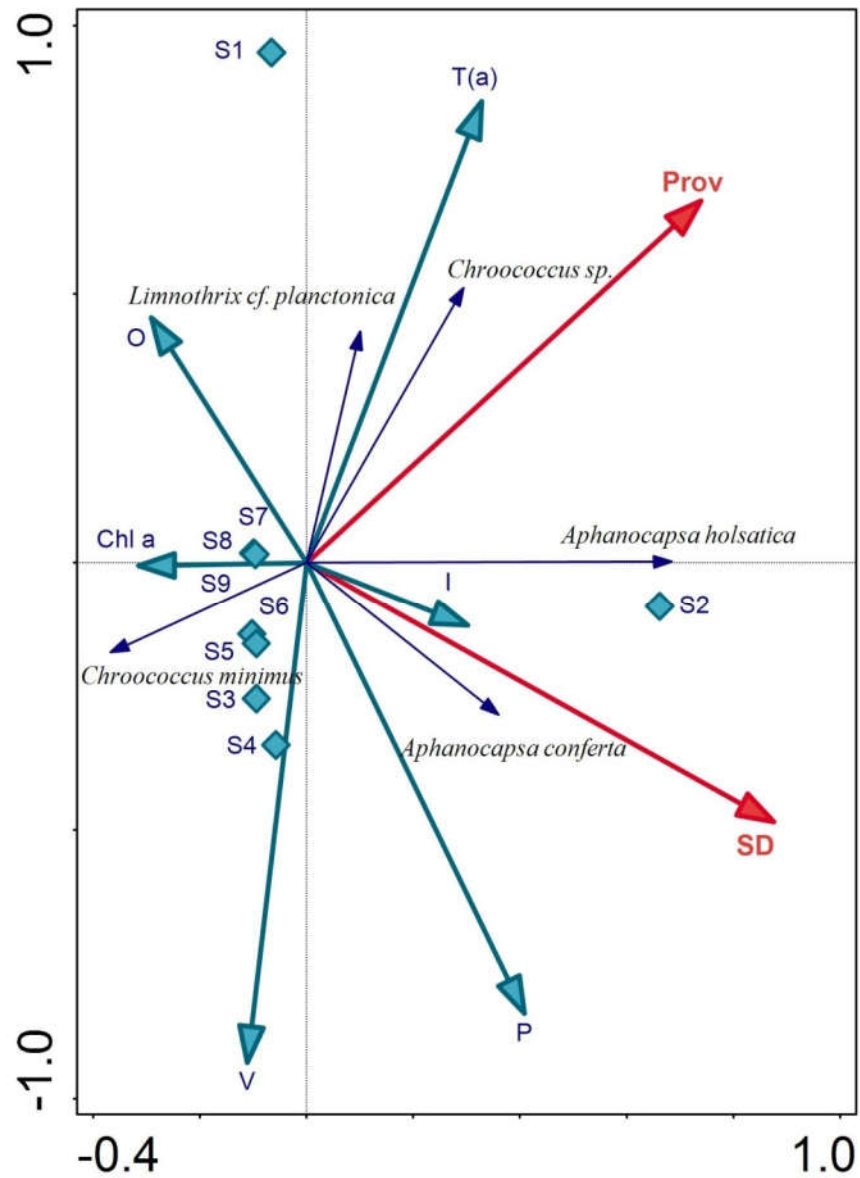
4.2.4. Statistička analiza podataka Savskog jezera

Set podataka koji se odnosi na Savsko jezero, a koji je prvobitno unet u program sadržao je 172 taksona cijanobakterija i algi, od kojih je ukupno bilo 30 taksona cijanobakterija. Na početku su u odnosu na sredinske varijable posebno posmatrane baza taksona koja sadrži podatke o biomasi, ali i o broju ćelija. Opisana varijabilnost u podacima bila je veća pri korišćenju baze sa brojem ćelija, tako da je u daljim analizama ona i korišćena. Taksoni algi su grupisani u razdele, a taksoni cijanobakterija u odgovarajuće grupe prema novoj klasifikaciji na Chroococcales, Oscillatoriales, Synechococcales i Nostocales. Dokumentovani taksoni algi grupisani u razdele i cijanobakterija grupisanih u odgovarajuće grupe (redove) u odnosu na sredinske varijable predstavljeni su analizom redundantnosti (RDA) (Grafik 4.5). Analiza je opisala 50,32% varijabilnosti u podacima ($F=7,8$, $P=0,002$), a eksplanatorne varijable koje su pokazale značajnost, odnosno one koje su se izdvojile nakon primene opcije „Interactive forward selection“ su T, SD i O_2 . Pomenute varijable su na dijagramu prevashodno predstavljene u levom/gornjem-levom delu. Suplementarne varijable koje se odnose na klimu su takođe pre svega orijentisane ka levoj strani dijagrama, osim oblačnosti (O). Kada uzmemo u obzir korelacije značajnih eksplanatornih varijabli i grupa cijanobakterija i algi, što se tiče cijanobakterija, T ima jasnu pozitivnu korelaciju sa Chroococcales i blagu pozitivnu korelaciju sa Synechococcales, i sa Bacillariophyta. Kod SD i O_2 se uočava jasna pozitivna korelacija sa Synechococcales i Euglenophyta, dok O_2 pozitivno koreliše i sa Oscillatoriales i Chrysophyta. Ove tri varijable u odnosu na Nostocales ili ne pokazuju korelaciju (u slučaju O_2), ili su negativno korelisane (T i SD), a sve su negativno korelisane sa Chlorophyta i Cryptophyta. Što se tiče klimatskih parametara, insolacija (I), padavina (P) i vetar (V) imaju pozitivnu korelaciju sa Chroococcales i Bacillariophyta, T(a) pozitivno koreliše sa Synechococcales i Euglenophyta, a O (kao i suplementarna varijabla koja se odnosi na Chl *a*) sa Oscillatoriales, Nostocales, Chrysophyta, Chlorophyta i Cryptophyta.



Grafik 4.5. Savsko jezero: alge grupisane u razdele i cijanobakterije podeljene na Chroococcales, Oscillatoriales, Synechococcales i Nostocales u odnosu na značajne eksplanatorne varijable (crvene strelice) i suplementarne varijable (klimatski parametri i Chl *a* (svetlo plave strelice)).

Prilikom analiziranja taksona cijanobakterija (baza od 30 vrsta) u odnosu na sredinske varijable korišćena je RDA analiza jer je gradijent iznosio 2,6 SD jedinica, koja je predstavljena na Grafiku 4.6. Analiza je opisala 41,67% varijabilnosti u podacima ($F=8,6$, $P=0,002$), a kao značajne eksplanatorne varijable izdvojile su se Prov i SD, dok su iste suplementarne korišćene kao u analizi iznad. Na ordinationom dijagramu predstavljeno je samo pet najbolje fitovanih taksona cijanobakterija. Prov pokazuje pozitivnu korelaciju sa taksonima *Chroococcus* sp., *Limnothrix* cf. *planctonica* i *Aphanocapsa holsatica*, dok SD pozitivno koreliše sa *A. holsatica* i *A. conferta*. Prva dva pomenuta taksona, takođe, pozitivno korelišu sa suplementarnim varijablama O i T(a), a *A. holsatica* i *A. conferta* sa klimatskim parametrima I i P. Vetar pokazuje pozitivnu korelaciju sa *A. conferta* i *Chroococcus minimus*. Na osnovu RDA dijagrama, svi navedeni taksoni osim *Ch. minimus* veću brojnost ćelija imaju u prve dve nedelje uzorkovanja, tačnije *Limnothrix* cf. *planctonica* i *Chroococcus* sp. tokom S1, a *A. holsatica* i *A. conferta* tokom S2.



Grafik 4.6. Savsko jezero: taksoni cijanobakterija (pet najbolje fitovanih) u odnosu na značajne eksplanatorne varijable (crvene strelice) i suplementarne varijable (klimatski parametri i Chl *a* (svetlo plave strelice) i nedelje uzorkovanja (S1-S9)).

4.3. Mesečna dinamika cijanobakterija i produkcija mikrocistina na primeru akumulacije Pariguz (Resničko jezero) 2017. godine

4.3.1. Fizičko-hemijski parametri

Tokom perioda istraživanja, temperatura vode se kretala između 6 °C (u martu) i 26 °C (jul i avgust), što se podudaralo sa temperaturom vazduha, koja je bila u rasponu od 8 °C (u martu) do 27,9 °C (u julu). Providnost vode je bila najveća u novembru (do dna na prvoj tački uzorkovanja, odnosno 75 cm na drugoj), a najniža u aprilu (25 cm za prvu tačku uzorkovanja, odnosno 23 cm za drugu).

Rezultati fizičko-hemijske analize su prikazani u Tabeli 4.4., a u okviru koje je prikazan opseg variranja svih parametara merenih tokom istraživanja. Kada je reč o mutnoći vode, najviša vrednost je zabeležena u aprilu (tačka uzorkovanja na sredini akumulacije), dok je najniža vrednost ovog parametra zabeležena u avgustu (ista tačka). Vrednosti pH su se kretale od približno neutralne (7,22 – tačka uzorkovanja kod brane) na samom kraju perioda istraživanja (odnosno u novembru), do uglavnom blago alkalne ili alkalne tokom većeg dela istraživanja, sa maksimalnim vrednostima beleženim u aprilu (9,25 – tačka uzorkovanja kod brane). Provodljivost je varirala između 433 $\mu\text{S/cm}$ u julu i 720 $\mu\text{S/cm}$ u martu.

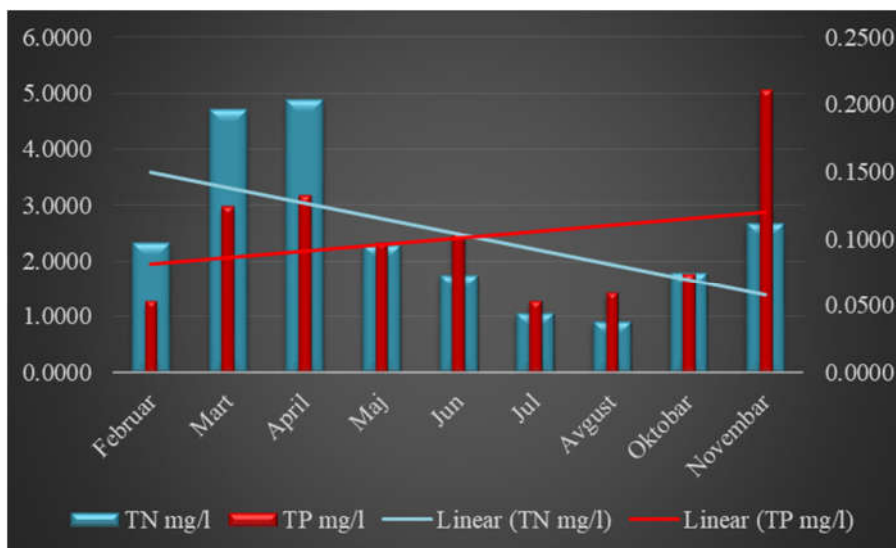
Tabela 4.4. Fizičko-hemijski parametri vode zabeleženi za akumulaciju Pariguz tokom 2017. godine.

	Minimalna zabeležena vrednost	Maksimalna zabeležena vrednost
Mutnoća (NTU)	2,24	42,60
pH	7,22	9,25
Provodljivost ($\mu\text{S/cm}$)	433	720
Amonijum joni (mg/l)	0,12	2,00
Nitritni joni (mg/l)	0,008	0,245
Nitratni joni (mg/l)	<0,5	22,2
Ukupan azot (mg/l)	0,89	5,14
Ortofosfati (mg/l)	<0,01	0,18
Ukupan fosfor (mg/l)	0,03	0,22
Permanganatni indeks (mg/l)	12,0	39,0
Ukupan organski ugljenik (mg/l)	4,52	18,05
Rastvoreni kiseonik (mg/l)	5,6	37,2
BPK₅(mgO₂/l)	5	22
Hlorofil <i>a</i> ($\mu\text{g/l}$)	41,52	287,18

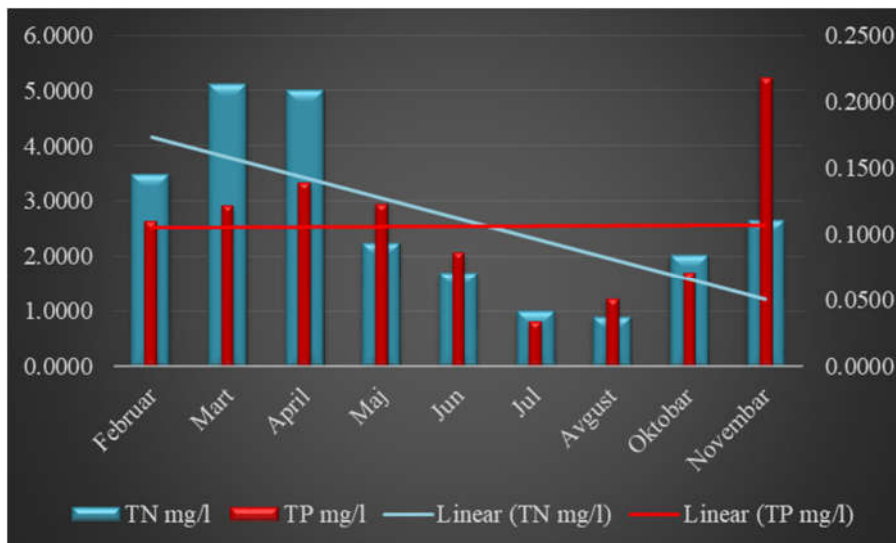
Količina nutrijenata je bila uglavnom visoka, prvenstveno kada je reč o azotnim jedinjenjima. Najveća količina amonijum jona bila je zabeležena u aprilu sa čak 2 mg/l na obe tačke uzorkovanja, dok je najniža vrednost od 0,12 mg/l detektovana u junu na drugoj tački uzorkovanja (svega 0,01 mg/l manje nego na prvoj tački uzorkovanja – kod brane). Koncentracije nitritnih jona su se kretale od 0,008 mg/l (u avgustu, prva tačka uzorkovanja) do 0,245 mg/l (u junu, obe tačke uzorkovanja), dok su nitrati mereni u opsegu vrednosti koje su ispod nivoa detekcije (u avgustu, na sredini akumulacije) i 22,2 mg/l (u martu, na istoj tački uzorkovanja). Najviše izmerene vrednosti ukupnog azota (TN) zabeležene su u martu (5,14 mg/l), a najniže u avgustu (0,893 mg/l), pri čemu su obe zabeležene na sredini akumulacije. Izražena dinamika zabeležena je i kada je reč o količini ortofosfata i ukupnog fosfora. Shodno tome, ortofosfati su varirali od vrednosti ispod 0,01 (u junu, kod brane) do 0,18 mg/l (u novembru, takođe kod brane). Najveće vrednosti ukupnog fosfora (TP)

su, takođe, zabeležene u novembru (0,22 mg/l na sredini akumulacije, a kod brane nešto niža, odnosno 0,21 mg/l), dok je najniža detektovana u julu (0,03 mg/l na sredini akumulacije). Važno je napomenuti da su vrednosti ukupnog azota i ukupnog fosfora varirale na sličan način, što je prikazano na Grafiku 4.7.

a)



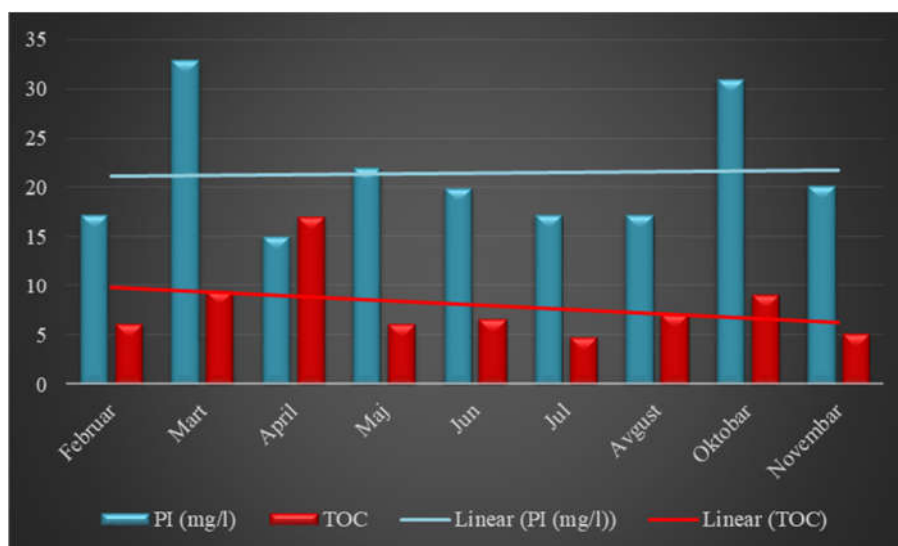
b)



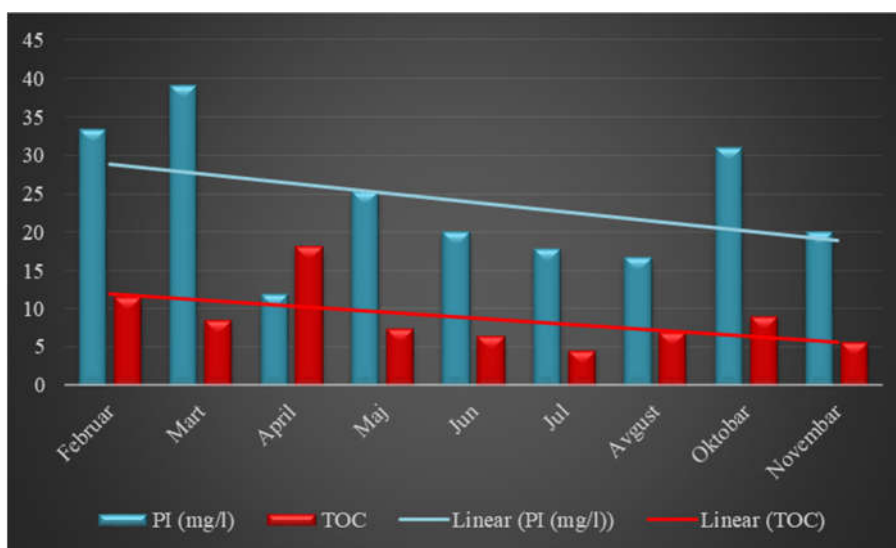
Grafik 4.7. Dinamika ukupnog azota (TN; na osi levo) i ukupnog fosfora (TP; na osi desno) merena na a) tački uzorkovanja kod brane i b) tački uzorkovanja na sredini akumulacije.

Kada je reč o koncentraciji organske materije, predstavljenoj preko Permanganatnog indeksa (PI) i ukupnog organskog ugljenika (TOC), teško da se može posmatrati pravilan trend (Grafik 4.8.). Ipak, kod PI se jasno uočavaju dva pika. Prvi je zabeležen u martu (39 mg/l za drugu tačku uzorkovanja, a 33 mg/l za prvu) i poklapa se sa pikom TN. Drugi, koji je izmeren u oktobru, je bio nešto niži (31 mg/l za obe tačke uzorkovanja) i prethodio je maksimalnom zabeleženom TN u narednom mesecu. Sa druge strane, najveća količina ukupnog organskog ugljenika je zabeležena u aprilu (18,05 mg/l), nakon čega se generalno beleži blagi pad koncentracije TOC do kraja perioda istraživanja, izuzev nešto blažeg skoka u oktobru.

a)

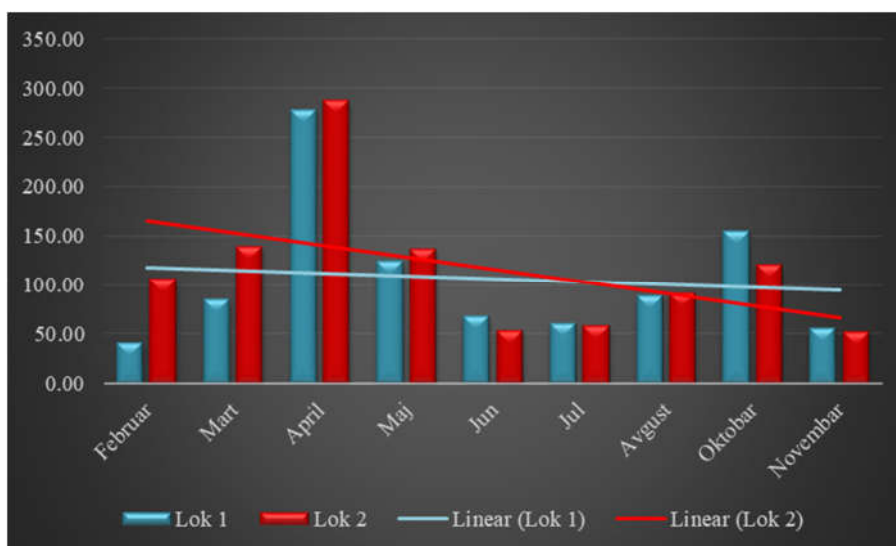


b)



Grafik 4.8. Dinamika sadržaja organske materija izražena preko Permanganatnog indeksa (PI) i ukupnog organskog ugljenika (TOC) merena na a) tački uzorkovanja kod brane i b) tački uzorkovanja na sredini akumulacije.

Sličan trend je primećen kada je reč o koncentraciji hlorofila *a* (Chl *a*), za koju su maksimalne vrednosti zabeležene u aprilu (čak 287,18 $\mu\text{g/l}$ na drugoj tački uzorkovanja, odnosno 277,45 $\mu\text{g/l}$ na prvom), a koje ukazuju na pojavu intenzivnog “cvetanja” vode. Nakon značajnog pada u narednim mesecima, nešto manji porast je zabeležen u oktobru (Grafik 4.9.). Minimalna koncentracija od 41,52 $\mu\text{g/l}$ zabeležena je na tački uzorkovanja kod brane. Međutim, značajno je istaći da je u to vreme koncentracija Chl *a* na drugoj tački uzorkovanja bila značajno veća (106,16 $\mu\text{g/l}$), te i da je prosečni minimum zabeležen u novembru (54,15 $\mu\text{g/l}$), a blizak je i sa vrednostima u julu (59,67 $\mu\text{g/l}$). Koncentracija rastvorenog kiseonika bila je najviša na početku istraživanja (u februaru) na prvoj tački uzorkovanja i imala je generalno opadajući trend tokom čitavog istraživanja, sa minimumom zabeleženim u novembru (na istoj tački uzorkovanja). Kada se posmatra biohemijska potrošnja kiseonika (BPK₅), minimalne i maksimalne vrednosti ovog parametra prate vrednosti koncentracije kiseonika.



Grafik 4.9. Trend variranja koncentracije hlorofila *a* u toku perioda istraživanja na tački uzorkovanja kod brane (Lok 1) i na sredini akumulacije (Lok 2).

4.3.2. Floristički sastav zajednice fitoplanktona akumulacije Pariguz

Ukupno 165 taksona svrstanih u 7 razdela, odnosno 81 rod, je detektovano tokom perioda istraživanja na akumulaciji Pariguz 2017. godine (Tabela 4.5.). Od toga, 38 identifikovanih taksona pripada razdelu Cyanobacteria, što obuhvata 21 rod iz 4 reda.

Kada se posmatra čitava zajednica fitoplanktona Resničkog jezera, najveća raznovrsnost (sa 47,27% identifikovanih taksona) je zabeležena za razdeo Chlorophyta, potom kod Cyanobacteria (23,03%), Bacillariophyta (13,94%) i Euglenophyta (6,06%), dok je raznovrsnost ostalih grupa bila znatno manja. Sve do kraja maja, *Limnothrix redekei* je bio dominantna vrsta, kako po broju ćelija, tako i po biomasi, dok se *Planktothrix agardhii* javlja kao subdominantna. U aprilu se, čak, na tački uzorkovanja kod brane beleži veća biomasa *P. agardhii* u odnosu na *L. redekei*. Kada se dalje posmatra broj ćelija, u junu i julu se kao dominantne izdvajaju cijanobakterije koje pripadaju rodovima *Aphanocapsa* i *Leptolyngbya*, koje u periodu između avgusta i oktobra zamenjuje *Anagnostidinium amphibium*. Takođe, u periodu između juna i oktobra, zabeležena je i značajna brojnost invazivne vrste *Cylindrospermopsis raciborskii*. Na samom kraju istraživanja, najveća brojnost beleži se kod pripadnika roda *Jaaginema*.

Tabela 4.5. Raznovrsnost u okviru fitoplanktonske zajednice i najčešći taksoni zabeleženi u tokom 2017. godine u akumulaciji Pariguz.

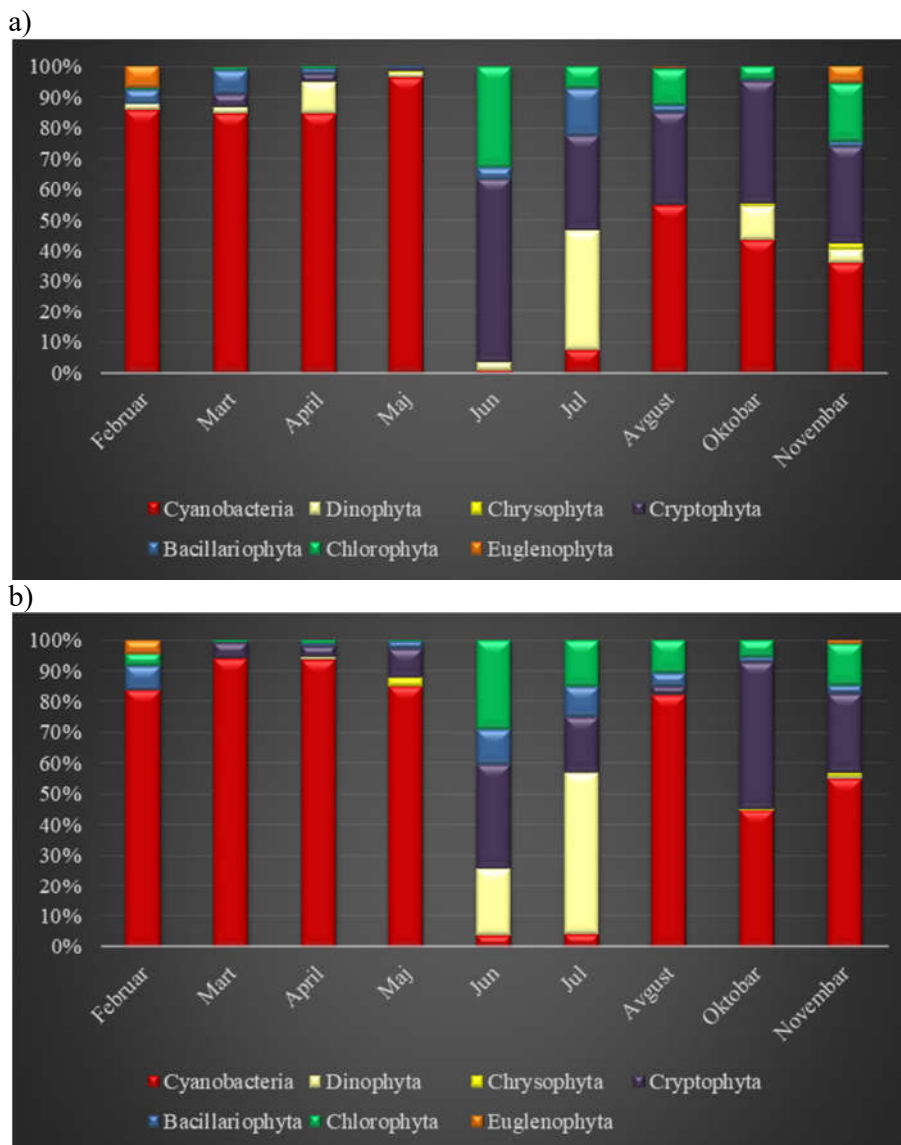
Razdeo	Broj rodova	Broj taksona	Najčešći taksoni za svaki razdeo
Cyanobacteria	21	38	<i>Anagnostidinema amphibium</i> , <i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> , <i>Jaaginema subtilissimum</i> , <i>Limnothrix redekei</i> , <i>Planktothrix agardhii</i>
Dinophyta	4	7	<i>Gymnodinium</i> Stein sp., <i>Peridiniopsis cunningtonii</i> Lemmermann
Chrysophyta	3	4	<i>Mallomonas</i> Perty spp.
Cryptophyta	3	5	<i>Cryptomonas</i> Ehrenberg spp., <i>Plagioselmis nannoplantica</i> (H.Skuja) G.Novarino, I.A.N.Lucas & S.Morrall
Bacillariophyta	13	23	<i>Fragilaria</i> Lyngbye spp., <i>Ulnaria acus</i> (Kützing) Aboal, <i>Stephanodiscus</i> Ehrenberg sp.
Chlorophyta	34	78	<i>Chlorella</i> Beyerinck sp., <i>Coelastrum microporum</i> Nägeli, <i>Micractinium pusillum</i> Fresenius, <i>Monoraphidium komarkovae</i> Nygaard, <i>Monoraphidium tortile</i> (W. & G.S.West) Kom.-Legn., <i>Oocystis lacustris</i> Chodat, <i>Tetraëdron minimum</i> (A.Braun) Hansgirg, <i>Tetraëdron triangulare</i> Korshikov
Euglenophyta	4	10	<i>Euglena</i> Ehrenberg sp., <i>Phacus granum</i> Drezepolski, <i>Trachelomonas planctonica</i> Svirenko
Ukupno	81	165	

Sa druge strane, kada se posmatra biomasa, uočava se nešto drugačiji trend. Naime, u junu su dominantne Cryptophyta (*Cryptomonas* spp., na obe tačke uzorkovanja), a u julu Dinophyta (*Peridiniopsis cunningtonii* Lemmermann – tačka uzorkovanja kod brane, *Peridinium willei* Huitfeldt-Kaas – tački uzorkovanja na sredina akumulacije). Potom se u avgustu najveća biomasa beleži za *Anagnostidinema amphibium*, nakon čega *Cryptomonas* Ehrenberg spp. ponovo biva dominantan takson na obe tačke uzorkovanja do kraja perioda istraživanja.

4.3.3. Dinamika fitoplanktona akumulacije Pariguz sa akcentom na cijanobakterije

Ukupna brojnost fitoplanktona se kretala između 49.631 ćel./ml (u julu na prvoj tački uzorkovanja) i 5.693.724 ćel./ml (u martu na drugoj tački uzorkovanja), dok je ukupna procenjena biomasa bila u opsegu $5.778 \times 10^6 \mu\text{m}^3/\text{l}$ (u novembru, na drugoj tački uzorkovanja) i $92.820 \times 10^6 \mu\text{m}^3/\text{l}$ (u aprilu, na prvoj tački uzorkovanja). Cijanobakterije su tokom čitavog perioda istraživanja bile dominantne, kada se u obzir uzme brojnost ćelija, sa minimalnim udelom od 60,14% u julu (druga tačka uzorkovanja) i maksimalim od 99,96% u maju (prva tačka uzorkovanja). Međutim, kada se posmatra biomasa, mogu se uočiti bitne razlike vezano za sezonsku dinamiku fitoplanktona (Grafik 4.10.). Kao što je napomenuto, *Limnothrix redekei* dominira u zimskoj i prolećnoj zajednici fitoplanktona, kada je i zabeleženo intenzivno cvetanje ove vrste, te u tom periodu cijanobakterije dostižu najveći udeo (između 84 i 97%). U junu se beleži nagli pad brojnosti i biomase cijanobakterija na obe tačke uzorkovanja, a sukcesivno ih zamenjuju Cryptophyta, potom Dinophyta (u julu), da bi u avgustu opet postale grupa sa najvećom biomasom unutar zajednice. U oktobru ponovo dolazi do povećanja udela Cryptophyta, te je ova grupa na prvoj tački uzorkovanja subdominantna u odnosu na cijanobakterije (sa bliskim udelima – 40 i 44%, redom), a na drugoj

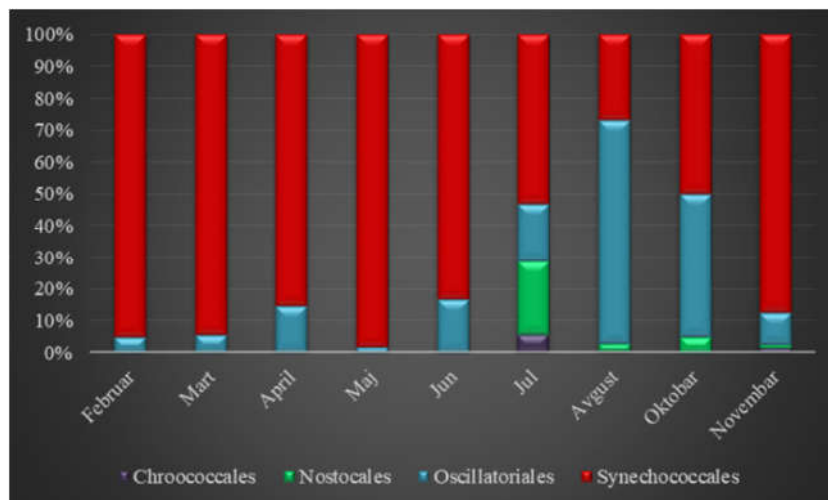
dominantna (47%, dok je udeo cijanobakterija 45%). Ipak, u novembru su Cyanobacteria ponovo procentualno najzastupljenije.



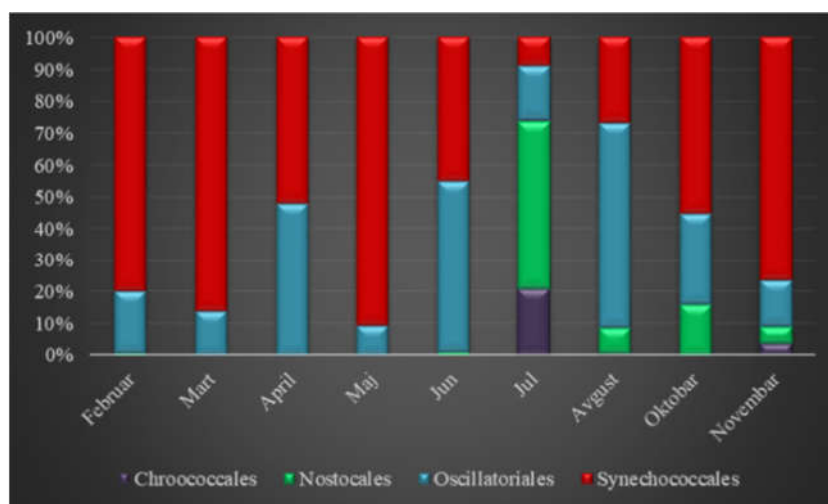
Grafik4.10. Dinamika fitoplanktonske zajednice akumulacije Pariguz 2017. godine na: a) prvoj tački uzorkovanja (kod brane) i b) drugoj tački uzorkovanja (sredina akumulacije).

Kada se fokusiramo na Cyanobacteria, prosečna brojnost ove grupe za obe tačke uzorkovanja je dostizala maksimum u aprilu, i to sa čak $5,34 \times 10^6$ ćelija/ml, dok je u istom mesecu maksimalna biomasa iznosila $74756 \times 10^6 \mu\text{m}^3/\text{l}$. Može se uočiti (Grafik 4.11.) da su vrste iz reda Synechococcales imale najveću brojnost gotovo u svim mesecima tokom ispitivanja, osim u avgustu, kada su predstavnici reda Oscillatoriales bili brojniji. Synechococcales su dominirale i prema biomasi u zimskim, prolećnim i jesenjim mesecima, dok se tokom leta po udelu izdvajaju Oscillatoriales (jun i avgust) i Nostocales (u julu).

a)



b)

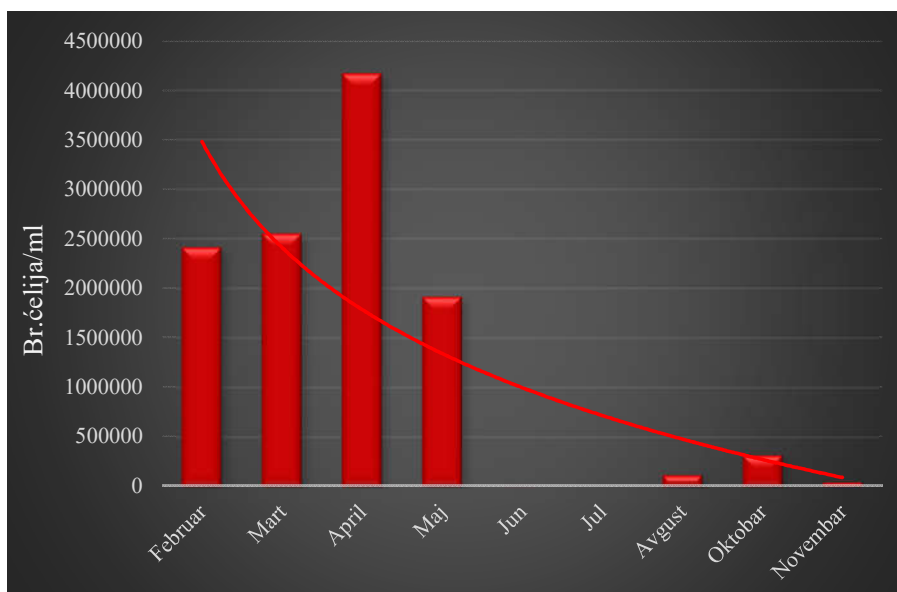


Grafik 4.11. Dinamika različitih taksonomskih grupa cijanobakterija (klasifikovanih po redovima) u odnosu na: a) broj ćelija i b) biomasu.

Najveći deo biomase u toku zimskih i prolećnih meseci se odnosi na vrstu *Limnothrix redekei*. Na Grafiku 4.12. se može uočiti da je vrsta dostigla vrhunac brojnosti i biomase u aprilu, kada je na drugoj tački uzorkovanja zabeležena koncentracija od čak $39.935 \times 10^6 \mu\text{m}^3/\text{l}$, dok je srednja vrednost na obe tačke iznosila $37.684 \times 10^6 \mu\text{m}^3/\text{l}$. Bitno je naglasiti da je u pomenutom periodu vrsta *Planktothrix agardhii*, takođe, dostizala visoku koncentraciju u zajednici fitoplanktona, sa maksimalnom prosečnom biomasom kod obe tačke uzorkovanja od $35.693 \times 10^6 \mu\text{m}^3/\text{l}$. Štaviše, biomasa ove vrste je na tački uzorkovanja kod brane u aprilu bila nešto viša u odnosu na *L. redekei*. Međutim, u narednim mesecima se uočava nagli pad biomase oba gore pomenuta taksona.

Sa druge strane, porast brojnosti i biomase predstavnika reda Oscillatoriales u drugoj polovini perioda istraživanja se u velikoj meri oslanja na vrstu *Anagnostidinema amphibium*, koja se u avgustu čak javlja kao dominantna vrsta. Maksimalan broj ćelija od $2,13 \times 10^6 \text{ cel./ml}$ i biomasa od $21.114 \times 10^6 \mu\text{m}^3/\text{l}$ zabeleženi su na drugoj tački uzorkovanja. Važno je istaći da je u ovom periodu, tačnije od jula do novembra, utvrđeno i konstantno prisustvo vrste *Cylindrospermopsis raciborskii*, sa maksimalnom biomasom zabeleženom u avgustu na prvoj tački uzorkovanja

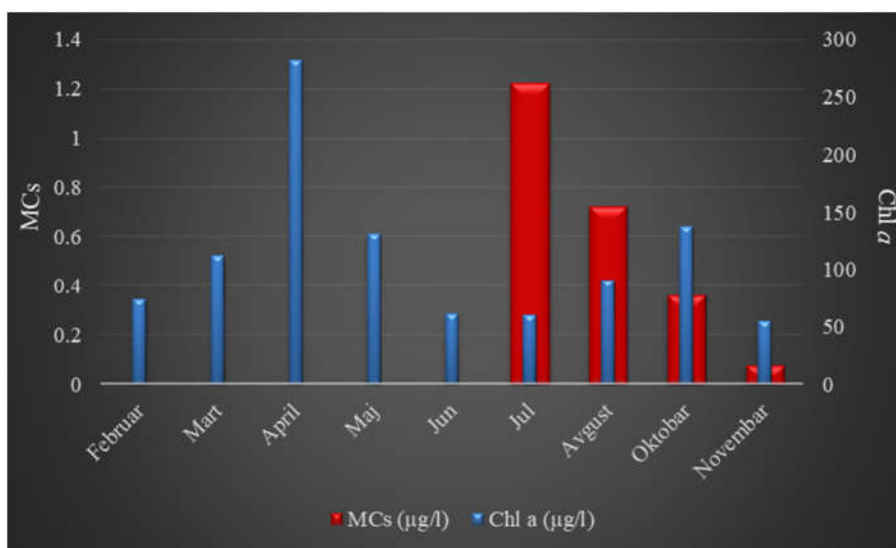
($3.284 \times 10^6 \mu\text{m}^3/\text{l}$), dok je maksimalna prosečna biomasa za obe tačke dokumentovana u oktobru ($2.812 \times 10^6 \mu\text{m}^3/\text{l}$).



Grafik 4.12. Dinamika vrste *Limnothrix redekei* zasnovana na prosečnoj brojnosti ćelija za obe tačke uzorkovanja u toku istraživanog perioda.

4.3.4. Produkcija mikrocistina na primeru akumulacije Pariguz 2017. godine

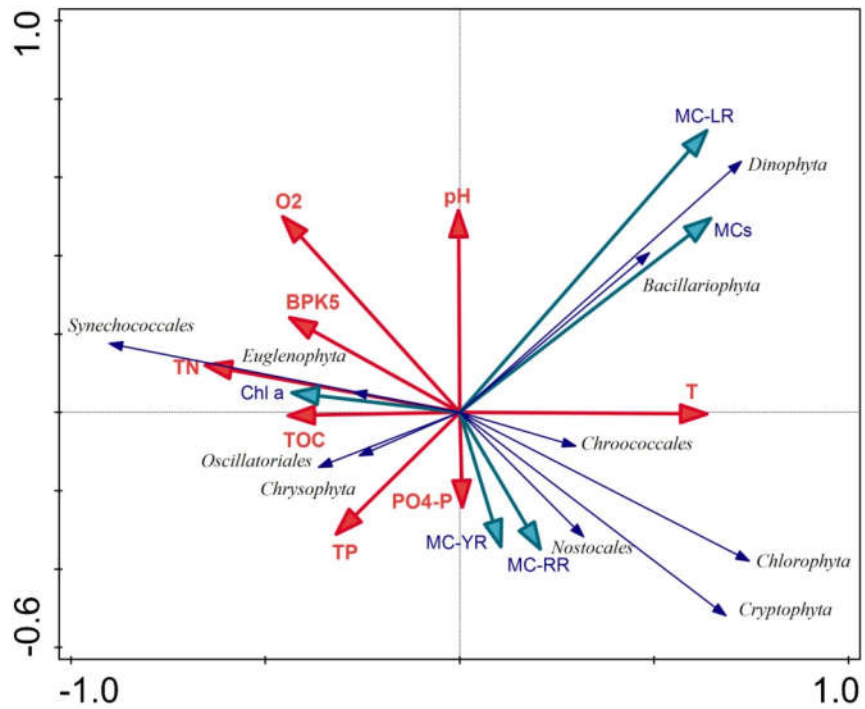
Vrednosti koncentracije mikrocistina u akumulaciji Pariguz tokom istraživanog perioda (rađene pomoću LC-MS) su bile ispod nivoa detekcije ($<0,05$ za ukupne mikrocistine, odnosno $<0,03$ za pojedinačne ispitivane varijante) sve do jula meseca, kada se beleži nagli skok na obe tačke uzorkovanja (Grafik 4.13.), te su vrednosti ukupnih mikrocistina iznosile $1,15 \mu\text{g/l}$ za prvu, odnosno $1,3 \mu\text{g/l}$ za drugu tačku uzorkovanja. Tom prilikom, dominantna forma ovog cijanotoksina bila je MC-LR, koja je dostizala koncentraciju od $1 \mu\text{g/l}$ na prvom, a $1,05 \mu\text{g/l}$ na drugoj tački uzorkovanja. Već narednog meseca se kao dominantna varijanta beleži MC-RR ($0,52 \mu\text{g/l}$ na prvoj i $0,41 \mu\text{g/l}$ na drugoj tački uzorkovanja), ali se uočava i opadanje koncentracije ukupnih mikrocistina, koje se dalje beleži sve do kraja perioda istraživanja. Kao što se može uočiti, maksimalna koncentracija mikrocistina se ne podudara sa prolećnim pikom koncentracije Chl *a*, kada je detektovano cvetanje vrste *L. redekei* i visoka koncentracija biomase *P. agardhii*, već nešto kasnije kada se zabeležen drastičan pad brojnosti pomenutih vrsta, a ujedno i ukupne biomase cijanobakterija.



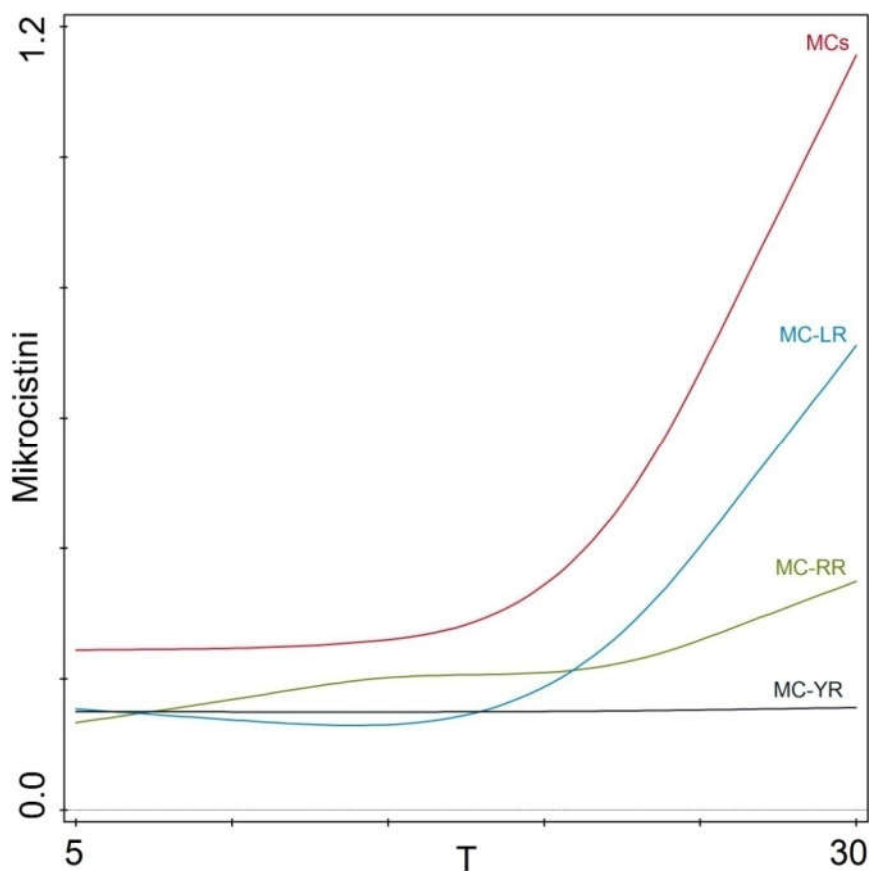
Grafik 4.13. Prosečan trend produkcije mikrocistina i hlorofila *a* za obe ispitivane tačke uzorkovanja u akumulaciji Pariguz.

4.3.5. Statistička analiza podataka akumulacije Pariguz

Baza podataka koja je korišćena za analize u Resničkom jezeru sadržala je ukupno 165 taksona cijanobakterija i algi, od kojih je prisutno bilo 38 cijanobakterija, pri čemu su za potrebe analiza korišćeni podaci o biomasi taksona. I kod ovog lokaliteta statistički su u odnosu na sredinske varijable posebno posmatrane i baza koja sadrži podatke o biomasi i broju ćelija, ali je opisana varijabilnost u podacima bila veća kada je biomasa uzeta u obzir. Analizom redundantnosti sagledan je odnos dokumentovanih taksona algi grupisanih u razdele i cijanobakterija podeljenih u četiri grupe (Chroococcales, Oscillatoriales, Nostocales i Synechococcales) i sredinskih varijabli (Grafik 4.14). Ova RDA analiza je opisala 80,94% varijabilnosti u podacima ($F=6,5$, $P=0,002$), a kao značajni eksplanatorni faktori u analizi su se izdvojili BPK_5 , O_2 , pH, PO_4-P , T, TN, TOC i TP. Na dijagramu se primećuje da je jedna veća grupa eksplanatornih varijabli (BPK_5 , O_2 , TN, TOC i TP) orijentisana prema levoj strani ordinacionog dijagrama, dok je vektor koji se odnosi na T usmeren ka desnoj. Vektori suplementarnih varijabli koje se odnose na mikrocistine nalaze se na desnoj strani dijagrama, u gornjem i donjem kvadrantu. BPK_5 , O_2 , TN, TOC i TP što se tiče cijanobakterija pozitivno korelišu sa redovima Oscillatoriales i Synechococcales, a što se tiče algi sa Euglenophyta i Chrysophyta. PO_4-P pozitivno koreliše sa većim brojem redova cijanobakterija (Chroococcales, Nostocales, Oscillatoriales) i razdela algi (Chlorophyta, Cryptophyta, Chrysophyta), dok pH pozitivno koreliše sa Bacillariophyta i Dinophyta. Temperatura vode, se u odnosu na ostale varijable najviše izdvaja i pozitivno koreliše sa cijanobakterijama iz redova Chroococcales i Nostocales i sa algama iz razdela Bacillariophyta, Chlorophyta, Cryptophyta i Dinophyta. Značajno je naglasiti i da se više vrednosti ove varijable dovode u vezu sa većim vrednostima mikrocistina, kako ukupnih, tako pojedinačnih (takođe prikazano na Grafiku 4.15). U odnosu na ostale parametre, MC-LR i MCs su pozitivno korelisani sa pH, a MC-RR i MC-YR sa PO_4-P i TP. Sa ostalim varijablama svi vektori koji se odnose na mikrocistine su negativno korelisani. Što se odnosi mikrocistina i cijanobakterija tiče, mada su kao komponente zabeleženi u niskim koncentracijama, MC-RR i MC-YR se izdvajaju kao pozitivno korelisani sa redom Nostocales, ali nešto manje i sa Chroococcales.

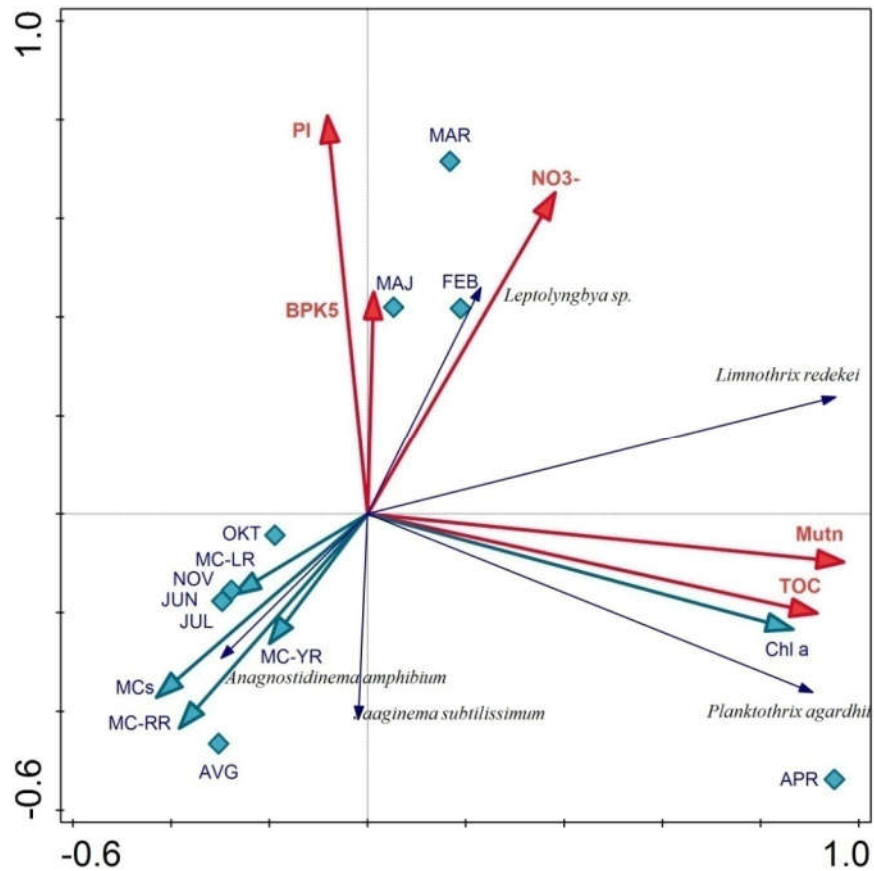


Grafik 4.14. Resničko jezero: Alge grupisane u razdele i cijanobakterije podeljene na redove Chroococcales, Oscillatoriales, Synechococcales i Nostocales u odnosu na značajne eksplanatorne varijable (crvene strelice) i suplementarne varijable (Chl *a* i vrednosti mikrocistina (svetlo plave strelice)).



Grafik 4.15. Krive koje pokazuju odnos temperature vode (T) i mikrocistina (MC-LR, MC-RR, MC-YR i MCs).

Odnos pojedinačnih taksona cijanobakterija (baza od 38 taksona cijanobakterija) i sredinskih varijabli takođe je prikazan analizom redundantnosti, zbog dužine gradijenta od 2.9 SD jedinica Grafik 4.16. Ukupna opisana varijabilnost iznosi 89,55% ($F=20,6$, $P=0,002$), a kao značajne eksplanatorne varijable izdvajaju se BPK_5 , Mutn, NO_3^- , PI i TOC. Kao kod Savskog jezera, na ordinationom dijagramu prikazano je pet najbolje fitovanih taksona. *Planktothrix agardhii* i *Jaaginema subtilissimum* pokazuju pozitivnu korelaciju sa varijablama mutnoća vode i TOC, *Limnothrix redekei* sa pomenute dve varijable i NO_3^- , a *Leptolyngbya* sp. je najbolje pozitivno korelisana sa BPK_5 , NO_3^- i PI. *Anagnostidinema amphibium* se izdvaja od ostalih taksona prikazanih na ordinationom dijagramu i sa svim pomenutim varijablama je negativno korelisana. Ipak, primećuje se da je biomasa ovog taksona veća od juna pa do kraja godine, kada je veća i koncentracija pojedinačnih i ukupnih mikrocistina (donji levi kvadrant).



Grafik 4.16. Resničko jezero: RDA analiza taksona cijanobakterija (pet najbolje fitovanih) u odnosu na značajne eksplanatorne varijable (crvene strelice) i suplementarne varijable (meseći uzorkovanja i vrednosti mikrocistina (svetlo plave strelice)).

4.4. Godišnja i sezonska dinamika potamoplanktona na primeru reke Dunav (2013-2016. godine)

Osim uvida u sam diverzitet cijanobakterija u okviru zajednice potamoplanktona reke Dunav, deo istraživanja na ovom vodnom telu poslužio je da se isprate promene dinamike pomenute zajednice na godišnjem i sezonskom nivou.

4.4.1. Fizičko-hemijski parametri vode reke Dunav u periodu 2013-2016. godine

Rezultati osnovnih fizičkih, hemijskih i bioloških analiza vode rađenih u Institutu za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanović Batut“ su predstavljeni u Tabeli 4.6. na sezonskom nivou, uzimajući u obzir obe tačke uzorkovanja. Sa druge strane, kada se posmatraju prosečne vrednosti svih dole predstavljenih parametara, srednja temperatura vode iznosila je 12,19 °C, dok je srednja vrednost pH iznosila 7,53, odnosno bila približno neutralna. Srednja vrednost Permanganatnog indeksa iznosila je 13,72 mg/l, prosečna količina suspendovanih materija 29,25 mg/l, dok je prosečni suvi ostatak na 105 °C bio 263 mg/l. Koncentracija kiseonika je u proseku bila 8,95 mg/l, dok je zasićenost vode kiseonikom iznosila u proseku 87,33%. Izračunata srednja vrednost BPK₅ je bila 3,8 mgO₂/l, a HPK 3,43 mg O₂/l.

Tabela 4.6. Fizičko-hemijski parametri reke Dunav zabeleženi u periodu 2013-2016, uz prikaz i varijacije brojnosti potamoplanktona.

	2013	2014	2015	2016
Temperatura vode (°C)	7,4-22,2	12,5-24,7	5-23,3	7,4-23,2
Boja vode (Co-Pt)	10-15	10-20	10-15	10-15
pH	6,4-7	6,3-8,2	7,9-8,2	7,8-8,4
Permanganatni indeks (mg/l)	10,7-19,6	10,7-16,1	14,8-15,8	10,2-14,7
Suvi ostatak na 105°C (mg/l)	194-293	200-322	216-328	249-284
Ukupne sususpendovane materije (mg/l)	25-44	26-44	22-33	15-42
Rastvoreni kiseonik (mg/l)	8,0-11,6	6,4-9,9	7,7-10,5	8,1-11,5
Saturacija kiseonika (%)	69,0-120,0	77,0-92,9	65,8-96,5	72,6-95,7
BPK ₅ (mgO ₂ /l)	1,0-6,0	1,0-9,0	2,0-10,0	1,0-13,0
HPK (mg O ₂ /l)	2,68-4,09	2,68-4,03	3,70-3,95	2,55-3,70
Brojnost fitoplanktona (ćel./ml)	144-679	151-682	413-2614	90-1273

4.4.2. Floristički sastav zajednice potamoplanktona reke Dunav

Ukupno 225 taksona koji se svrstavaju u 90 rodova, odnosno 7 razdela, detektovano je u reci Dunav u periodu između 2013. i 2016. godine (Tabela 4.7.). Najveća raznovrsnost ustanovljena je za razdeo Bacillariophyta (sa 43,11% identifikovanih taksona), potom za Chlorophyta (30,22%), dok su Cyanobacterija treća najraznovrsnija grupa sa 15,11%. Tačnije, 34 identifikovana taksona pripada razdelu Cyanobacteria, što obuhvata 21 rod iz 5 redova. Ukoliko se floristički spisak dopuni podacima iz 6 uzoraka sakupljenih 2012. godine (u letnjem, jesenjem i zimskom periodu), kao i iz dva uzorka iz 2017. godine, broj detektovanih cijanobakterija u potamoplanktonu reke Dunav iznosi 37 taksona.

Kada je reč o dominantnim vrstama, prema brojnosti se u zajednici se do 2014. godine uglavnom beležila smena različitih vrsta silikatnih algi, među kojima se ističu: *Asterionella formosa*, *Aulacoseira granulata*, *Cyclotella meneghiniana*, *Skeletonema potamos* i *Stephanodiscus* sp. Mada su se u naredne dve godine perioda istraživanja uglavnom isticale prema udelu u biomasi zajednice, po brojnosti se silikatne alge detektuju kao dominantne samo u prolećnom periodu, dok se u ostalim sezonama mahom ističu cijanobakterije. Među cijanobakterijama, najčešće dokumentovani taksoni u većini uzoraka su predstavnici roda *Phormidium*, a među njima se po učestalosti ističe vrsta *Phormidium chlorinum*. Pored predstavnika pomenutog roda, *Leptolyngbya foveolarum* i *Pseudanabaena limnetica* se ističu kao najučestaliji taksoni, koji su beleženi u gotovo svim sezonama. Dalje, vrste roda *Limnothrix* (*L. planctonica* i *L. redekei*), kao i *Jaaginema subtilissimum*, sutakođe često nalažene tokom istraživanog perioda. Značajno je istaći i da se među zabeleženim vrstama u potamoplanktonu reke Dunav (kod Zemuna) identifikuju i vrste kao što su: *Aphanisomenon flos-aquae*, *Cylindrospermopsis raciborskii* i *Planktothrix agardhii*.

Tabela 4.7. Raznovrsnost u okviru potamoplanktonske zajednice i najčešći taksoni zabeleženi u reci Dunav tokom istraživanja 2013-2016. godine.

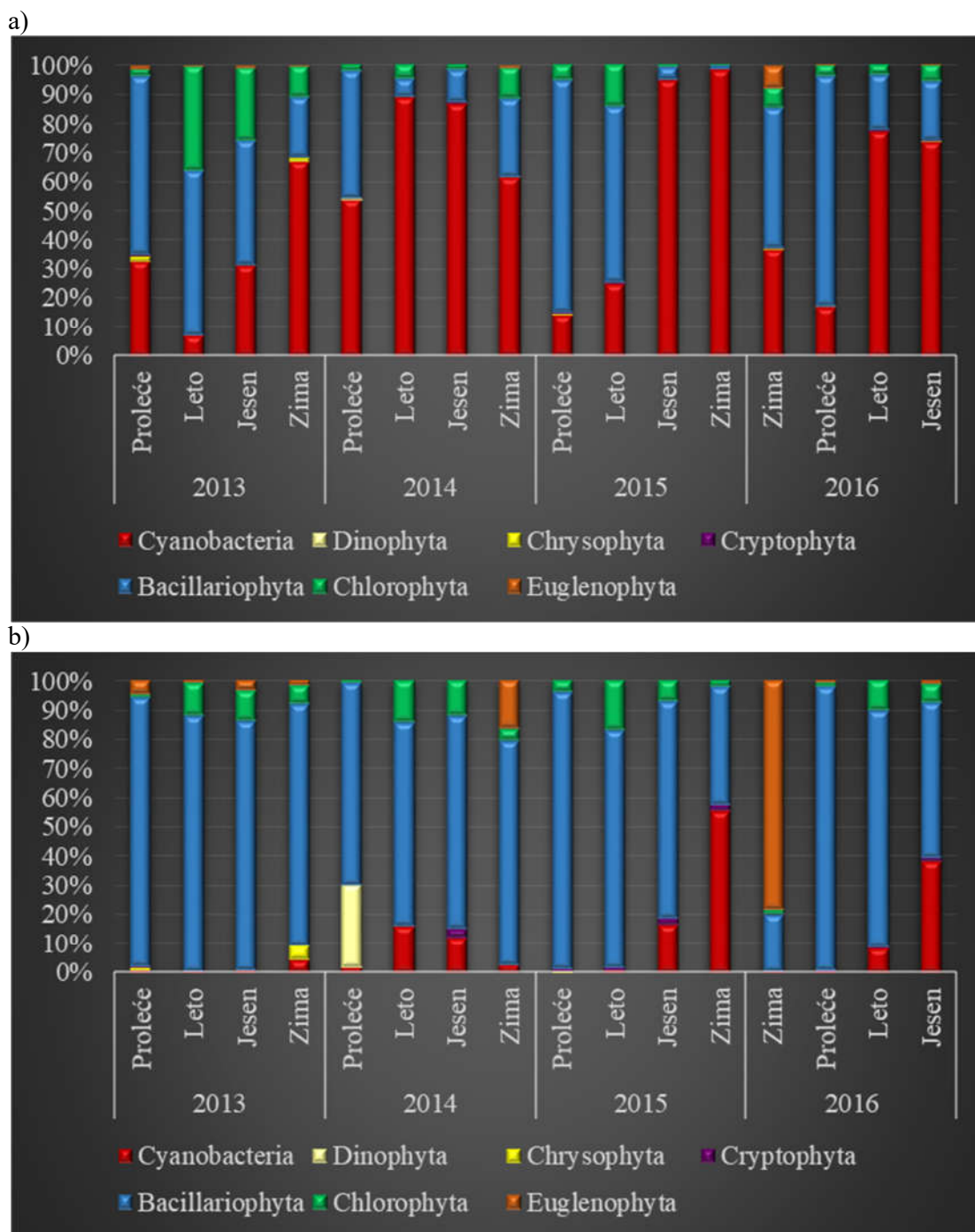
Razdeo	Broj rodova	Broj taksona	Najčešći taksoni za svaki razdeo
Cyanobacteria	21	34	<i>Jaaginema subtilissimum</i> , <i>Leptolyngbya foveolarum</i> , <i>Limnothrix planctonica</i> , <i>Phormidium</i> spp., <i>Phormidium chlorinum</i> , <i>Planktothrix limnetica</i> , <i>Pseudanabaena limnetica</i>
Dinophyta	1	1	<i>Peridinium cinctum</i> (O.F.Müller) Ehrenberg
Chrysophyta	4	5	<i>Dinobryon divergens</i> O.E.Imhof, <i>Mallomonas</i> spp.
Cryptophyta	3	6	<i>Cryptomonas</i> spp., <i>Plagioselmis nannoplanctica</i>
Bacillariophyta	26	97	<i>Asterionella formosa</i> Hassall, <i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen, <i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg, <i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing, <i>Ulnaria acus</i> , <i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère, <i>Navicula lanceolata</i> Ehrenberg, <i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W.Smith, <i>Skeletonema potamos</i> (Weber) Hasle, <i>Stephanodiscus</i> sp.
Chlorophyta	31	68	<i>Chlamydomonas</i> Ehrenberg spp., <i>Monoraphidium komarkovae</i> , <i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turpin) Brébisson, <i>Tetradesmus lagerheimii</i> M.J.Wynne & Guiry
Euglenophyta	4	14	<i>Euglena viridis</i> (O.F.Müller) Ehrenberg, <i>Trachelomonas</i> Ehrenberg spp., <i>Trachelomonas volvocina</i> (Ehrenberg) Ehrenberg
Ukupno	90	225	

4.4.3. Dinamika zajednice potamoplanktona reke Dunav sa akcentom na cijanobakterije

U toku istraživanog perioda, brojnost fitoplanktona je u proseku bila 710 ćel./ml, sa pikom brojnosti koji je zabeležen u zimu 2015. godine (2.614 ćel./ml). Varijacija brojnosti kroz četvorogodišnji period (2013-2016. godine) prikazana je u Tabeli 4.6, zajedno sa fizičko-hemijskim parametrima, radi boljeg poređenja godišnjih variranja ispitivanih sredinskih faktora. Biomasa je u proseku iznosila $227 \times 10^6 \mu\text{m}^3/\text{l}$.

U toku istraživanog perioda, brojnost cijanobakterija je u proseku iznosila 387 ćel./ml, dok je prosečni udeo ove grupe unutar zajednice potamoplanktona bio oko 54%. Neočekivano, srednji maksimalan broj ćelija za obe tačke uzorkovanja (2.282 ćel./ml) je zabeležen u zimskom periodu 2015. godine sa, takođe, maksimalnim udelom od čak 98,23%. Nasuprot tome, minimalna brojnost cijanobakterija (42 ćel./ml) u ispitivanoj zajednici je zabeležena u leto 2013.godine sa, isto tako, najmanjim udelom od 7,15%. Minimumi (0,13%) i maksimumi (55,26%) udela u biomasi zajednice se u potpunosti poklapaju sa vremenom kada se beleži najniža i najviša brojnosti ćelija cijanobakterija za obe tačke uzorkovanja. Prosečni procenat zastupljenosti u biomasi zajednice za čitav period istraživanja iznosi 10,01%.

Na Grafiku 4.17. se može posmatrati dinamika cijanobakterija u okviru zajednice potamoplanktona reke Dunav, kako na osnovu brojnosti, tako i na osnovu procenjene biomase. Tom prilikom se može uočiti da postoji razlika u trendu kada se posmatraju različite sezone. Tako su cijanobakterije u prolećnoj zajednici dostigle najveći udeo u 2014. godini, nakon čega se beleži pad naredne dve godine. Najveći procenat u letnjoj zajednici je zabeležen takođe 2014. godine, ali se nakon pada u 2015. godini, njihov procenat opet povećeva u poslednjoj godini ovog istraživanja. Sa druge strane, maksimalan udeo u jesenjoj i zimskoj zajednici zabeležen je baš 2015. godine, i to sa izuzetno visokim udelom od približno 94% i 98%, redom.

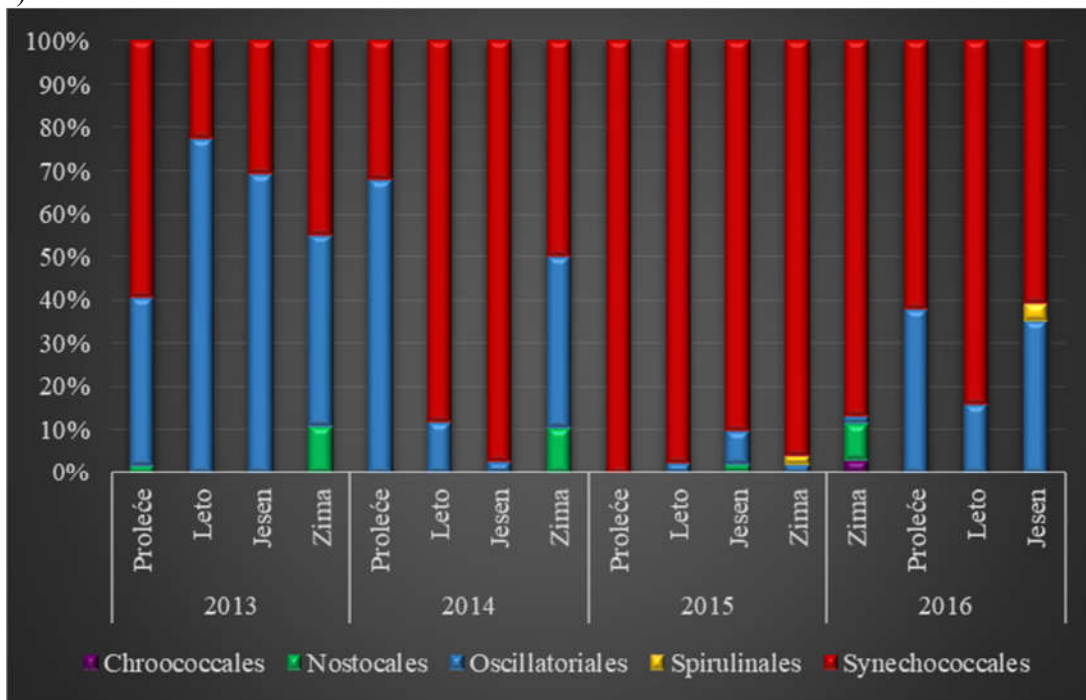


Grafik 4.17. Dinamika zajednice potamoplanktona reke Dunav u periodu 2013-2016.godine u donosu na: a) broj ćelija i b) biomasu.

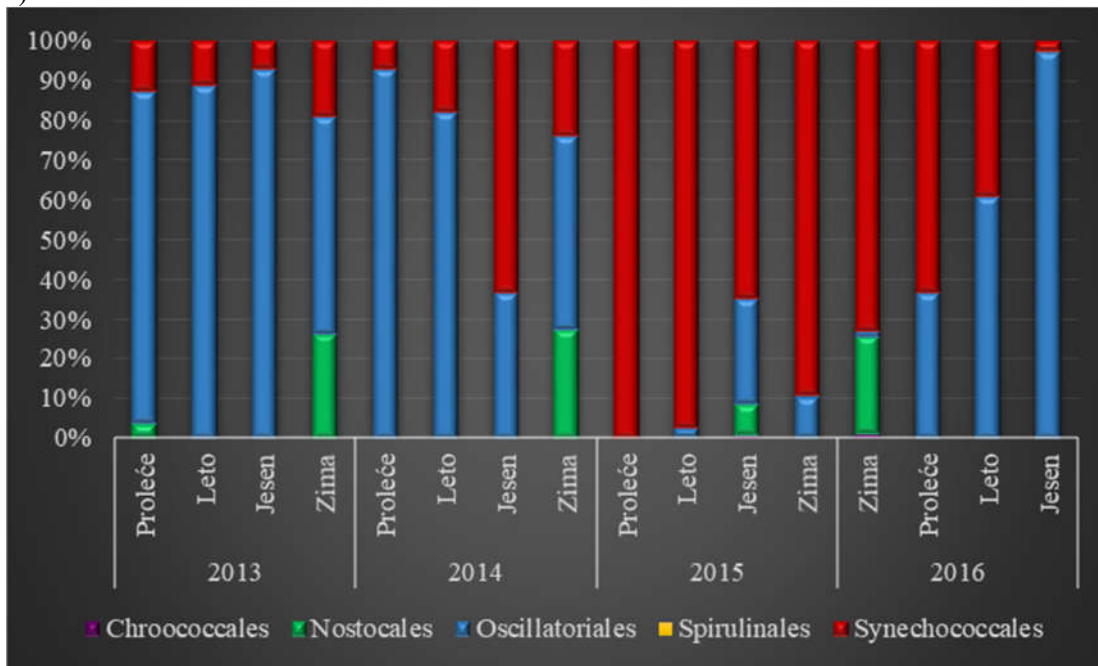
Kada se posmatraju različite taksonomske grupe cijanobakterija, značajne razlike se uočavaju u zavisnosti od toga da li se posmatra udeo na osnovu broja ćelija ili udeo u odnosu na procenjenju biomasu (Grafik 4.18.). Tako, red *Synechococcales* dominira tokom najvećeg dela istraživanog perioda (sa prosečnim udelom od 68,97%), izuzev tokom leta i jeseni 2013. godine i proleća 2014.godine, kada najveću brojnost ćelija dostižu predstavnici reda *Oscillatoriales*. Nasuprot tome, red *Oscillatoriales* ima najveći prosečni udeo u biomasu za period istraživanja (50,99%), a predstavnici ove grupe su na osnovu pomenutog parametra dominirali od proleća do leta 2014. godine, potom u zimu 2015. godine i tokom letnje i jesenje sezone 2016. godine. U ostalim

periodima (odnosno u jesen 2014. godine, te i između prolećnih perioda 2015 i 2016. godine), najveću zastupljenost u biomasi su imale opet vrste reda Synechococcales.

a)



b)



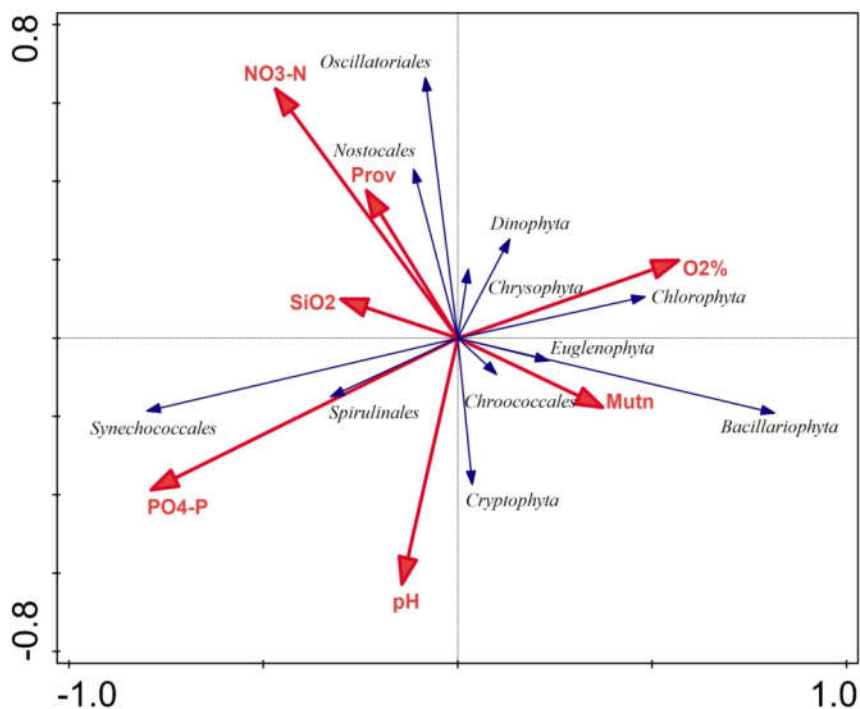
Grafik 4.18. Dinamika različitih taksonomskih grupa cijanobakterija u zabeleženih u potamoplanktonu reke Dunav u periodu 2013-2016.godine u donosu na: a) broj ćelija i b) biomasi.

4.4.4. Statistička analiza podataka potamoplanktona reke Dunav

RDA analiza je rađena kako bi se utvrdili sredinski faktori koji su potencijalno mogli imati najveći uticaj na promene u sastavu zajednice potamoplanktona. Kao što je već napomenuto, budući

da podaci dobijeni merenjem hemijskih parametara u okviru ovog istraživanja nisu bili dovoljni za ovakav tip statističke analize, pokušali smo da problem nadomestimo koristeći literaturne podatke, odnosno dopunjavali smo ih podacima objavljenim od strane Agencije za zaštitu životne sredine za reku Dunav (merna stanica u Zemunu), a koji po vremenu i mestu uzorkovanja poklapaju sa našim ispitivanjima.

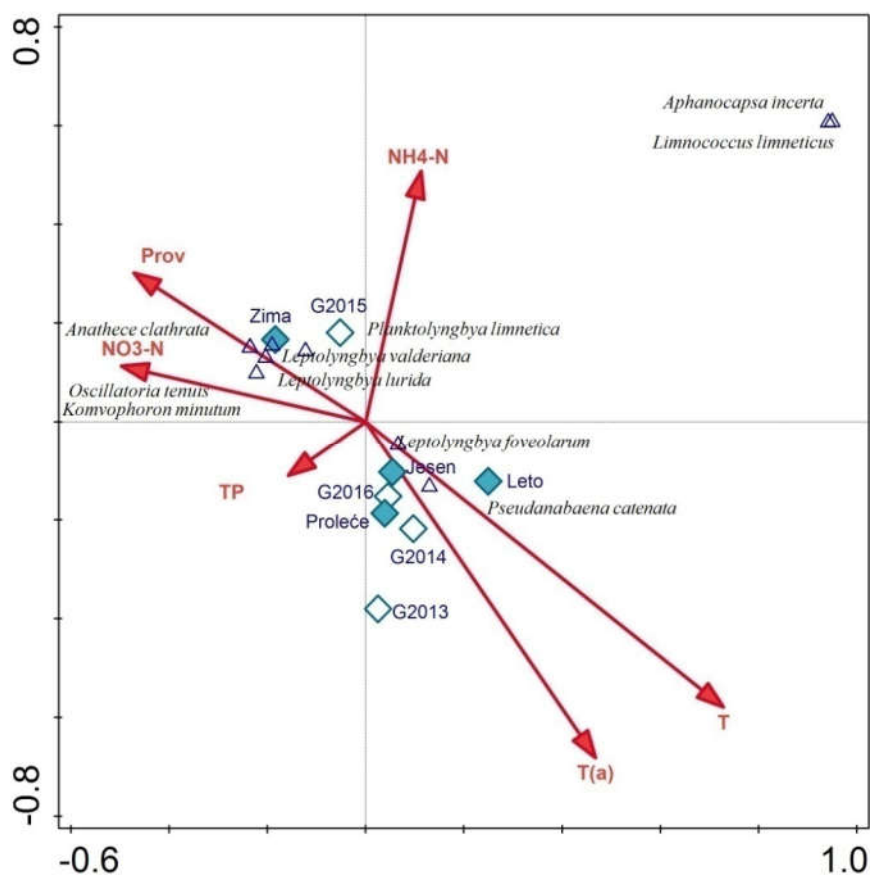
Set podataka unet u program na osnovu koga su rađene analize sadržao je 225 taksona cijanobakterija i algi, od kojih je prisutno bilo 34 taksona cijanobakterija. Baza u kojoj su taksoni predstavljeni brojem ćelija odabrana je za analize iz istog razloga kao što je to slučaj kod Savskog jezera – opisana varijabilnost je bila veća nego kada se u obzir uzme biomasa. Taksoni algi su grupisani u razdele, a taksoni cijanobakterija u odgovarajuće grupe, tačnije u pet redova: Chroococcales, Oscillatoriales, Synechococcales, Spirulinales i Nostocales. Analizom redundantnosti (RDA) sagledan je odnos dokumentovanih taksona cijanobakterija i algi grupisanih u odgovarajuće grupe (razdele) i sredinskih varijabli (Grafik 4.20). Analiza je opisala 61,23% varijabilnosti ($F=5,4$ $P=0,002$) (Grafik 4.19.). Izdvojeno je sedam eksplanatornih varijabli koje su pokazale značajnost: $O_2\%$, Mutn, NO_3-N , pH, PO_4-P , Prov i SiO_2 koje se različito raspoređuju na ordinacionom dijagramu. PO_4-P u ovoj analizi pozitivnu korelaciju imaju sa Spirulinales i Synechococcales, a NO_3-N i Prov sa Nostocales, Oscillatoriales, Chrysophyta i Dinophyta. Mutn i $O_2\%$ zajedno pre svega pozitivno korelišu sa Bacillariophyta, Chlorophyta, Euglenophyta i Chroococcales; uz to $O_2\%$ pokazuje pozitivnu korelaciju i sa Chrysophyta i Dinophyta, a Mutn sa Cryptophyta. PH pokazuje pozitivnu korelaciju sa razdelima i grupama u donjem delu ordinacionog dijagrama (osim Euglenophyta i Bacillariophyta), među kojima su i tri grupe cijanobakterija: Chroococcales, Spirulinales i Synechococcales.



Grafik 4.19. Dunav: RDA analiza algi grupisanih u razdele i cijanobakterija podeljenih na redove Chroococcales, Synechococcales, Spirulinales, Oscillatoriales i Nostocales u odnosu na značajne eksplanatorne varijable (crvene strelice).

Odnos pojedinačnih taksona cijanobakterija potamoplanktona Dunava i sredinskih varijabli takođe je prikazan, ali je za ove potrebe korišćena kanonijska korespondentna analiza (CCA) jer je dužina gradijenta iznosila 4.6 SD jedinica. CCA analiza je opisala 35,95% varijabilnosti ($F=2,3$,

$P=0,002$), a kao značajne eksplanatorne varijable izdvojile su se $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, Prov, T, T(a) i TP. Iako je analiza uključila 34 taksona cijanobakterija, na ordinacionom dijagramu prikazano je samo deset najbolje fitovanih (Grafik 4.20.). Od značaja je napomenuti da je jedna veća grupa taksona u gornjem levom kvadrantu ordinacionog dijagrama pokazala pozitivnu korelaciju sa $\text{NO}_3\text{-N}$ i Prov. Tu su predstavnici rodova *Anathece*, *Komvophoron*, *Leptolyngbya*, *Oscillatoria* i *Planktolyngbya* čiji je veći broj ćelija zabeležen u zimskom periodu i tokom 2015. godine. *Aphanocapsa incerta* i *Limnococcus limneticus* se dovode u vezu sa $\text{NH}_4\text{-N}$, dok je broj ćelija *Pseudanabaena catenata* pozitivno korelisan sa T i T(a). Ovaj takson zajedno sa *Leptolyngbya foveolarum* dominira u proleće, leto i jesen.



Grafik 4.20. Dunav: CCA analiza taksona cijanobakterija (deset najbolje fitovanih) u odnosu na značajne eksplanatorne varijable (crvene strelice) i suplementarne varijable (sezone i godine uzorkovanja).

5. DISKUSIJA

5.1. Diverzitet cijanobakterija u Srbiji

Poslednjih decenija pojačano je interesovanje kada je reč o naučnim istraživanjima u Srbiji koja se tiču cijanobakterija. Jedan od najočiglednijih uzročnika jeste podizanje svesti o značaju ovih organizama, što se primarno vezuje za njihov potencijal da negativano utiču na životnu sredinu i zdravlje ljudi. Ovome je značajno doprineo i slučaj cvetanja vrste *Planktothrix rubescens* u akumulaciji Vrutci koja se koristila za vodosnabdevanje grada Užica, što je za posledicu imalo kontaminaciju vode za piće na području čitave opštine (zvanična saopštenja IZJZS „Dr Milan Jovanovic Batut“²²; Kostić i sar. 2014; 2015; 2016; Svirčev i sar. 2017b; Blagojević Ponjavić i sar. 2019). Nakon ove vanredne situacije, značajno se povećao broj naučnih radova kada je reč o potencijalno toksičnim cijanobakterijama i produkciji njihovih toksina (npr. Pantelić i sar. 2013; Svirčev i sar. 2013; 2017a; Đorđević i sar. 2015; Tokodi 2016), njihovom uticaju na živi svet (Drobac i sar. 2016; Đorđević i sar. 2017) i mogućim posledicama po zdravlje ljudi u Srbiji (Svirčev i sar. 2014). Takođe, veliki broj novijih studija se fokusira na širok spektar ekoloških faktora koji bi mogli biti odgovorni za razvoj cijanobakterija, njihovu dinamiku unutar zajednice fitoplanktona, kao i za potencijalne uzroke pojave cijanobakterijskog cvetanja (npr. Karadžić i sar. 2010; 2013; Đorđević i Simić 2014; Ćirić i sar. 2015; Jovanović i sar. 2016; 2017; Simić i sar. 2017; Blagojević Ponjavić i sar. 2019).

Kada je reč o florističkim istraživanjima, ona su uglavnom fokusiraju na analizu određenih vodnih tela (npr. Cvijan i Laušević 1997; Simić 2002; Jurišić 2004; Karadžić i sar. 2005; Simeunović i sar. 2005; Predojević i sar. 2015a). Jedina sveobuhvatna floristička studija vezano za rasprostranjenje cijanobakterija u Republici Srbiji objavljena je pre više od dve decenije od strane Cvijan i Blaženčić (1996). Od tada je umnogome došlo do promena, pre svega kod klasifikacije cijanobakterija, koja se i dalje menja kako se upotpunjuje znanje o filogenetskim odnosima između postojećih grupa (Komárek 2016b). Sada se cijanobakterije dele na osam redova: Gloeobacteriales, Synechococcales, Spirulinales, Chroococcales, Pleurocapsales, Oscillatoriales, Chroococcidiopsidales i Nostocales (Komárek i sar. 2014), sa preko 300 rodova, od kojih je pedesetak opisano nakon 2000. godine (Mai i sar. 2018). Ovo znači da se prethodno opisane vrste moraju kontinuirano obnavljati u skladu sa novim nalazima i metodama za identifikaciju (Komárek 2016a), te i da se nove izmene tek očekuju. Mnoge zemlje u regionu, poput Češke (Kaštovský i sar. 2010b) ili Grčke (Gkelis i sar. 2016), uveliko su započele proces revidiranja nalaza vrsta i formiranja novih „ček-lista“. Kada je reč o našoj zemlji, rezultati ove doktorske disertacije pokazuju da je broj taksona cijanobakterija nađenih samo u vodama koje se tiču vodosnabdevanja i rekreacije porastao sa 154 (izdvojenih iz monografije – Cvijan i Blaženčić 1996) na 328, koliko je procenjeno da ih ima u na osnovu ove disertacije. U floristički spisak je uvršteno i 148 taksona koji su detektovani mikroskopskim analizama uzoraka iz odabranih vodnih tela. Među njima, 30 taksona predstavlja nove nalaze za ispitivani tip voda, od kojih su 10 taksona iz grupe pikocijanobakterija.

Podatak da se nakon dve decenije broj vrsta samo za ovu ispitivanu grupu voda povećao za više od 100%, što je pokazano tokom ovog istraživanja, ukazuje na to da postoji potreba da se podaci vezano za nalaze cijanobakterija na različitim tipovima staništa u našoj zemlji sumiraju. Kako tvrde Zapomělová i saradnici (2012), generalno znanje vezano za distribuciju

²²zvanični sajt instituta (<http://www.batut.org.rs>), www.blic.rs.

cijanobakterijskih vrsta je i dalje jako iscepkano, pa su sva nova saznanja vezano za njihovu biogeografiju i širenje izuzetno značajna i neophodna. Mada je činjenica da, u današnje vreme, lokalne flore i faune uglavnom izlaze iz domena popularne (moderne) nauke, one su ipak važne iz nekoliko razloga: 1) sumiraju znanje o nekoj grupi organizama u određenom vremenu i prostoru i čuvaju takve informacije za budućnost; 2) izvor su informacija, kako za stručnjake koji se bave zaštitom prirode i životne sredine, tako i za primenjena, pre svega hidrobiološka i ekološka, istraživanja; i 3) pružaju naučna saznanja koja će dalje biti dostupna za visoko školstvo i širu javnost (Kaštovský i sar. 2010b). U Srbiji još uvek ima puno prostora za istraživanje diverziteta cijanobakterija sa različitih staništa, što pokazuju najnoviji rezultati istraživanja perifitona na veštačkim podlogama (Trbojević i sar. 2017; 2018), kao i aerofitskim i terestričnim formama cijanobakterija (Popović i sar. 2015; Popović 2018; Babić 2018). Takođe, pokazalo se da postoji potencijal za otkrivanje novih vrsta, kako u aerofitskim (Popović i sar. 2016), tako i u akvatičnim staništima (Simić i sar. 2014). Sve gore navedeno ukazuje na to da je flora cijanobakterija u Srbiji znatno bogatija u odnosu na trenutna saznanja, te i da ova oblast još uvek ima veliki potencijal da se razvija i iznedri značajne rezultate, bilo u oblasti primenjene ili fundamentalne nauke. Kako bi rezultati bili celovitiji i pouzdaniji, neophodno je da postoji razvijen sistem saradnje, kako između domaćih naučnih institucija koje se bave ovom tematikom, tako i sa institucijama koje su zadužene za nadzor kvaliteta životne sredine (Agencija za zaštitu životne sredine) i rizika po javno zdravlje (instituti za javno zdravlje, lokalni i regionalni zavodi za javno zdravlje), kao i institucijama zaduženim za upravljanje vodnim telima i ostalim zainteresovanim stranama.

5.1.1. Mogući razlozi promena florističkog sastava cijanobakterija

Treba imati u vidu da, iako je generalno zabeleženo ukupno povećanje broja vrsta, postoji mogućnost da je, takođe, došlo i do gubitka nekih taksona koji su ranije bili zabeleženi. U akvatičnim staništima promene florističkog sastava se neminovno dešavaju, a nekima od osnovnih uzročnika može se smatrati nekoliko pojava. Prva među njima jeste promena staništa, što se odnosi na to da su neka vodna tela značajno izmenjena. Dobar primer je Vlasinska tresava, koja je bila predmet florističke studije Nedeljka Košanina (1908; 1910) prema Cvijan i Blaženčić (1996), a čiji su podaci kasnije integrisani u Flori algi Srbije (Cvijan i Blaženčić 1996). Izgradnjom brane i formiranjem Vlasinskog jezera (Cvijan i Laušević 1997) promenjen je tip staništa, što je nesumnjivo imalo uticaja i na sastav različitih zajednica organizama. Neke cijanobakterije, zabeležene u vreme pre formiranja akumulacije (poput *Scytonema hofmannii*, *Tolypothrix tenuis*), su moguće iščezle, imajući u vidu da u kasnijim istraživanjima nisu detektovane. Organizmi specifični za različite tipove staništa razlikuju se i po ekološkim karakteristikama (Kaštovský i sar. 2010b), te je i očekivano da se pri promeni tipa vodnog tela zabeleže i promene u sastavu zajednica.

Osim fizičkih i hidroloških promena kod vodnog tela, može doći i do promena u samom hemijskom sastavu vode, što se pre svega odnosi na nutrijente. Tako, različite vrste cijanobakterija različito reaguju na promene koncentracije ukupnog fosfora, kao i na to koja forma azotnih jedinjenja je dominantna u vodi (Suthers i Rissik 2009). Kulturna eutrofikacija je pojava za koju se smatra da znatno favorizuje razvoj „cvetajućih“ cijanobakterija širom sveta (O'Neil i sar. 2012), što se jasno može uočiti i kroz rezultate ove doktorske disertacije. Na primer, broj nalaza rodova *Aphanizomenon*, *Dolichospermum*, *Microcystis* i *Planktothrix*, kao i broj nađenih vrsta koje im pripadaju, se povećao u našoj zemlji poslednjih godina. Predstavnici navedenih rodova se u mnogim studijama (kao što su: Paerl i Otten 2013; Chernova i sar. 2017; Scholz i sar. 2017; Shan i sar. 2019) smatraju najčešćim uzročnicima „cvetanja“. Pored njih, rod *Woronichinia* je zabeležena na samo jednom lokaitetu (reka Tisa; Guelmino (1973) prema Cvijan i Blaženčić (1996)) kao vrsta *W. naegelianiana*, a poslednjih godina se mnogo češće detektuje. Vrste *W. naegelianiana* i *W. compacta* su nađene na najvećem broju lokaliteta, kako tokom ovog istraživanja, tako i tokom pregleda novijih literaturnih podataka (npr. Čađo i sar. 2004; Karadžić i sar. 2005; Ržaničanin i sar. 2005; Ranković i sar. 2006; Karadžić 2011; Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017). Značajan je i nalaz roda *Nodularia*, koji se prvi put beleži od strane Jurišić i saradnika (1999) u Zapadnoj Moravi, a

kasnije i u Dunavu (Makovinská i sar. 2002) i reci Ponjavici (Karadžić 2011). Rodovi koji, takođe, nisu bili nalaženi u ranijim istraživanjima, poput *Cylindrospermopsis*, *Glaucoospira*, *Heteroleibleinia*, *Komvophoron* i drugi, se sve češće beleže.

Temperatura je faktor koji ima jak uticaj na fizičke, hemijske i biološke procese u jezerima (Paerl i Paul 2012; Visser i sar. 2016; Scholz i sar. 2017). Smatra se da deluje sinergistički sa povećanjem koncentracije nutrijenata, te da utiče na sam trofički status vodnog tela (Paerl i Otten 2013; Scholz i sar. 2017). Klimatske promene, koje dovode do porasta temperature na globalnom nivou, utiču i na sastav zajednica primarnih producenata tako što favorizuju proliferaciju cijanobakterija koje imaju sposobnost da izazovu „cvetanje“ vode (Paerl i Paul 2012; Visser i sar. 2016). Među vrstama sa najvećim brojem nalaza, ističu se upravo *Aphanizomenon flos-aquae* i *Microcystis aeruginosa*, koje su često nalažene i u ranijim naučnim istraživanjima (Cvijan i Blaženčić 1996), a sada je njihovo prisustvo zabeleženo u vodnim telima širom Srbije. Osim toga, pretpostavlja se da klimatske promene, zajedno sa kulturnom eutrofikacijom, dovode do sve učestalijeg širenja invazivnih vrsta (Scholz i sar. 2017), što se može uočiti i na osnovu najnovijih istraživanja (Jovanović i sar. 2015), a o čemu će kasnije biti više reči (poglavlje 5.2.2.).

Treba imati u vidu i da su danas tehnike mikroskopije u značajnoj meri napredovale, što je neosporno uticalo na povećanje broja pronalazanih vrsta (Karadžić 2011). Kada je reč o invertnoj mikroskopiji, danas se mogu koristiti automatizovani invertni mikroskopi sa uvećanjem 1000x i sa mogućnošću upotrebe faznog kontrasta, DIC kontrasta (Differential interference contrast), kao i kamera koje omogućavaju dokumentovanje digitalnih mikrografija i merenje posmatranog materijala tokom kvantitativne analize (Carl Zeiss 2006). Ovo je izuzetno značajno, prevashodno kod detekcije pikocijanobakterija, budući da se one malih dimenzija, a ne mogu se koncentrovati uz pomoć fitoplanktonske mrežice. Rezultati istraživanja pokazuju da su preko 40 identifikovanih taksona (više od 12%) pikocijanobakterije, te se može zaključiti da one predstavljaju značajnu komponentu flore cijanobakterija Srbije. U ranijim istraživanjima svega 16 taksona je zabeleženo, dok se u novijim literaturnim nalazima pominje 23 taksona pikocijanobakterija. Među njima su neki, poput *Synechococcus elongatus* (Karadžić i sar. 2005; Karadžić 2011), *Romeria leopoliensis* (Miljanović i sar. 2007), *Aphanocapsa conferta*, *Cyanobium plancticum*, *Cyanothece* sp., *Pannus planus* (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017), koji su, za našu zemlju, relativno skoro prvi put detektovani. U okviru ovih istraživanja, mikroskopskim analizama nađeno je ukupno 27 taksona koji se mogu svrstati u grupu pikocijanobakterija. Tom prilikom, *Aphanocapsa holsatica* i *Snowella lacustris* su nađene u najvećem broju vodnih tela (13 i 10, redom). Prvi put su zabeleženi taksoni *Anathece smithii*, *Eucapsis microscopica*, *Rhabdoderma vermiculare* i *Snowella atomus*, uključujući i prisustvo novog roda – *Cyanodictyon*. Najveći broj zabeleženih taksona pikocijanobakterija pripada rodu *Aphanocapsa* (12). Pomenuti rezultati ukazuju na to da su pikocijanobakterije, koje su nekada često zanemarivane, a poslednjih godina sve više nalažene (Stockner i sar. 2000), zapravo bitna komponenta u akvatičnim zajednicama u Srbiji. To znači da postoji veliki potencijal za opsežnija istraživanja, koja bi kroz upotrebu savremenijih tehnologija, mogla dovesti do novih saznanja vezano za njihov diverzitet i rasprostranjenje. Iako je ova grupa fotoautotrofnih mikroorganizama i dalje nedovoljno proučavana, ona ima važnu ulogu u primarnoj produkciji, a neretko i značajan udeo u biomasi fitoplanktona, kako oligotrofnih, tako i eutrofnih voda. Pored toga, očekuje se da će njihova uloga biti još relevantnija pod uticajem klimatskih promena (Šliwińska-Wilczewska i sar. 2018). Više o ekologiji ove grupe u poglavlju 5.3.1.

5.1.2. Nedoumice vezano za sumiranje taksonomskih podataka iz različitih izvora

Cijanobakterije su važna grupa organizama u primenjenim i ekološkim naukama (hidrobiologija, ekologija, biohemija, itd.), te je stoga važno usvojiti sve promene u njihovoj klasifikaciji (Komárek 2016b). Međutim, najveća nedoumica kod obrade ranijih literaturnih nalaza je kako rasporediti taksoni koji su prema novoj taksonomiji razdvojeni na dve ili više taksonomskih jedinica. Tako, je vrsta *Limnothrix planctonica* odvojena od vrste *Oscillatoria planctonica*, pri čemu vrsta *O. planctonica* i dalje postoji u klasifikacionom sistemu (Guiry i Guiry 2019). Iz tog razloga, nije moguće sa sigurnošću utvrditi na koji se tačno od ova dva taksona odnose stariji nalazi opisani u Cvijan i Blaženčić (1996), mada se prema opisu može pretpostaviti da je u pitanju *L. planctonica*. Kod vrsta koje su samo promenile naziv zbog reklasifikacije u novi rod, poput *Anagnostidinema amphibium* (Strunecký i sar. 2017) ili *Anathece clathrata* (Komárek i sar. 2011), nije bilo takvih dilema. Međutim, ono što je problematično jeste obrada taksona određenih samo do nivoa roda, ukoliko je pomenuti rod relativno nedavno raščlanjen na dva ili više rodova. Dobar primer je rod *Phormidium*, koji je sada podeljen na nekoliko rodova: *Phormidesmis* (Komárek i sar. 2009), *Oxyinema* (Chatchawan i sar. 2012), *Kamptonema* (Strunecký i sar. 2014), *Potamolinea* (Martins i sar. 2016), dok su neke vrste reklasifikovane kao predstavnici roda *Microcoleus* (Strunecký i sar. 2013). U okviru ove disertacije, takvi primeri su uneti u spisak nalaza onako kako su zabeleženi i u literaturi koja je korišćena (u ovom slučaju – *Phormidium* sp.), budući da nije bilo osnova (morfološki podaci, mikrofotografije, itd.) za raspoređivanje u neki od novoopisanih rodova.

Neophodno je napomenuti da postoje vrste sa istim ili sličnim imenom, opisane od strane različitih autora, a koje su po morfologiji očito različiti taksoni. Takav su primer *Phormidium boryanum* (Bory ex Gomont) Anagnostidis & Komárek (Guiry i Guiry 2019) i *Phormidium boryanum* Kützing sensu Stramach, koji je naveden u flori Cvijan i Blaženčić (1996). Opis vrste *Ph. boryanum* koji je predstavljen u identifikacionom ključu od strane Komárek i Anagnostidis (2005) se u velikoj meri razlikuje od opisa koji je dat u Cvijan i Blaženčić (1996), te se jasno može zaključiti da se radi o dve različite vrste. Dalje, kao reklasifikovani pripadnici roda *Dolichospermum* (Wacklin i sar. 2009), *D. circinale* i *D. sigmoideum* sada imaju jasno razdvojena imena. Međutim, u nekim literaturnim nalazima se navodi *Anabaena circinalis* (Kützing) Hansgirg ex Lemmermann 1907 kao sinonim *D. sigmoideum* (Komárek i Zapomělová 2007), dok je *Anabaena circinalis* Rabenhorst ex Bornet & Flahault 1886 poznata kao sinonim *D. circinale* (Guiry i Guiry 2019). Ovo ukazuje na to da je, pri korišćenju literaturnih podataka bilo jako važno obratiti pažnju na same autore vrsta, te da se nalazi kod kojih ne postoji navedeno ime autora (nezvanični izveštaji, preliminarne liste izveštaja) ne mogu pouzdano koristiti u naučne svrhe.

Kada je reč o određivanju vrsta iz uzoraka koji su analizirani tokom ove doktorske disertacije, postoji veći broj taksona koje je bilo teško odrediti samo na osnovu morfoloških karakteristika, te su mnoge određene samo do nivoa roda (oznaka „sp.“) ili su označene sa „cf.“. To je naročito bilo problematično kod pripadnika reda Nostocales, budući da vegetativni materijal koji ne sadrži akinete i/ili heterociste nije moguće adekvatno identifikovati do nižih taksonomskih kategorija (McGregor 2018). Čak i kad se utvrdi da je određena vrsta prisutna na nekom lokalitetu, njene morfološke karakteristike na našem podneblju mogu u određenoj meri odstupati od onih koje su predstavljene u identifikacionom ključu (Jovanović i sar. 2016). Idealan slučaj za taksonomsku klasifikaciju je određivanje morfoloških i ekoloških karakteristika cijanobakterijskih taksona u kombinaciji sa molekularnim analizama, što u praksi još uvek nije uobičajeno (Komárek 2016a). U Srbiji se za cijanobakterije retko mogu naći studije koje uključuju gensku identifikaciju, te je od izuzetnog značaja da se i ova oblast razvije, kako bi se dobila potpunija slika. Ipak, morfološka identifikacija daje uvid šta se potencijalno nalazi unutar neke zajednice i kakav je odnos između vrsta u nekom vodnom telu (Chorus i Bartram 1999). Detekcija najznačajnijih rodova i vrsta putem mikroskopije pruža osnovne informacije koje su neophodne za procenu rizika od potencijalno toksičnih cijanobakterija u nekom geografskom regionu, ali zahteva i visok stepen obučenosti kadra, praćen iskustvom u naučnom radu (Salmaso i sar. 2017). Ovo uključuje i znanje vezano za

samu ekologiju vrsta, obzirom da se morfološki slične vrste mogu javiti na različitim staništima, te da podaci o samom staništu mogu biti odlučujući pri identifikaciji taksona (Palinska i Surosz 2014).

Morfološke studije su stoga i dalje veoma važne, uključujući određivanje različitih vrsta u prirodnim populacijama, kao i ekološke i toksikološke studije (Komárek 2016a; McGregor 2018). Kao takvo, osnovna namera ovog istraživanja je da pomogne u sakupljanju podataka o rasprostranjenju i diverzitetu cijanobakterija širom naše zemlje, što predstavlja prvi metodološki korak ka, možda budućoj, sveobuhvatnoj polifaznoj taksonomskoj proceni cijanobakterijske flore Srbije.

5.1. 3. Cijanobakterije u fitoplanktonu

U mnogim zemljama prerada vode za piće iz jezera ili akumulacija je uobičajena praksa. Usled urbanizacije i progresivnog iscrpljivanja ili kontaminacije podzemnih voda, očekuje se povećanje pritiska na površinska slatkovodna vodna tela (Scholz i sar. 2017). Takav slučaj beleži se i u našoj zemlji, budući da je potreba za formiranjem novih akumulacija u porastu (Veljković i Jovičić 2006).

Agencija za zaštitu životne sredine (SEPA 2015) naglašava da fitoplankton, budući da brzo i relativno predvidljivo reaguje na promene u životnoj sredini (pogotovo pri antropogenom unosu nutrijenata), predstavlja nezaobilazan element procene kvaliteta vode akumulacija i jezera. Pri tom, smatra se da biomasa fitoplanktona reaguje brže na promenu nivoa nutrijenata u vodi u odnosu na sam sastav vrsta (SEPA 2015). To je jedan od razloga zašto se u novijim naučnim istraživanjima u Srbiji najčešće proučavaju planktonske cijanobakterije (oko 80%). U okviru ove doktorske disertacije, takođe, dominiraju vodna tela (80%) kod kojih su cijanobakterije analizirane u okviru zajednice fitoplanktona (~90% obrađenih uzoraka). Ovakav slučaj se beleži i u istraživanjima širom sveta, prevashodno zbog toga što su, u najvećem broju slučajeva, pelagijske cijanobakterije te koje izazivaju „cvetanje“ (O’Neil i sar. 2012). Poslednjih godina, sve je više zabeleženih slučajeva cijanobakterijskog cvetanja u okviru zajednice fitoplanktona širom Srbije. Dominacija i prekomerna brojnost nekih od pripadnika ove grupe zabeležena je, tokom određenih perioda, u velikom broju akumulacija i jezera (Grašić i sar. 2004; Simeunović i sar. 2005; Karadžić i sar. 2010; 2013; Đorđević i Simić 2014; Kostić i sar. 2014; 2016; Blagojević Ponjavić i sar. 2019), što je intenziviralo istraživanja.

Prethodna istraživanja su pokazala da su najčešće cijanobakterije koje formiraju „cvet“ u produktivnim jezerima umerene zone - *Dolichospermum (Anabaena)*, *Aphanizomenon* i *Microcystis* (Shan i sar. 2019). Ova istraživanja pokazuju da u vodama u Srbiji nema mnogo odstupanja od ove tvrdnje. Rod *Microcystis* se javlja u najvećem broju vodnih tela za koje postoje analize, ali ne izaziva cvetanje u svakom od njih. Od ukupno 10 zabeleženih vrsta ovog roda, *M. aeruginosa* predstavlja jedan od najčešće zabeleženih cijanobakterijskih taksona u slatkovodnim stajaćim ekosistemima u Srbiji (videti odeljak 4.1.1.52.). Ova cijanobakterija je detektovana u akumulacijama Bukulja, Čelije, Pariguz i Duboki Potok, Savskom i Palićkom jezeru. U rodu *Aphanizomenon* zabeleženo je svega 4 vrste, ali se *A. flos-aquae* izdvaja kao vrsta koja se nalazi u vodama širom Srbije (videti odeljak 4.1.1.5.). Iako u objavljenoj naučnoj literaturi ima nešto manji broj nalaza od *M. aeruginosa*, jasno se može uočiti da se ova vrsta javlja kao regularna komponenta zajednice fitoplanktona u vodama naše zemlje. Tokom izrade ove doktorske disertacije, pomenuta vrsta je zabeležena u Brestovačkom jezeru, akumulacijama Bukulja, Čelije, Zaovine i Zvornik, zatim Savskom jezeru, akumulacijama Pariguz i Bela Reka, Ludoškom i Palićkom jezeru, kao i u reci Dunav. Nekad svrstavani kao predstavnici roda *Anabaena*, oko 50 planktonskih vrsta je sada grupisano u okviru roda *Dolichospermum* (Komárek 2016). Od toga je u ovom istraživanju, detektovano ukupno 12, a tokom laboratorijskih analiza uzoraka svega 5 vrsta (videti odeljak 4.1.1.25.). Najveći broj nalaza ima vrsta *D. flos-aquae*, a u okviru mikroskopskih analiza ove studije nađena je u akumulacijama Potpeć i Radoinja, kao i u rekama Dunav i Tisa.

Shan i saradnici (2019) navode da se sezonska sukcesija može sumirati na sledeći način: azotofiksirajući *Aphanizomenon* se javlja ranije u proleće, nakon čega sledi dominacija nediazotrofnog *Microcystis*-a u toku samog vrhunca leta, a potom drugi predstavnik azotofiksatora, *Dolichospermum*, postepeno počinje da dominira u jesen i zimu. Prostorno, različite dominantne vrste mogu koegzistirati u istom vodnom telu, kao i u različitim delovima jezera i akumulacija. Pri tom, često je teško odrediti faktore koji uzrokuju dominaciju ili cvetanje određene grupe cijanobakterija, budući da je relativni uspeh svake vrste rezultat složenih i sinergističkih uticaja sredinskih faktora, a ne pojedinačnih varijabli (Shan i sar. 2019). Poslednjih godina, mnoga domaća istraživanja sprovedena su u cilju da se utvrdi uloga ekoloških faktora koji bi potencijalno mogli imati uticaj na razvoj i dominaciju planktonskih cijanobakterija različitih vodnih tela na teritoriji naše zemlje. Neka od takvih ekoloških istraživanja sprovedena su na akumulacijama Garaši i Bukulja (Karadžić i sar. 2010), reci Ponjavici (Karadžić 2011; Karadžić i sar. 2013), akumulaciji Grlište (Čirić i sar. 2015), Aleksandrovačkom jezeru (Đorđević i Simić 2014), Zasavici (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017), akumulaciji Šumarice (Simić i sar. 2017), akumulaciji Vrutci (Blagojević Ponjavić i sar. 2019), itd. U okviru ove disertacije rađena su ekološka istraživanja vezana za fitoplanktonsku zajednicu na tri vodna tela: Savkom jezeru (predstavljeno u poglavlju 5.3.1.), akumulaciji Pariguz/Resničkom jezeru (predstavljeno u poglavlju 5.3.2.) i reci Dunav (predstavljeno u poglavlju 5.3.4.).

5.1. 4. Bentosne zajednice cijanobakterija

U poređenju sa planktonskim vrstama, postoje značajne nepoznanice vezano za distribuciju, proizvodnju toksina i sastav potencijalno toksičnih cijanobakterijskih vrsta iz bentosnih zajednica (Quiblier i sar. 2013). U Srbiji je, izučavanje ove zajednice u velikoj meri zanemareno, a pregled i sastav fitobentosa se oslanja pretežno na izučavanje epilitskih silikatnih algi, na osnovu kojih se mogu izračunati IPS i CEE dijametri indeksi, a potom i izvršiti procena kvaliteta vode. Pomenuti indeksi su propisani nacionalnim pravilnikom (Sl. glasnik RS, 74/2011) u svrhu procene ekološkog statusa, te su često i jedini koji se koriste. Međutim, jako je važno posvetiti se i pitanju sastava zajednice cijanobakterija bentosnog biofilma, budući da i one mogu da predstavljati značajne producente cijanotoksina, što je utvrđeno na Novom Zelandu, u Ontariju (SAD) i nekoliko evropskih zemalja (Funari i sar. 2017).

Mali broj do sada objavljenih istraživanja se bavi zajednicama bentosnih cijanobakterija na teritoriji naše zemlje. Među njima se mogu izdvojiti istraživanja reke Ibar (Urošević i sar. 1995), Sitnice (Gecaj i Kurteshi 1996), Dunava (Simić i sar. 1997; Makovinská i sar. 2002), Vlasine (Nikitović 1998; Nikitović i Laušević 1999), Rasine (Ržaničanin 2004), Zapadne Morave, Kamenice i Čemernice (Jurišić 2003), potoka Stare planine (Simić 2002), kao i nekih stajaćih vodnih telm, poput akumulacije Bujanj (Ostojić i sar. 1995). U okviru ovog istraživanja, bentos je ispitivan na svega 10% prikupljenih uzoraka i tom prilikom je zabeleženo 44 vrste cijanobakterija. Ipak, među njima se mogu zapaziti i vrste koje su potencijalni producenti cijanotoksina, poput *Microcoleus autumnalis*, *Oscillatoria limosa*, *Oscillatoria tenuis*, *Phormidium corium*, kao i veći broj pripadnika roda *Leptolyngbya*. Interesantan je i nalaz heterocitne vrste *Tolypothrix distorta*, koja je prethodno prvi put detektovana na Staroj Planini (Simić 2002), a u okviru ovih istraživanja 2015. godine unutar bentosne zajednice dve reke na planini Tari (Baturski Rzav i reka Vrelo).

Quiblier i saradnici (2013) navode da se do nedavno malo znalo o oslobađanju cijanotoksina u vodeni stub od strane bentosnih cijanobakterija. Ipak, ove informacije su od vitalnog značaja za preduzimanje mera kada je reč o potencijalno toksičnim bentosnim vrstama, pogotovu ako one mogu ugroziti kvalitet vode koja se koristi za vodosnabdevanje. Jedan od razloga je taj što vodene struje mogu povući toksine sa dna vodnog tela u vodeni stub ili prenositi cijanotoksine ili ćelije koje ih sadrže na velike razdaljine (Watson i sar. 2015). Na žalost, iako su podaci o parametrima koji regulišu rast i sintezu toksina bentosnih cijanobakterija takođe retki (Quiblier i sar. 2013), u okviru ove doktorske disertacije nije posmatran uticaj sredinskih faktora na analizirane bentosne zajednice,

već isključivo njihov floristički sastav. Ipak, sam diverzitet koji je detektovan, ukazuje na to da ova zajednica predstavlja otvoreno polje za mnoga dalja ispitivanja. Dobar primer za to su istraživanja na tri male reke na području planine Tara (Batarski Rzav, Karaklijski Rzav i reka Vrelo), u kojima je detektovno ukupno 23 taksona cijanobakterija, iako je obrađeno svega 14 uzoraka. U skladu sa tim, Monteagudo i Moreno (2016) sugerišu da bi bentosne cijanobakterije mogle biti valjani indikatori antropogenih pritisaka, što znači da podaci o sastavu vrsta nisu korisni isključivo zbog identifikacije taksona koji bi mogli proizvoditi cijanotoksine, već mogu imati mnogo širu primenu.

Sa druge strane, treba imati u vidu da je identifikacija vrsta bentosnih cijanobakterija izuzetno teška (Monteagudo i Moreno 2016), pogotovo ako se bazira samo na morfološkim karakteristikama. Pored toga, ozbiljan problem u eksperimentalnim istraživanjima su imena sojeva koja su proizvoljno odabrana, a smatra se da je broj pogrešno identifikovanih sojeva u ovakvim kolekcijama iznenađujuće visok (Berrendero i sar. 2011). To je možda jedan od razloga zašto su florističke i ekološke studije vezano za bentosnu zajednicu cijanobakterija u vodama koje se dovode u vezu sa rekreacijom i vodosnabdevanjem u Srbiji izuzetno retke. Shodno tome, uočava se velika potreba za podsticanjem istraživanja koja se tiču filogenetskih analiza detektovanih taksona.

5.2. Analiza stanja vodnih tela za vodosnabdevanje i rekreaciju u Srbiji

Od ukupno 21 akumulacije čija je isključiva ili jedna od namena vodosnabdevanje stanovništva (Gavrilović i Dukić 2014), na 12 su rađena laboratorijska ispitivanja, dok su za preostale koje se pominju u ovoj disertaciji korišćeni isključivo literaturni podaci. Ostale, koje se koriste za potrebe vodoprivrede, navodnjavanje, odbranu od poplava i drugo, predstavljene su kao vodna tela koja ujedno predstavljaju i mesta rekreativnih i turističkih aktivnosti. Samim tim, teško je definisati šta bi se trebalo podrazumevati kao „vode za rekreaciju“, budući da se javne vode u tu svrhu koriste u širokom spektru, odnosno da se kupališta beleže često neposredno u blizini naselja, bilo kao organizovane, ili divlje plaže (Vodoprivredna osnova Republike Srbije 2001).

5.2.1. Rizik od cvetanja potencijalno toksičnih vrsta cijanobakterija

Taksonomska identifikacija cijanobakterija može poslužiti kao vid upozorenja o potencijalnom prisustvu cijanotoksina, koji su štetni po zdravlje ljudi. Ove informacije mogu odrediti izbor biotesta ili analitičke tehnike prikladne za određivanje nivoa određenog toksina (Chorus i Bartram 1999). Iz tog razloga je u okviru ove doktorske teze predstavljen floristički spisak taksona cijanobakterija, sa spiskom nalaza u vodama koje se mogu dovesti u vezu sa rekreativnim aktivnostima i vodosnabdevanjem stanovništva. Tom prilikom, sumirani su i nalazi za neke cijanobakterije koje imaju tendenciju da u povoljnim uslovima izazovu „cvetanje“, odnosno, za svako od ispitivanih vodnih tela se mogu izdvojiti vrste koje predstavljaju potencijalni rizik (poglavlje 4.1.1.). Ovo je prevashodno značajno zbog toga što se toksični cijanobakterijski „cvet“ može akumulirati u blizini vodozahvatnih cevovoda postrojenja za proizvodnju vode za piće i dovesti do kolapsa sistema za vodosnabdevanje stanovništva (Scholz i sar. 2017). Imajući u vidu pomenuto, za upravljače vodnih tela je izuzetno važno da imaju informacije o tome koji bi taksoni, zabeleženi u datom vodnom telu, mogli izazvati toksično „cvetanje“. U tu svrhu, pre opisa rasprostranjenja svakog taksona, navedeno je i da li je utvrđeno da neki od zabeleženih taksona iz gore pomenutog spiska proizvode cijanotoksine i koje (izvori: Dow i Swoboda 2007; Quiblier i sar. 2013; Rangel i sar. 2014; Bernard i sar. 2016; Cirés i Ballot 2016).

Kada je reč o nivoima rizika vezano za brojnost cijanobakterija, kod nas se za rekreativne vode uglavnom koriste smernice SZO, na osnovu kojih postoji tri nivoa rizika (Tabela 5.1). Pri tom,

nizak nivo rizika se odnosi na brojnost cijanobakterija ispod 20.000 ćelija/ml, dok se za visok nivo rizika smatra kada ona pređe 100.000 ćelija/ml. Sa druge strane, SZO je za vodu za piće dala smernice samo za koncentraciju mikrocinina (1 µg/l), te se za broj ćelija cijanobakterija uglavnom koriste smernice na osnovu legislativne koja se primenjuje u Republici Češkoj. Shodno tome, granica između niskog i srednjeg rizika se smanjuje na 2.000 ćelija/ml (Chorus 2012).

Tabela 5.1. Nivoi rizika vezano za brojnost cijanobakterija u vodi za piće i rekreaciju (izvor: Chorus 2012).

	Sirova voda – voda za piće*	Voda za rekreaciju**
Nizak nivo rizika	<2.000 ćel./ml	<20.000 ćel./ml
Srednji nivo rizika	2.000-100.000 ćel./ml	20.000-100.000 ćel./ml
Visok nivo rizika	>100.000 ćel./ml	>100.000 ćel./ml

*Na ovu legislativnu Republiku Češke.

**Na osnovu preporuka SZO (WHO 2003).

Broj izvještaja o štetnim cvetanjima cijanobakterija u vodama za piće i rekreaciju značajno se povećao na svetskom nivou u poslednjih nekoliko decenija (Watson i sar. 2017). Takav trend se može uočiti i u našoj zemlji (Grašić i sar. 2004; Karadžić i sar. 2010; 2013; Kostić i sar. 2014; 2016; Đorđević i Simić 2014; Tokodi 2016; Čađo i sar. 2017a; Svirčev i sar. 2017a). Prethodna istraživanja su pokazala da „cvetanje“ najčešće izaziva prekomeran razvoj predstavnika rodova *Anabaena/Dolichospermum*, *Aphanizomenon*, *Microcystis* i *Planktothrix* (Đorđević i Simić 2014). Kada je reč o akumulacijama koje se koriste u svrhu vodosnabdevanja u Republici Srbiji, Svirčev i saradnici (2017a) navode da je „cvetanje“ cijanobakterija zabeleženo u sledećim akumulacijama: Bovan, Bresnica, Garaši, Grlšte, Grošnica, Gruža, Krajkovac, Pridvorica, Čelije i Vrutci.

U akumulaciji Čelije, cvetanje je zabeleženo u više navrata u poslednje dve decenije - u leto 1998. godine (izazvano proliferacijom *Microcystis aeruginosa* i *Aphanizomenon flos-aquae*), zatim u letnjem periodu 2001. godine (*Aphanizomenon flos-aquae*), kao i 2003. godine u leto i jesen (*Microcystis aeruginosa*, *Aphanizomenon flos-aquae* i *Dolichospermum circinale*) (Grašić i sar., 2004; Čađo i sar. 2017a). Nakon toga je uspostavljen učestali nadzor nad ovom akumulacijom od strane nadležnih lokalnih institucija, praćen nadzorom IZJZS „Dr Milan Jovanovic Batut“, a tehnike prerade vode su u velikoj meri unapređene (Grandić-Aleksić i sar. 2015). Koristeći analize uzorka jezerske vode, rezultati ove doktorske teze ukazuju na to da u akumulaciji Čelije postoji visok diverzitet cijanobakterija, sa preko 40 zabeleženih taksona. Među pomenutim taksonima, njih 16 su označeni kao potencijalni producenti cijanotoksina, a dve vrste kao invazivne na području Evrope (*Cuspidothrix issatschenkoi* i *Sphaerospermopsis aphanizomenoides*), u skladu sa Kaštovský i saradnicima 2010a). Ono što je interesantno jeste da se poslednjih godina našeg istraživanja na ovom vodnom telu uočava i sve učestalije prisustvo predstavnika pikocijanobakterija, prevashodno iz roda *Aphanocapsa*. Imajući gore navedeno u vidu, rizik od pojave toksičnog „cvetanja“ još uvek postoji. Međutim, dobrim upravljanjem i primenom preventivnih mera u vidu redovnog praćenja brojnosti cijanobakterija, smanjenja unosa nutrijenata, kao i boljim tretmanom prerade vode (Merel i sar. 2013), u velikoj meri se smanjuje rizik po javno zdravlje, što je slučaj i sa pomenutom akumulacijom.

Drugi primer akumulacije za vodosnabdevanje nad kojom postoji redovan nadzor je akumulacija Prvonek, koja je jedna od novije izgrađenih. Redovno praćenje na ovom vodnom telu je uspostavljeno nakon što je Agencija za zaštitu životne sredine identifikovala prisustvo potencijalno toksične vrste *Dolichospermum planctonicum* u vodenom stubu. Iako sama brojnost (maksimalno 2.800 ćel./ml na dubini 6,5 m) nije bila zabrinjavajuća (Denić i sar. 2015a), akumulacija se redovno prati od strane IZJZS „Dr Milan Jovanovic Batut“ od 2014. godine. Rezultati pomenutih analiza ukazuju na to da je *D. planctonicum* uobičajena komponenta fitoplanktonske zajednice (zabeležena u 28 od ukupno 54 uzorka), ali do sada nisu zabeležene

brojnosti koje ukazuju na visok ili srednji rizik prema SZO (Chorus 2012). Takođe, analize su pokazale da se i u ovoj akumulaciji pikocijanobakterije javljaju kao regularno prisutne u vodenom stubu, uglavnom kroz predstavnike roda *Aphanocapsa*. Smatra se da je ova grupa fototrofnih organizama često brojna u jezerima sa čistom vodom, a uporedne studije su pokazale da oni mogu doprineti bitnom procentu primarne produkcije u oligotrofnim jezerima (Vincent 2009). Sa druge strane, mogu biti česte i u eutrofnim vodama (Šliwińska-Wilczewska i sar. 2018), što objašnjava njihovo prisustvo u vodnim telima sa izraženim stepenom eutrofikacije, poput akumulacije Čelije (Čađo i sar. 2017b). Svakako, ovoj grupi organizama treba posvetiti mnogo veću pažnju u istraživanjima u našoj zemlji, budući da se očekuje da će sa povećanjem efekta klimatskih promena oni imati sve veću ulogu u akvatičnim ekosistemima (Šliwińska-Wilczewska i sar. 2018). U akumulaciji Prvonek za sada nije zabeleženo prisustvo invazivnih vrsta, dok je broj toksičnih taksona nešto manji u odnosu na akumulaciju Čelije. Izuzev za vrstu *D. planctonicum*, postoji i relativno mali broj nalaza ostalih potencijalno toksičnih taksona.

Radi lakšeg praćenja i taksonomske identifikacije cijanobakterija na području Republike Srbije, u okviru poglavlja 4.1.1. dat je i opis za svaki od detektovanih rodova. Kako je naglašeno u smernicama SZO, postojeća saznanja vezano za regulaciju produkcije cijanotoksina ukazuju na to da je razlikovanje rodova veoma važno za procenu potencijalne toksičnosti, te da njihov sadržaj ekstremno varira na nivou genotipova ili sojeva, a ne na nivou vrsta (Chorus i Bartram 1999). Ovo je jedan od razloga zašto je identifikacija do taksonomskog nivoa roda (npr. *Microcystis*, *Planktothrix*, *Aphanizomenon*) često dovoljna pri rutinskim analizama (Chorus i Bartram 1999; WHO 2015). Posebno je poželjno dati samo ime roda u slučajevima kada je određivanje vrsta pomoću mikroskopije nesigurno, npr. usled nedovoljne stručnosti na lokalnom nivou ili nedostatka karakterističnih osobina posmatranih taksona (poput akineta, heterocisti) koje su neophodne za potpunu identifikaciju (Chorus i Bartram 1999). Kako naglašavaju Chorus i Bartram (1999), često pogrešno shvaćena „dobra praksa identifikacije“ koja zahteva određivanje do nivoa vrsta, dovela je do objavljivanja velikog broja pogrešnih identifikacija. Stoga, svrha prikazivanja opisa rodova, nađenih u vodama za rekreaciju i vodosnabdevanje u Srbiji, jeste da se postavi osnova za bolju identifikaciju i praćenje cijanobakterija na nivou lokalnih institucija. Time bi se mogao podstaći redovniji monitoring i brzo reagovanje u slučaju detekcije ubrzane proliferacije cijanobakterija. Kao rezultat toga, značajno bi se pomoglo upravljanje rizikom od posledica toksičnog cijanobakterijskog cvetanja (Humbert i Fastner 2017), što je jedan od značajnih komponenti sistemskog pristupa za pomenuti problem (Hudnell i sar. 2008).

5.2.2. Rizik od širenja invazivnih vrsta cijanobakterija

Zbog njihove sposobnosti da proizvode cijanotoksine i kompetitivno potisnu native vrste, invazivne i alohtone cijanobakterije se smatraju ozbiljnom pretnjom po akvatične ekosisteme i organizme u njima (Kokociński i sar. 2017; Kokociński i Soininen 2019). Međutim, iako su u novijim studijama invazivne vrste generalno sve češći predmet istraživanja, mikroskopski organizmi su i dalje nedovoljno proučeni (Kaštovský i sar. 2010a). Među cijanobakterijama, predstavnici reda Nostocales se najčešće smatraju za grupu sa najuspešnijim kompetitivnim strategijama za širenje na nova staništa (Sukenic i sar. 2012; Kokociński i Soininen 2019). To se može istaći i kada je reč o invazivnim vrstama cijanobakterija koje su zabeležene u istraživanim vodama u Srbiji (Tabela 5.2.). Od ukupno 8 zabeleženih vrsta, čak 7 pripada pomenutom redu.

Tabela 5.2. Spisak invazivnih vrsta nađenih u istraživanim vodama koje se koriste za vodosnabdevanje i/ili rekreaciju u Republici Srbiji (sumirano iz odeljka 4.1.1.).

Takson:	Stariji literaturni nalazi	Noviji literaturni nalazi	Ovo istraživanje
<i>Chryso sporum bergii</i>	n.d.	+	n.d.
<i>Cuspidothrix issatschenkoi</i>	n.d.	+	+
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	n.d.	+	+
<i>Dolichospermum lemmermannii</i>	+	n.d.	n.d.
<i>Nodularia spumigena</i>	n.d.	+	n.d.
<i>Planktothrix rubescens</i>	+	+	+
<i>Raphidiopsis mediterranea</i>	+	+	+
<i>Sphaerospermopsis aphanizomenoides</i>	n.d.	+	+

n.d. – nije detektovana.

Među detektovanim invazivnim vrstama, tri su bile poznate još iz starijih literaturnih nalaza (Cvijan i Blaženčić 1996), dok je preostalih pet zabeleženo tek u protekle dve decenije. Kada govorimo o ranije detektovanim vrstama, *Planktothrix rubescens* i *Raphidiopsis mediterranea* se i dalje redovno sreću u našim vodama (Urošević i sar. 1996; Randelović i Blaženčić 1997; Obušković 2002; Čađo i sar. 2003; 2005; 2005b; 2006a; Đurković i sar. 2004; 2005; 2005b; 2006; Karadžić i sar. 2005; 2013; Simeunović i sar. 2005; Kostić i sar. 2014; 2016; Predojević i sar. 2015a; Blagojević Ponjavici i sar. 2019), dok *Dolichospermum lemmermannii* nije detektovan prema novijoj literaturi.

Od novije zabeleženih alohtonih invazivnih vrsta, prevashodno se ističe *Cylindrospermopsis raciborskii*, koja je prvi put u istraživanom tipu voda nađena 2008. godine u reci Ponjavici (Karadžić 2011; Karadžić i sar. 2013). Interesantno je da Karadžić i saradnici (2013) nisu detektovali *C. raciborskii* nekoliko godina ranije, odnosno 2002. godine, kada je, takođe, analizirana zajednica fitoplanktona Ponjavice, a dominirale su vrste *Microcystis aeruginosa* i *Aphanizomenon flos-aquae*. Kao što je već prethodno napomenuto, ova vrsta se ujedno smatra jednim od najznačajnijih invazivnih taksona cijanobakterija (Kaštovský i sar. 2010a; Sukenik i sar. 2012). Ovo je u skladu i sa činjenicom da je, od kad je prvi put zabeležena, u veoma kratkom vremenskom periodu ova vrsta proširila svoj areal u Republici Srbiji na još 8 vodnih tela koja se mogu dovesti u vezu sa vodosnabdevanjem i/ili rekreativnim aktivnostima. Osim u reci Ponjavici, prisustvo *C. raciborskii* je detektovano u Aleksandrovačkom jezeru (Đorđević i Simić 2014; Simić i sar. 2014; Đorđević i sar. 2015; 2017); Zasavici (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017), Palićkom, Ludoškom i Krvavom jezeru (Jovanović i sar. 2015), ali i u akumulaciji Pariguz i rekama Dunav i Tisa, što su pokazala ova istraživanja. Nalazi ukazuju na to da će se širenje ove vrste u budućnosti nastaviti.

Drugi alohtoni takson, za koji se beleži ubrzano širenje areala na području naše zemlje, takođe je zabeležen u reci Ponjavici 2008. godine (Karadžić 2011; Karadžić i sar. 2013), a reč je o vrsti *Sphaerospermopsis aphanizomenoides*. Nakon toga, zabeležen je još u Zasavici, ali u malom broju (Predojević i sar. 2015a; Predojević 2017). Međutim, rezultati dobijeni analizom vode sa odabranih lokaliteta tokom ovih istraživanja su pokazali da se *S. aphanizomenoides* izuzetno brzo prilagođava i širi na području naše zemlje. Nađen je u Brestovačkom jezeru, akumulacijama Čelije, Pariguz i Bela Reka, kao i u Palićkom, Ludoškom i Krvavom jezeru. Pored toga, morfometrijsko istraživanje je pokazalo da ova vrsta u Srbiji ima nešto izraženiju fenotipsku plastičnost, odnosno da u određenoj meri odstupa od prethodno utvrđenih dimenzija za vegetativne ćelije i heterociste (Jovanović i sar. 2016), što može sugerisati na razvoj novih adaptivnih karakteristika. Takođe, tom prilikom je utvrđeno da se pojava *S. aphanizomenoides* u fitoplanktonu ispitivanog vodnog tela prevashodno vezuje za porast temperature, dok se pojava akineta vezuje za pad vrednosti ovog parametra na kraju letnje sezone. S tim u vezi, treba imati u vidu da se razvoj akineta, kao mirujućih

stadijuma u periodu nepovoljnih uslova, smatra ključnim elementom invazije planktonskih vrsta reda Nostocales (Koreivienė i Kasperovičienė 2011).

Za obe gore pomenute vrste, *C. raciborskii* i *S. aphanizomenoides*, se smatra da su poreklom iz tropskih krajeva, te da poslednjih godina ubrzano šire svoj areal rasprostranjenja u umerenoj klimatskoj zoni (Karadžić i sar. 2013; Kokociński i Soininen 2019). Shodno tome, zabeleženi su u mnogim evropskim zemljama, uključujući Mađarsku (Padisák 1997; Kaštovský i sar. 2010a), Slovačku (Hindák 2000), Veliku Britaniju (John i sar. 2002), Grčku (Vardaka i sar. 2005; Gkelis i sar. 2016), Poljsku (Stefaniak i Kokociński 2005; Kokociński i Soininen 2012; Budzyńska i Gołdyn 2017), Nemačku (Stüken i sar. 2006; Täuscher 2011), Francusku (Brient i sar. 2008) i Republiku Češku (Kaštovský i sar. 2010a; Zapomělová i sar. 2012). Neretko su i istovremeno beležene u zajednici fitoplanktona nekog vodnog tela (Stefaniak i Kokociński 2005; Zagajewski i sar. 2009; Bittencourt-Oliveira i sar. 2011; Karadžić i sar. 2013; Budzyńska i Gołdyn 2017), što može ukazivati na slične ekološke mehanizme širenja na nova područja. Svakako, poznato je da globalno zagrevanje omogućava uslove da mnoge slatkovodne tropske vrste cijanobakterija prošire svoje rasprostranjenje ka severu (Koreivienė i Kasperovičienė 2011), te i da sama temperatura ima veliki uticaj kada je reč o kompeticiji između nativnih i invazivnih taksona cijanobakterija (Mehnert i sar. 2010; Sukenik i sar. 2012; Savadova i sar. 2018). Smatra se da je to jedan od značajnih faktora koji utiče na resuspendovanje mirujućih ćelija ili klijanje akineta cijanobakterija iz sedimenta i podizanje u vodeni stub u proleće i leto, potom na njihovu proliferaciju i, na kraju, ponovno vraćanje u bentosnu fazu životnog ciklusa krajem vegetacione sezone (Visser 2016). Tako, analizirajući fitoplankton akumulacije Rusałka (Poljska), Budzyńska i Gołdyn (2017) su utvrdili prisustvo potpuno razvijenih individua *C. raciborskii* u blizini samog dna rezervoara u aprilu 2007. godine, da bi ih kasnije u junu (pri temperaturi 22–23 °C) detektovali u epilimnionu. Shodno tome, i druge studije su pokazale da je inicijalni rast *C. raciborskii* povezan sa porastom temperature (Sinha i sar. 2012).

Sa druge strane, eksperimentalna studija Savadova i saradnika (2018), sprovedena na četiri jezera u Litvaniji, ukazuje na to da postoji sličnost kada je reč o opsegu optimalne temperature (20–30 °C) za autohtone vrste *Planktothrix agardhii* i *Aphanizomenon gracile*, sa jedne strane, i alohtonu vrstu *S. aphanizomenoides*. U skladu sa tim, istraživanje Budzyńska i saradnika (2019), sprovedeno na čak 49 jezera umerene zone, ukazuje na to da je i eutrofikacija jedan od primarnih faktora koji omogućava *S. aphanizomenoides* da se širi ka višim geografskim širinama. Ovo se podudara i sa nalazima Karadžić (2011), budući da je vodno telo u kojem je ova vrsta, zajedno sa *C. raciborskii*, prvi put zabeležena u Srbiji bilo izrazito eutrofno. Takođe, obe vrste su pretežno identifikovane u vodama sa relativno visokim koncentracijama nutrijenata, poput akumulacije Pariguz (poglavlje 5.3.2.) ili Paličkog jezera (Jovanović i sar. 2015). Ipak, kada je reč o *C. raciborskii*, Sinha i saradnici (2012) navode da je to oportunistička vrsta, koja se može naći u širokom spektru uslova kada je reč o koncentraciji nutrijenata, te je neophodan oprez kada je reč o daljem širenju ove vrste u našoj zemlji, čak i za vodna tela nižeg trofičkog stupnja. Đorđević i saradnici (2015) su potvrdili da soj *C. raciborskii*, koji je detektovan u Aleksandrovačkm jezeru u velikoj brojnosti, produkuje cilindropermopsin. Moguće širenje ovog soja u akumulacije za vodosnabdevanje, moglo bi dovesti do velikih problema upravljačima odgovornim za održavanje kvaliteta vode.

Osim dve gore pomenute vrste, relativno veliki broj nalaza je zabeležen i za *Cuspidothrix issatschenkoi*. Ova vrsta zabeležena je u planktonu reke Dunav u nekoliko navrata (Nemeth i sar. 2002; Čađo i sar. 2005a; 2006b), potom u rekama Krivaja (Đurković i sar. 2004) i Sava (Čađo i sar. 2006a), kao i akumulacijama Međuvršje (Đurković i sar. 2005a) i Šumarice (Simić i sar. 2017). U ovim istraživanjima, detektovana je u akumulaciji Ćelije i reci Tisi. Za akumulaciju Ćelije je zabeležen nalaz ove vrste i od strane Čađo i saradnika (2017a), pri analizi sprovedenoj 2014. godine. Interesantna je činjenica da se smatra halofitnom vrstom, poreklom iz Kaspijskog jezera i Azovskog mora (maksimalne dubine 14 m), gde postoji nizak salinitet (Wilk-Woźniak i sar. 2016).

Međutim, Zapomělová i saradnici (2012) karakterišu ovu vrstu samo kao alohtonu, ali ne i kao invazivnu. Molekularna ispitivanja su pokazala da postoji najmanje tri ekotipa *C. issatschenkoi*, ali i da je genotipski diverzitet veliki, što može predstavljati ključnu komponentu uspeha za širenje areala i razvijanje adaptacija u različitim uslovima životne sredine (Wilk-Woźniak i sar. 2016).

Druga alohtona vrsta za koju se smatra da preferira vode povećanog saliniteta je *Chrysosporum bergii* (Korneva 2014), koja je u Srbiji identifikovana samo u Aleksandrovačkom jezeru (Simić i sar. 2014; Đorđević i Simić 2014) i akumulaciji Šumarice (Simić i sar. 2017). Ova vrsta je prvobitno zabeležena u Aralskom jezeru (Zapomělová i sar. 2012), zatim Kaspijskom jezeru, u Berezanskom jezeru (Liman) na severozapadnoj obali Crnog mora, u jezerima i rekama u oblastima Nikolaev i Odesa, u centralnoj Aziji i delti Dunava (Korneva 2014). Laboratorijskim analizama na odabranim lokalitetima u okviru ovog istraživanja nije detektovan ni jedan primerak ovog taksona. Smatra se da se ova vrsta invazivno širi u Evropi putem južnog kopnenog migratornog koridora ptica duž tokova reka Dunava i Rajne, poput invazije makroinvertebrata Ponto-Kaspijske regije (Koreivienė i Kasperovičienė 2011). Međutim, za razliku od *S. aphanizomenoides*, istraživanje Savadova i saadnika. (2018) ukazuje da je vrsta *C. bergii* osetljivija na niske temperature, te da joj uglavnom pogoduje opseg temperature 26–30 °C. Ovo je možda razlog zašto je *C. bergii* manje zastupljen u Srbiji od *S. aphanizomenoides*, koji verovatno ima dobro razvijene adaptivne strategije za kompeticiju sa nativnim vrstama (Savadova i sar. 2018). Međutim, globalni porast temperature bi mogao da bude pokretač da *C. bergii*, koji je već detektovan u našoj zemlji, proširi svoj areal.

Vrsta *Nodularia spumigena*, koja je poznata po tome što često formira „cvet“ u Crnom i Baltičkom moru (Kokociński i sar. 2017; Carlsson i Rita 2019), u našim vodama je zabeležena u rekama Zapadna Morava (Jurišić i sar. 1999) i Ponjavica (Karadžić 2011). Laboratorijskim analizama u okviru ove doktorske teze nije utvrđeno prisustvo *N. spumigena* u odabranim vodnim telima. Budući da je ova vrsta karakteristična za brakične/zaslanjene vode (Kokociński i sar. 2017), ovo je bilo očekivano, obzirom da su sva analizirana vodna tela bila slatkovodna. Njeno prisustvo u dve gore pomenute reke može biti rezultat uliva ili spiranja voda koje imaju povećan alkalinitet, poput nalaza iz slatkovodnih jezera Hazar i Iznik (Turska), u kojima je takođe bila zabeležena (Kokociński i sar. 2017).

Iz prethodno navedenog, može se zaključiti da se u poslednje dve decenije broj zabeleženih invazivnih vrsta u istraživanim vodama u Srbiji povećao za čak 5 novih taksona. Osim toga, broj nalaza za neke od njih, poput *C. raciborskii*, *C. issatschenkoi* i *S. aphanizomenoides*, neprestano raste. Međutim, Kling (2009) sugerše da povećana učestalost njihove pojave nije nužno posledica nedavne „invazije“, već da može biti rezultat poboljšanog monitoringa kvaliteta vode, kao i prilagodljivosti same vrste. Na primer, iako su tipična staništa za *C. issatschenkoi* vode u Ponto-Kaspijskom regionu, nedavna ispitivanja sedimenata iz jezera Okaro otkrila su da je pomenuti takson već bio prisutan na Novom Zelandu i pre 120 godina (Wilk-Woźniak i sar. 2016). U skladu sa tim, Kokociński i saradnici (2017) navode da nepostojanje redovnog monitoringa u prošlosti bitno otežava pravljenje razlike između nesporno alohtonih i autohtonih vrsta koje su bile previđene ili prisutne u jako malom broju (tj. kriptogene vrste). Ipak, ne može se poreći da postoji ekspanzija određenih cijanobakterija na veći geografski areal u odnosu na onaj koji je prethodnim istraživanjima bio utvrđen (Kokociński i sar. 2017).

5.3. Analiza uticaja sredinskih faktora na razvoj cijanobakterija unutar zajednice fitoplanktona

Osim same distribucije vrsta, još uvek su nejasni mehanizmi dejstva sredinskih faktora koji utiču na dinamiku i razvoj različitih cijanobakterijskih vrsta (Zapomělová i sar. 2012). Za brojne slatkovodne vrste cijanobakterija trenutno nema dovoljno dostupnih informacija. Ukoliko postoje, one se pretežno baziraju na istraživanju u laboratorijskim uslovima, a manje u životnoj sredini (Scholz i sar. 2017). Zbog toga su u okviru ove doktorske disertacije sprovedena istraživanja vezano za odnos sredinskih faktora za zajednicom fitoplanktona, a prevashodno kako bi se sagledao njihov uticaj na cijanobakterije u prirodnim ekosistemima na nedeljnom (Savsko jezero), mesečnom (Akumulacija Pariguz - Resničko jezero) i godišnjem (sezonskom) nivou (reka Dunav). Budući da mnoge vrste cijanobakterija, koje su potencijalno toksične, ujedno imaju i tendenciju cvetanja, poznavanje ekoloških karakteristika je neophodno kako bi se sprovedo adekvatno praćenje i upravljanje vodnim resursima u cilju kontrole rizika (Humbert i Fastner 2017). Sva tri vodna tela, koja su u tu svrhu analizirana, koriste se u rekreativne svrhe, ali se značajno razlikuju po svojim karakteristikama. Samim tim, zajednice fitoplanktona koje se beleže u njima su svaka za sebe specifične.

5.3.1. Nedeljna dinamika cijanobakterija u Savskom jezeru tokom letnjeg perioda

Urbana jezera se razlikuju od prirodnih kada je reč o njihovom upravljanju i upotrebi. Ona su često mala i plitka, sa okolnim područjem koje je pretežno nepropusno kada je reč o slivanju vode, što ima veliki uticaj na samo vodno telo. Usled toga, mnogo je veći efekat antropogenih poremećaja (disturbanci) ovakvih voda (Fontanarrosa i sar. 2019). Tokom kupališne sezone 2014. godine, zajednica fitoplanktona u Savskom jezeru bila je izložena čestim varijacijama više sredinskih faktora, najverovatnije kao posledica meteoroloških uslova. Godina ovog istraživanja je karakteristična po učestalim kišama (RHMZ 2014), koje su (u aprilu, maju i septembru) dovele do teških bujičnih poplava u Srbiji (Petrović 2015). Između ostalog, usled pomenute situacije, skraćena je i kupališna sezona na plaži Ada Ciganlija.

Generalno, danas je široko rasprostranjeno mišljenje da će se u budućnosti učestalost i intenzitet ekstremnih vremenskih prilika, poput poplava, povećati kao posledica klimatskih promena (Bogatov i Fedorovskiy 2016). Zbog toga je značajno znati kako će se živi svet menjati u skladu sa potencijalnim promenama, uključujući i cijanobakterije koje se javljaju u zajednici fitoplanktona. Shodno tome, smatra se da rast cijanobakterija može biti favorizovan intenzivnim ulivom nutrijenata koji nastaje kao posledica pomenutih vremenskih ekstrema (Scholz i sar. 2017).

Kada je reč o kvalitetu vode na plaži Ada Ciganliji, to je do sada jedina plaža u Srbiji kojoj je dodeljena Plava zastavica od strane Fondacije za edukaciju u oblasti životne sredine (<https://feeserbia.com/>), a prethodni podaci o trofičkom statusu Savskog jezera ukazivali su na to da ono ima mezotrofne karakteristike (Martinović-Vitanović i sar. 2010). Ovo je pretežno u skladu sa našim rezultatima hemijskih analiza. Prema Pravilniku (Službeni glasnik RS, br. 74/11), analize uglavnom ukazuju i na odličan ili dobar ekološki status (I-II klasa), sa izuzetkom sedme nedelje istraživanja (kraj avgusta), kada su ortofosfati, ukupan fosfor i BPK₅ imali nešto veće vrednosti. Pri tom, treba imati u vidu i da makrofite mogu da smanje dostupnost hranljivih materija za fitoplankton u slučaju prekomernog uliva rastvorenog azota i fosfora (Devi i sar. 2016). Stoga, u slučaju Savskog jezera, one bi mogle imati značajan uticaj na potrošnju rastvorenih nutrijenata, budući da je prilikom svakog uzorkovanja primećeno da je submerzna makrofitska vegetacija bila dobro razvijena u ovom vodnom telu (Jovanović i sar. 2017). Inače, samo povećanje fosfata (u S7) podudara se sa maksimalom zabeleženom jačinom vetra, koji je moguće uzrokovao mešanje i podizanje ortofosfata iz sedimenta. U skladu sa tim, Bresciani i saradnici (2013) i Yang i saradnici

(2016b) sugerišu da jaki vetrovi u plitkim jezerima mogu dovesti do resuspenzije fosfora iz sedimenta u vodeni stub. Takođe, zabeležena pojava ukazuje da Savsko jezero moglo imati karakter polimiktičnog vodnog tela.

Tokom perioda istraživanja, zajednica fitoplanktona u Savskom jezeru se postepeno menjala kada je reč o dominaciji različitih grupa. Tačnije, one su se sukcesivno smenjivale, počevši od Bacillariophyta i flagelatnih formi (Cryptophyta, Dinophyta), potom Cyanobacteria, da bi na kraju perioda istraživanja preovlađivale alge iz razdela Chlorophyta. Reynolds (1980), koji je definisao opšti model godišnje sukcesije dominantnih grupa fitoplanktona, u svom istraživanju ističe najčešću smenu kod eutrofnih (silikatne alge → Volvocales → Nostocales → dinoflagelate/*Microcystis*) i mezotrofnih (silikatne alge → Chrysophyte–Sphaerocystis → dinoflagelate) jezera. Same sezonske varijacije fitoplanktona povezane su sa kombinovanim efektom većeg broja sredinskih faktora (Ren i sar. 2014), koji se odnose na tri grupe parametara – fizički, hemijski i biološki. Shodno tome, sukcesivne promene koje se tiču razvoja fitoplanktona se često menjaju usled meteoroloških kolebanja i disturbanci (Yang i sar. 2016a). Istraživanja koja su se bavila uticajem fizičkih varijabli na zajednicu fitoplanktona počela su još početkom 1970-ih. Ipak, fitoekolozi su posvetili više pažnje promenama nastalim kao posledica varijacije nutrijenata, dok su fizički faktori u znatno manjoj meri posmatrani (Zohary i sar. 2010).

U okviru ovog istraživanja, dominacija Chlorophyta se beleži tek nakon perioda dominacije *M. aeruginosa*. Takva reverzija u poređenju sa opštim obrazcem, datim od strane Reynolds-a (1980), mogla bi biti posledica činjenice da se kokoidne cijanobakterije smatraju boljim kompetitorima u odnosu na vrste krupnijih dimenzija ćelija pri nižim koncentracijama rastvorenog fosfora (Suthers i Rissik 2009). Takođe, navedeno može predstavljati objašnjenje zašto je *A. holsatica* (Synechococcales) imala veliku brojnost u julu (iako, mali udeo u biomasi). S obzirom da je kod pikocijanobakterija odnos površina/zapremina veći, to im omogućava da efikasnije apsorbuju nutrijente koji su limitirani (Wood i sar. 2017). Osim toga, statistička analiza zabeleženih taksona u Savskom jezeru u odnosu na sredinske varijable ukazuje da predstavnici roda *Aphanocapsa* (*A. holsatica* i *A. conferta*) pozitivno korelišu sa providnošću vode, a *A. holsatica* i sa provodljivošću. S druge strane, relativno visok procenat silikatnih algi u julu i avgustu su najverovatnije omogućile turbulencije vodenog stuba uzrokovane ekstremnim vremenskim prilikama, što je u skladu i sa nekim novijim eksperimentima sprovedenim od strane Dell'Aquila i saradnika (2017). Statistička analiza u okviru ove studije jasno ukazuje na to da ova grupa pozitivno koreliše sa jačinom vetra, ali i padavinama.

Kada je reč o cijanobakterijama, u Savskom jezeru je, tokom leta 2014. godine, identifikovano ukupno 30 taksona, koji se mogu svrstati u 20 rodova. Njihova brojnost je pretežno ukazivala na nizak nivo rizika u skladu sa preporukama Svetske Zdravstvene Organizacije (WHO 2003; Chorus 2012), sa izuzetkom u drugoj nedelji ispitivanja na 6 m dubine. Tom prilikom je koncentracija ćelija pikocijanobakterija roda *Aphanocapsa* doprinela da ukupna brojnost cijanobakterija pređe 20.000 ćel./ml (sa ukupno 34.452 ćel./ml), odnosno u srednji rizik prema preporukama SZO. Međutim, koncentracija Chl *a* izmerena na pomenutoj tački uzorkovanja, ukazivala je na malu biomasu i nizak stepen rizika po zdravlje. Pripadnici reda Chroococcales su dominirali u ukupnoj biomasi, što se posebno odnosi na *M. aeruginosa*, koji je imao najveći doprinos kada je reč o biomasi cijanobakterija. Gobler i saradnici (2016) navode da predstavnici roda *Microcystis* poseduju fiziološke adaptacije koje im omogućavaju da dominiraju u površinskim vodama sa niskim koncentracijama rastvorenog fosfora u jezerima umerene zone. Ovo je u skladu i sa prethodno pomenutim, odnosno sa činjenicom da pri niskim koncentracijama rastvorenog fosfora, kokoidne cijanobakterije predstavljaju bolje kompetitore u odnosu na druge cijanobakterijske grupe i eukariotske alge (Suthers i Rissik 2009). Sa druge strane, ukoliko bi se javio manjak azota, obično bi se kao uspešniji kompetitori izdvojile heterocitne cijanobakterije (Elliott 2012; Watson i sar. 2015). U slučaju naše studije, udeo predstavnika reda Nostocales (heterocitne forme) se povećava tek pred kraj perioda istraživanja.

Pored hranljivih supstanci, temperatura vode i stratifikacija se ističu kao veoma važni faktori za razvoj cijanobakterija (Wood i sar. 2017). U tom smislu, učestalost i intenzitet vetra i padavina mogu igrati značajnu ulogu za njihov rast. Iako nema puno istraživanja koje se bave uticajem padavina na njihov razvoj (Wood i sar. 2017), meteorološki faktori se smatraju važnim kada je reč o formiranju cijanobakterijskog „cveta“ (Yang i sar. 2016b). Kada govorimo o tome, generalno, postoje dva moguća ishoda. Istraživanje Yang i saradnika (2016b), sprovedeno na plitkom jezeru Taihu, ukazalo je na to da su ekstremne padavine uzrokovale povećanje koncentracije nutrijenata i time dovele do produženog perioda „cvetanja“ cijanobakterija. Sa druge strane, u svom istraživanju, Wood i saradnici (2017) sugerišu da destratifikacija, povećana mutnoća i razblaženje uzrokovano ovakvim meteorološkim pojavama mogu dovesti do smanjenja biomase cijanobakterija, pa čak i potpunog kolapsa „cveta“. Ovo poslednje je u skladu sa našim istraživanjima, budući da se formiranje „cveta“ nije desilo, uprkos činjenici da je *M. aeruginosa* bila dominantna vrsta u avgustu. Međutim, iste godine su Simić i saradnici (2017) istraživali uticaj sredinskih parametara na mesečnu dinamiku i „cvetanje“ cijanobakterija u okviru fitoplanktona akumulacije Šumarice, pri čemu su rezultati ove studije više bili u skladu sa onima koje su dobili Yang i saradnici (2016b). To ukazuje na činjenicu da nije moguće generalizovati potencijalni scenario nakon ekstremnih vremenskih prilika, čak i za naizgled slična vodna tela poput Savskog jezera i akumulacije Šumarice (mala, plitka, rekreativna vodna tela).

Pored toga, značajan preduslov za formiranje cijanobakterijskog „cveta“ je slab intenzitet vetra (Yang i sar. 2016b), jer je stabilan vodeni stub preduslov da lebdeće cijanobakterije regulišu svoj položaj (Beaver i sar. 2013). Smatra se da su periodi blagog povremenog mešanja vode pogodniji u odnosu na konstantno miran period, tokom kog *Microcystis* može uzeti nutrijente rastvorene nakon mešanja, a potom iskoristiti povećanje stalnosti vodenog stuba tako što će lebdeći u blizini površinskog sloja vode (Paerl i Fulton 2006; Visser i sar. 2016). Rezultati ukazuju da je intenzitet vetra moguće igrao važnu ulogu u oblikovanju zajednice fitoplanktona, te i da je čak onemogućio masovan razvoj različitih grupa cijanobakterija koje bi mogle predstavljati pretnju po javno zdravlje. Zbog toga, ovaj parametar ne treba zanemariti kada govorimo o efektu vremenskih prilika na akvatičnu zajednicu. Generalno, analize ukazuju na to da je poznavanje uticaja meteoroloških faktora na razvoj cijanobakterija svakako veoma važno za bolju procenu rizika.

5.3.2. Mesečna dinamika cijanobakterija akumulacije Pariguz

Prema izveštaju „Kvalitet životne sredine u Beogradu za 2016. godinu“ (Petrušić 2017), vršena je procena kvaliteta vode u akumulaciji Pariguz u periodu od jula do avgusta. Tom prilikom, ispitana su 3 uzorka vode, pri čemu su svi rezultati analize odstupali od II klase kvaliteta (Petrušić 2017). Interesantno je da maksimalne zabeležene vrednosti nekih fizičko-hemijskih parametara (pH, NH_4^+ , BPK_5) ukazuju čak i na IV-V klasu ekološkog statusa prema Pravilniku (Službeni glasnik RS, br. 74/11), prevashodno u zimsko-prolećnom periodu. Nasuprot tome, najniže vrednosti ovih parametara su uglavnom bile upravo u letnjem periodu. Sa druge strane, treba naglasiti da su ortofosfati i ukupan fosfor bili najviši u novembu, odnosno na samom kraju istraživanja na akumulaciji Pariguz, a uglavnom su bili u okvirima II do III klase ekološkog statusa. Osim fizičko-hemijskih parametara, biološki parametri (Chl *a*, abundanca fitoplanktona, udeo cijanobakterija) su takođe ulazili u okvire IV-V klase ekološkog statusa prema Pravilniku (Službeni glasnik RS, br. 74/11), sa maksimalnim vrednostima takođe, u periodu kasna zima-proleće.

Dominacija cijanobakterija i visoke vrednosti gore pomenutih parametara ukazuju na visok stepen eutrofikacije. Tokom čitavog perioda istraživanja, cijanobakterije su bile dominantne po broju ćelija. Pri tom, gotovo u svim mesecima ispitivanja pripadnici reda Synechococcales su imali najveću brojnost, sa izuzetkom meseca avgusta, kada su preovladali predstavnici reda Oscillatoriales. Kada govorimo o vodi za rekreaciju i riziku po javno zdravlje prema preporukama SZO (WHO 2003; Chorus 2012), sama abundanca cijanobakterija je ukazivala na srednji (samo u julu) do visok nivo rizika, dok je koncentracija Chl *a* permanentno ukazivala na visok rizik. Veći

udeo u biomasi u junu i julu su imale Cryptophyta i Dinophyta, a Cryptophyta još i u oktobru, da bi na samom kraju perioda istraživanja ponovo bile dominantne cijanobakterije. Kozak i saradnici (2019) navode da se u malim vodnim telima cijanobakterije dovode u vezu sa povećanjem pH, NO_3^- i NH_4^+ . Sa druge strane, autori navode da, dok eukariotske alge preferiraju nitrate, cijanobakterije korelišu i sa amonijum jonom i organskim azotom (Kozak i sar. 2019). U okviru ovog istraživanja, RDA analiza sa izdvojenim značajnim faktorima pokazala je da je pH vrednost prevashodno pozitivno korelisala sa Bacillariophyta i Dinophyta. Sa druge strane, vrednosti ukupnog azota, zajedno sa BPK_5 i O_2 , pozitivno su korelisale sa cijanobakterijskim redovima Oscillatoriales i Synechococcales, kao i sa Chrysophyta i Euglenophyta. Kada je reč o ortofosfatima, oni pak pozitivno korelišu sa velikim brojem grupa koje sačinjavaju zajednicu fitoplanktona akumulacije Pariguz: Chlorophyta, Cryptophyta, Chrysophyta, Chroococcales, Oscillatoriales i Nostocales. Iako se cijanobakterije uglavnom vezuju za visoke koncentracije fosfora (Conley i sar. 2009; Elliott 2012; Scholz i sar. 2017), neki autori ističu da one mogu dominirati kako pri niskim, tako i pri visokim koncentracijama ovog nutrijenta (Kozak i sar. 2019). Rezultati studije Kozak i saradnika (2019), sprovedene na malim vodnim telima, pokazali su tendenciju favorizovanja razvoja cijanobakterija upravo pri niskim koncentracijama fosfora, a autori sugerišu da je to posledica njihove adaptivne sposobnosti da akumuliraju fosfor u svojim ćelijama. Rezultati naše studije su takođe u skladu sa prethodno pomenutim istraživanjem, budući da je koncentracija otrofosfata u akumulaciji Pariguz imala pretežno niže vrednosti, koje su u nekim slučajevima bile čak i ispod nivoa detekcije.

Ono što je privuklo najviše pažnje jeste „cvetanje“ vrste *Limnothrix redekei* u kasnu zimu i proleće, zajedno sa vrstom *Planktothrix agardhii* kao subdominantnom. Prisustvo ova dva taksona unutar iste zajednice je već zabeleženo u nekim studijama (Karadžić i Subakov Simić 2002; Kokociński i sar. 2010; Dondajewska i sar. 2018). RDA analiza je pokazala da oba taksona pozitivno korelišu sa ukupnim organskim ugljenikom i mutnoćom vode, čije su najviše vrednosti zabeležene upravo u aprilu kada je i „cvetanje“ bilo najintenzivnije. Karadžić i saradnici (2010) navode da je *P. agardhii* veoma dobro adaptiran na uslove slabe osvetljenosti vodenog stuba, sa čim se slažu i istraživanja Kokociński i saradnika (2010). Stoga se ova vrsta često sreće u malim eutrofnim vodnim telima (Karadžić i sar. 2010). Kada je reč o *L. redekei*, neke studije su pokazale da ova vrsta može da opstane čak i u mraku, ukoliko im je dostupan izvor ugljenika ili ako je u asocijaciji sa heterotrofnim bakterijama (Rose i sar. 2018).

Osim gore pomenutog, *L. redekei* je bio i u pozitivnoj korelaciji sa koncentracijom nitratnog jona. Intenzivna proliferacija ove vrste u zimskom periodu je u Srbiji prvi put zabeležena u reci Ponjavici decembra 2001. godine, za koju je karakterističan visok sadržaj nutrijenata, odnosno izražen stepen eutrofikacije (Karadžić i Subakov Simić 2002). Osim toga, Moustaka-Gouni i saradnici (2007) navode da je u fitoplanktonu jezera Kastoria (Grčka) 1998/1999. godine *L. redekei* takođe imala najveći udeo u biomasi upravo tokom zimskih meseci. Stoga nije neobično da se ova vrsta javi u hladnijem periodu godine, budući da je dobro prilagođena na niske temperature i slab intenzitet svetlosti (Moustaka-Gouni i sar. 2007). Međutim, ono što je važno naglasiti vezano za ovu vrstu jeste da ona ima sposobnost da preživi, pa čak i da se intenzivno razvija, u strukturama namenjenim za vodu napravljenim od strane čoveka, poput sistema za vodosnabdevanje (Rose i sar. 2018). Shodno tome, Rose i saradnici (2018) naglašavaju da je izuzetno važno da se *L. redekei* identifikuje i prati u regionalnim vodama, pre svega onim koje se koriste kao izvor vode za piće, kako bi se smanjili potencijalni rizici od dalje kontaminacije. Statistička analiza rezultata ove studije ukazuje na to da bi smanjenje nitrata moglo da uspori proliferaciju *L. redekei*. Međutim, treba imati u vidu da je u aprilu, kada se beleži pik brojnosti ove vrste, zabeležena i najveća koncentracija amonijum jona u akumulaciji Pariguz, što se poklapa sa rezultatima istraživanja Kozak i saradnika (2019). Naime, analiza uticaja sredinskih faktora na pojedinačne taksone cijanobakterija u malim vodnim telima, pokazalaje da ovaj takson, kao i vrsta *P. agardhii*, izuzetno pozitivno korelišu sa koncentracijom amina u vodi (Kozak i sar. 2019). Ovo dalje sugerise da *L.*

redekei, pri nedostatku nitrata, efikasno može koristiti i redukovane oblike azotnih jedinjenja. Štaviše, Newell i saradnici (2019) navode da povećanje redukovanih oblika azotnih jedinjenja u odnosu na oksidovane generalno dovodi do povećanja rizika od „cvetanja“ potencijalno toksičnih cijanobakterija.

U Ponjavici je *L. redekei* zabeležena i u kasnijim godinama (odnosno 2002 i 2005. godine) kao jedna od najčešćih vrsta, zajedno sa *Aphanizomenon flos-aquae* i *Microcystis aeruginosa*. Međutim, već 2008. godine se menja kompletna dinamika zajednice, te u zimsko-prolećnim mesecima dominiraju zelene i silikatne alge, zajedno sa *Jaaginema* sp. U letnjem periodu iste godine, u reci Ponjavici se na tri lokaliteta javlja *Cylindrospermopsis raciborskii* kao dominantna vrsta, a na četvrtom – *Anagnostidinema amphibium* (Karadžić i sar. 2013). To se može, u određenoj meri, dovesti u vezu sa pojavom vrsta u akumulaciji Pariguz. Odnosno, nakon drastičnog pada brojnosti *L. redekei* i *P. agardhii* krajem proleća, razvija se zajednica u kojoj u avgustu dominira *Anagnostidinema amphibium*. Pored nje, u zajednici fitoplanktona se detektuje prisustvo i *Cylindrospermopsis raciborskii* sve do samog kraja istraživanog perioda. Maksimalna biomasa ove invazivne vrste zabeležena je na prvom lokalitetu, takođe u avgustu, kada su merene i najniže koncentracije nitrata i ukupnog azota. Karadžić i saradnici (2013) takođe uočavaju negativnu korelaciju kada je reč o koncentraciji nitrata, dok su BPK₅ i mutnoća vode pozitivno korelisale sa razvojem ove vrste. Ipak, treba naglasiti da, kada je reč o prosečnoj biomasi *C. raciborskii* za oba lokaliteta u akumulaciji Pariguz, ona ukazuje da je najveća koncentracija ovog taksona bila u oktobru.

Relativno sličan sastav vrsta beleže i Kozak i saradnici (2019) u malim vodnim telima, gde dominiraju vrste filamentozne forme poput: *Planktothrix agardhii*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *A. gracile*, *Limnothrix redekei* i *Anagnostidinema amphibium*. Što govori o tome da mala plitka vodna tela sa izraženim stepenom eutrofikacije predstavljaju pogodne rezervoare za razvoj, ali i potencijalno širenje, upravo pomenutih taksona. Stoga, izuzetno su pogodna za ekološka istraživanja vezano za samu ekologiju „cvetajućih“ cijanobakterija. Ono što je takođe važno, jeste i praćenje alohtonih vrsta kako bi se proširila saznanja vezano za proces njihovog invazivnog širenja (Budzyńska i Gołdyn 2017). Osim *C. raciborskii*, u akumulaciji su od invazivnih taksona detektovani i *Raphidiopsis mediterranea* i *Sphaerospermopsis aphanizomenoides*, mada u znatno manjem broju.

Budući da je u planu da akumulacija Pariguz/Resničko jezero uđe u proces restauracije (Milić i sar. 2016), dobijeni rezultati predstavljaju solidnu osnovu za dalja istraživanja koja se odnose na uticaj različitih sredinskih faktora na razvoj određenih cijanobakterijskih taksona. Ovo se pre svega odnosi na *L. redekei* koja potencijalno može biti problematična ukoliko dospe u sisteme za vodosnabdevanje. Zbog toga, poznavanje ekoloških karakteristika ove vrste pruža dragocene informacije koje se mogu upotrebiti za razvoj i implementaciju strategija kako bi se izbegla potencijalna kontaminacija vodovoda u budućnosti (Rose i sar. 2018). Ovo istraživanje sugerise da su mutnoća vode i azotna jedinjenja (kako oksidovani oblici, tako i redukovani) faktori koji favorizuju proliferaciju *L. redekei*. Kako Fontanarrosa i saradnici (2019) navode za urbana vodna tela, ključ za uspešnu restauraciju jeste da se smanji mutnoća vode. Stoga, ukoliko nakon restauracije dođe do pada brojnosti ove vrste, novom statističkom analizom sredinskih faktora mogli bi se reevaluirati dobijeni rezultati, što bi dalo doprinos znanju o ekologiji *L. redekei*.

5.3.3. Produkcija mikrocistina u akumulaciji Pariguz

Kako ispred SZO navode Chorus i Bartram (1999), identifikacija i kvantifikacija cijanobakterija u okviru vodnih resursa predstavlja primarnu komponentu za praćenje cijanotoksina i može omogućiti efikasan sistem ranog upozorenja kada je reč o pojavi „cvetanja“ potencijalno toksičnih taksona. Podaci o koncentracijama ukupnog fosfora, nitrata i amonijaka su dragoceni za

procenu potencijala za razvoj cijanobakterija (Chorus i Bartram 1999). Ipak, mehanizmi koji regulišu oslobađanje toksina od strane cijanobakterija su još uvek nedovoljno proučeni uprkos riziku koji cijanotoksini predstavljaju po kvalitet vode i zdravlje ljudi širom sveta (Walls i sar. 2018). Beaver i saradnici (2018) ističu da je verovatnoća pojave potencijalno toksičnih taksona u jezerima i akumulacijama predvidiva i da zavisi od kvalitativnih karakteristika vode i biogeografske osnove. Stoga, u okviru studije na akumulaciji Pariguz, merene su i koncentracije mikrocistina (MC-LR, MC-RR i MC-YR), kako bi se ustanovio njihov odnos, kako sa sredinskim varijablama, tako i sa taksonima.

U akumulaciji Pariguz, u toku zimskih i prolećnih meseci mikrocistini su bili ispod nivoa detekcije. Međutim, u julu je zabeležen nagli skok, prevashodno MC-LR, nakon čega ponovo dolazi do postepenog pada koncentracije sve do kraja perioda istraživanja. Na osnovu istraživanja sprovedenog na vrsti *Planktothrix agardhii*, Walls i saradnici (2018) su utvrdili da je oslobađanje cijanotoksina najizraženije pri temperaturama vode ≥ 20 °C. U okviru ove studije, pik koncentracije mikrocistina u julu se upravo poklapa sa maksimalno zabeleženom temperaturom vode, koja je iznosila 26 °C.

Prema RDA, ukupnih mikrocistini i MC-LR korišćeni kao suplementarne varijable pozitivno korelišu sa T i pH, dok sa TOC, TN, ortofosfatima i TP imaju negativnu korelaciju. Sa druge strane, laboratorijska ispitivanja ukazuju na to da povećanje koncentracije azota igra važnu ulogu u favorizovanju toksičnih sojeva u odnosu na netoksične kod *Microcystis* sp, što nije dokazano i u prirodnim populacijama. Pored toga, određene studije pokazale su da visok nivo fosfora u vodi kod nekih cijanobakterija može dati veći sadržaj mikrocistina po ćeliji (Davis i sar. 2009). Ipak, ako se posmatraju manjinske komponente mikrocistina (MC-RR i MC-YR) u akumulaciji, uočava se da postoji pozitivna korelacija sa ortofosfatima i ukupnim fosforom, a dovode se i u pozitivnu vezu sa prisustvom predstavnika reda Nostocales.

Ipak, kako navode Beaver i saradnici (2018), treba imati u vidu da je produkcija mikrocistina kao odgovor na sredinske faktore najverovatnije specifična za svaki pojedinačni takson. S tim u vezi, kada se fokusiramo na pojedinačne vrste cijanobakterija u akumulaciji Pariguz, najbolja pozitivna korelacija sa svim grupama mikrocistina i ukupnim mikrocistinima se jasno uočava kod vrste *Anagnostidinema amphibium*. Osim ovog taksona, sa mikrocistinima pozitivno korelišu i biomasa *Jaaginema subtilissimum*, dok je *Limnothrix redekei* u negativnoj korelaciji. Budući da je *Planktothrix agardhii* poznat kao producent mikrocistina (Bernard i sar. 2016), te i da ih čak može proizvoditi u većim koncentracijama po biomasi ćelije nego sam *Microcystis* (Karadžić i sar. 2010), očekivalo se da će analize pokazati da je on pozitivno korelisan sa ovim toksinima u ispitivanoj akumulaciji. Međutim, RDA analiza ukazuje na to da ne postoji jasna korelacija između koncentracije MC i biomase pomenutog taksona. Čak i kada se uzme u obzir da ćelijska liza može rezultovati oslobađanjem unutarćelijskih toksina u slobodnu vodu (Zhou i sar. 2016), nagli pad biomase *P. agardhii* zabeležen je u maju, dok se značajno povećanje MC beleži tek u julu mesecu. Sa druge strane, za *A. amphibium* je do sada ustanovljeno samo da može da proizvodi saksitoksine (Bernard i sar. 2016), dok za produkciju drugih toksina ne postoje nikakvi podaci. Takođe, nema nalaza koji jasno ukazuju da *Jaaginema subtilissimum* proizvodi neke od poznatih cijanotoksina, pa ni mikrocistine. Što se tiče vrste *Limnothrix redekei*, za nju je ustanovljeno da proizvodi toksične komponente, ali se još uvek traga za njihovom hemijskom strukturom (Daniels i sar. 2014; Rose i sar. 2018). Stoga, ne može se sa sigurnošću tvrditi koja od pomenutih vrsta bi mogla biti osnovni producent mikrocistina. Međutim, ovakvi nalazi otvaraju pitanje da li su vrste za koje se do sada smatralo da ne proizvode ove komponente, poput *A. amphibium* i *J. subtilissimum*, takođe mogu dodati na listu potencijalnih producenata mikrocistina. Dalja istraživanja su neophodna kako bi se ovo moglo detaljnije ispitati.

5.3.4. Vremenska dinamika potamoplanktona reke Dunav

Fitoplankton se kod tekućih voda ispituje samo ako u njima postoje uslovi za adekvatan razvoj ove zajednice, odnosno, ukoliko brzina rečnog toka ne prelazi 1 m/s (SEPA 2015). Većina velikih svetskih reka četvrtog reda (ili višeg) često sadrži dobro definisan fitoplankton, koga nazivamo potamoplankton (Dokulil 2014). Dugoročne studije o dinamici fitoplanktona rađene su u mnogim lentičnim sistemima, ali retko u lotičnim (Wu i sar. 2010; Hardenbicker 2014; Abonyi i sar. 2018). Međutim, velike reke su pod značajnim pritiskom usled izraženog antropogenog uticaja, dok globalno zagrevanje dodatno utiče na fitoplankton reka u dugoročnim razmerama (Abonyi i sar. 2018).

Uzorci za kvantitativnu analizu u reci Dunav kod Zemuna (Beograd) su uzimani sezonski u periodu od 4 godine (2013-2016. godine), kako bi se pratile promene u zajednici fitoplanktona kroz višegodišnji period. Dugoročni trendovi vezano za sastav fitoplanktona retko su posmatrani u evropskim rekama (Abonyi i sar. 2018). Kada je reč o reci Dunav, ona je jedna od najbolje ispitanih reka u Evropi, za šta su zaslužne kako pojedinačne studije (Schagerl i sar. 2009; Hufnagel i sar. 2010; Sipkay i sar. 2010; Dokulil i Donabaum 2014; Dokuli 2014; Abonyi i sar. 2018), tako i projekti poput „The Danube restoration project“ (Hein i sar. 1999) i „Joint Danube Survey“ (Liška i sar. 2008; 2015). Osim toga, i u našoj zemlji je u poslednje dve decenije ovo jedno od relativno često ispitivanih vodnih tela (Simić i sar. 1997; Nemeth i sar. 2002; Makovinská i sar. 2002; Miljanović i sar. 2003; Đurković i Čađo 2004a; Čađo i sar. 2005a; 2006b). Pored toga, veliki broj studija koji se odnose na starije literaturne nalaze bavile su se ovom rekam (Cvijan i Blaženčić 1996). Ipak, one uglavnom predstavljaju analizu kratkoročnih studija, a obzirom na heterogenu životnu sredinu koju pružaju reke, fitoplankton može pokazati snažne vremenske varijacije u kratkoročnim razmerama, poput nepravilnih fluktuacija, sezonskih varijacija i oscilacija. Zbog toga su analize dugoročnih osmatranja neophodne da bi se otkrili značajniji trendovi (Hardenbicker 2014).

U poređenju sa 1960-im godinama, reka Dunav je bila pogođena izraženom eutrofikacijom 1980-ih, što je u velikoj meri uticalo na sastav zajednice fitoplanktona. Kasnije, povećanjem efikasnosti prečišćavanja otpadnih voda u slivu Dunava, stanje vezano za nivo nutrijenata značajno je poboljšano. Smanjenje priliva fosfora rezultiralo je značajnim padom brojnosti algi i njihove biomase, dok je trofički status pomećen prema oligotrofnom (Abonyi i sar. 2018). Prema podacima Agencije za zaštitu životne sredine (Denić i sar. 2014; 2015b; 2017a; 2017b), vrednosti ukupnog fosfora u Dunavu tokom istraživanog perioda kretale su se pretežno u okvirima koji ukazuju na dobar ekološki status prema Pravilniku (Službeni glasnik RS, br. 74/11). To se takođe odnosi i na pH vrednost, kiseonik i BPK₅. Međutim, budući da je tačka uzorkovanja bila smeštena nešto bliže industrijskoj zoni u odnosu na stanicu Agencije za zaštitu životne sredine, može se uočiti da su ova tri parametra izlazila iz okvira dobrog ekološkog statusa. Tako, pH vrednost je 2013. i 2014. godine imala vrednosti pretežno ispod 7, dok se u naredne dve godine ovaj trend menja u vrednosti koje ukazuju na blago alkalnu sredinu. Ovo je verovatno imalo uticaja i na zajednicu fitoplanktona, budući da RDA analiza izdvaja pH kao jedan od značajnih parametara. Osim toga, statističkom analizom faktora koji su u korelaciji sa sastavom autotrofne zajednice u Dunavu izdvaja se i stepen zasićenja kiseonikom. U tom smislu, primarna produkcija fitoplanktona kod velikih reka predstavlja osnovni unutrašnji izvor organske materije za organizme na višim trofičkim nivoima. Stoga, fitoplankton se ističe kao centralni element mreža ishrane velikih rečnih ekosistema, što utiče i na nivo kiseonika u njima (Hardenbicker 2014).

Interesovanje za autotrofne procese u rekama, odnosno za potamoplankton, nedavno je poraslo zbog Evropske okvirne direktive o vodama, nakon čega su razvijene tehnike za procenu potamoplanktona (Dokulil 2014). Budući da je vreme zadržavanja vode u rečnim ekosistemima

kratko, očekuje se da u ovoj zajednici uglavnom preovladavaju tipični jednoćelijski planktonski organizmi koji imaju visoku stopu reprodukcije (Hardenbicker 2014). Kada je reč o zajednici potamoplanktona u Dunavu kod Beograda, najveći udeo u biomasi pretežno čini razdeo Bacillariophyta. Shodno tome, očekivano je da u potamoplanktonu uglavnom dominiraju centrične silikatne alge, kao i predstavnici reda Chlorococcales, ne samo u vegetacionom periodu, već i zimi (Borics i sar. 2014). Sa druge strane, kada se posmatra broj ćelija tokom ove studije, Cyanobacteria predstavljaju izuzetno značajnu, a često i dominantnu, komponentu u zajednici. U okviru ovog razdela, predstavnici redova Synechococcales i Oscillatoriales se smenjuju po dominantnosti (u odnosu na broj ćelija i biomasu) unutar cijanobakterijske komponente potamoplanktona. Tom prilikom, jasno se uočava povećanje udela Synechococcales u 2015. godini, kada je zajednica potamoplanktona Dunava kod Beograda bila najproduktivnija. Međutim, Cha i saradnici (2017) navode da, iako je porasla svest o štetnosti „cvetanja“ cijanobakterija u rekama (prevashodno onih sa regulisanim tokom), faktori koji su najodgovorniji za njihovu proliferaciju su još uvek nedovoljno proučeni.

Kako smatraju neki naučnici, koncentracije nutrijenata su uglavnom visoke u rekama koje su pod uticajem urbanizacije i poljoprivrednih aktivnosti, i shodno tome oni retko predstavljaju ograničavajuće faktore za rast potamoplanktona (Dokulil 2014; Hardenbicker 2014). Među drugim antropogenim faktorima koji potencijalno utiču na promene u ovoj zajednici su efluenti tretmana otpadnih voda i emisija toplote poreklom od rashladnih voda (Hardenbicker 2014). Kada govorimo o letnjem periodu godine, sa ovim se slažu i rezultati istraživanja Cha i saradnika (2017), koji pokazuju da se za brojnost cijanobakterija u potamoplanktonu kao značajni faktori izdvajaju temperatura i vreme zadržavanja vode, a ne nivo nutrijenata. Svakako, temperatura vode ima nesumnjivo izraženi uticaj na fotosintetsku aktivnost algi potamoplanktona (Várbíró i sar. 2018), te se ona i u okviru ove studije izdvaja kao jedan od značajnih faktora u odnosu na pojedinačne vrste cijanobakterija u ispitivanoj zajednici. Međutim, kada se fokusiramo na ukupnu zajednicu i više taksonomske grupe u korelaciji sa sredinskim faktorima, rezultati ove studije pokazuju da u ovom rečnom sistemu nutrijenti (nitrati i ortofosfati) ipak imaju značajnu ulogu u oblikovanju potamoplanktona. Istraživanja Wu i saradnika (2010), kao i Schagerl i saradnika (2009), pretežno se slažu sa ovim rezultatima. Odnosno, osim fizičkih parametara (npr. hidrološki uslovi), autori ističu da su nutrijenti (poput TP i ukupnog rastvorenog azota) bili podjednako važni za kontrolu varijacija u strukturi rečne fitoplanktonske zajednice.

Abonyi i saradnici (2018) navode da je oligotrofizacija vode u Dunavu, odnosno smanjenje koncentracije nutrijenata, dovela i do promena u sastavu vrsta i funkcionalnog diverziteta. Tako, vremenom je opadala relativna abundanca jednoćelijskih centričnih silikatnih algi karakterističnih za eutrofne vode, a povećavala se brojnost gotovo svih drugih oblika (flagelatni, izduženi i filamentozni taksoni), uključujući i disperziju limnofilnih formi (npr. *Aphanocapsa*). Kako navode autori pomenute studije, dominacija eutrofnih planktonskih taksona se smanjila, dok se u međuvremenu značajno povećala relativna zastupljenost bentosnih oblika, prevashodno silikatnih algi. Ono što se zaista može zapaziti u potamoplanktonu reke Dunav jeste da se čak nekoliko filamentoznih obraštajnih formi (poput *Komvophoron minutum*, *Leptolyngbya* spp., *Pseudanabaena catenata*) izdvajaju kao značajni taksoni u zajednici. Međutim, treba naglasiti da oni ne pripadaju tipičnim filamentoznim cijanobakterijama reda Oscillatoriales, već se trenutno svrstavaju u red Synechococcales. Među predstavnicima reda Oscillatoriales, izdvaja se vrsta *Oscillatoria tenuis*, koja pozitivno koreliše sa provodljivošću i nitratima. Wu i saradnici (2010) su u svom istraživanju izdvojili *Oscillatoria* sp. kao potencijalnog indikatora za povećane ukupne suspendovane čestice. Sa druge strane, tipični planktonski taksoni, koje je CCA analiza izdvojila – *Aphanocapsa incerta* i *Limnococcus limneticus*, pozitivno korelišu sa NH_4^+ jonom, dok je *Planktolyngbya limnetica* u pozitivnoj korelaciji sa nitratima. Ovo može ukazivati na to da zaista smanjenjem koncentracije nutrijenata (u ovom slučaju – rastvorenih oblika azota) može doći do opadanja planktonskih formi u potamoplanktonu, kako tvrde Abonyi i saradnici (2018).

Osim vrsta koje su prikazane na CCA, bitno je istaći pojavu nekih potencijalno toksičnih i „cvetajućih“ taksona u Dunavu, kao što su *Limnothrix* (*L. planctonica* i *L. redekei*), *Aphanisomenon flos-aquae* i *Planktothrix agardhii*, kao i invazivne vrste *Cylindrospermopsis raciborskii*. Istražujući zajednicu fitoplanktona Kopačkog Rita (Hrvatska), koji predstavlja poplavno područje Dunava, Mihaljević i Stević (2011) ističu da su filamentozne neazotofiksirajuće cijanobakterije adaptirane na mešanje i nizak intenzitet svetlosti (*Planktothrix* i *Limnothrix*) najuspešnije u ovakvim uslovima, kao i invazivna heterocitna vrsta *Cylindrospermopsis raciborskii*. Nihovo masivno razviće beleži se u Kopačkom Ritu, koji se nalazi uzvodno od Beograda. Sama ekologija ovih taksona je već diskutovana u prethodnim pod-poglavljima.

Svakako, treba uzeti u obzir da su za dinamiku fitoplanktona u rekama izuzetno značajne i hidrološke varijable, odnosno turbulencije i vreme zadržavanja vode (Schagerl i sar. 2009; Wu i sar. 2010; Hardenbicker 2014), koje nisu bile uključene u ovim istraživanjima. Osim toga, bitno je naglasiti da nije rađen ni uticaj zooplanktona na razvoj cijanobakterija i sam kvalitet vode, a koji bi mogao da ima značajnog uticaja. Štaviše, smatra se da čak može imati potencijal za bolje upravljanje vodnim telima (Schagerl i sar. 2009). Zbog toga je neophodno organizovati opsežnije studije, koje bi uključile čitavu planktonsku zajednicu u dugoročnu analizu dinamike i razvoja cijanobakterija.

5.3.5. Uporedna analiza tri studije (Savsko jezero, akumulacija Pariguz i reka Dunav)

Predviđanje dinamike slatkovodnog fitoplanktona se smatra jednim od važnih pitanja u oblasti ekologije i upravljanja akvatičnim ekosistemima. Uspešno predviđanje multivarijantnih procesa, bilo da se radi o kratkoročnim ili dugoročnim intervalima praćenja, može se omogućiti razumevanjem pokretačkih mehanizama koji leže u osnovi između fitoplanktona i životne sredine (Wu i sar. 2014). U tu svrhu, u okviru ove disertacije rađene su tri nezavisna istraživanja, sa različitim dinamikom uzorkovanja – na nedeljnom (Savsko jezero), mesečnom (akumulacija Pariguz) i sezonskom/godišnjem (reka Dunav) nivou. Svi lokaliteti na kojim je vršeno ispitivanje tokom ove tri studije nalaze se na području grada Beograda, te je uticaj urbane sredine na kvalitet merenih sredinskih varijabli evidentan.

Kako Fontanarrosa i saradnici (2019) navode, veliki broj vodnih tela u urbanim područjima je podvrgnut eutrofikaciji, čime se smanjuje kapacitet njihovih ekosistemskih usluga kojim bi se moglo odgovoriti na društvene potrebe. Shodno tome, poslednjih decenija su uloženi veliki naponi u različite projekte restauracije vodnih ekosistema. Međutim, dok je cilj restauracije da se rekonstituiše degradirani sistem u što prirodniji, ono što se generalno naziva „restauracija jezera“ zapravo je rehabilitacija jezera i sastoji se od obnove određenih funkcija ekosistema. U ovom potonjem smislu, cilj je usredsređen na poboljšanje kvaliteta vode, što uključuje smanjenje koncentracije nutrijenata, zatim biomase planktonskih algi, kao i povećanje providnosti vode (Fontanarrosa i sar. 2019). Tri vodna tela, odabrana da se na njima vrše ispitivanja sredinskih parametara, razlikuju se kada je reč o pritisku, stepenu eutrofikacije i načinu upravljanja. S tim u vezi, ona uključuju plitko urbano jezero, koje je pod stalnim nadzorom i kontrolom zbog visokog stepena rekreativnih aktivnosti (www.adaciganlija.rs, za Savsko jezero); međunarodnu reku u kojoj je zabeležen trend smanjenja stepena eutrofikacije zbog boljeg sistema prečišćavanja vode uzvodno od Srbije (Abonyi i sar. 2018, za Dunav); kao i plitku urbanu akumulaciju u kojoj je tokom istraživanja zabeležen visok stepen eutrofikacije, a koja bi uskoro trebalo da bude podvrgnuta restauracionim radovima (Milić i sar. 2016, za akumulaciju Pariguz).

Neki autori navode da postoji određena sličnost kada je reč o dinamici fitoplanktona nizijskih reka i plitkih jezera (Borics i sar. 2014). Ipak, kada se posmatraju cijanobakterije u planktonu proučavanih vodnih tela, može se uočiti da se ona u velikoj meri razlikuju. Dok se u mezotrofnoj sredini Savskog jezera najbolje razvijaju kokalne cijanobakterije, prevashodno *Microcystis* (Chroococcales), u eutrofnoj akumulaciji Pariguz dominiraju homocitni filamentozni

taksoni, među kojima su najuspešnji *Limnothrix* (Synechococcales), *Planktothrix* (Oscillatoriales) i *Anagnostidinema* (Oscillatoriales). Kada se posmatra reka Dunav, tu se pak, ističu kako obraštajne forme (poput *Leptolyngbya*, *Oscillatoria*, *Phormidium*), tako i neki tipični planktonski predstavnici (*Aphanocapsa*, *Planktolyngbya*, *Limnothrix*). Ipak, kada se posmatra sam sastav vrsta, može se reći da postoji određeni stepen sličnosti između cijanobakterija u fitoplanktonu reke Dunav i akumulacije Pariguz. Tu se pre svega ističu taksoni *Limnothrix redekei*, *Planktothrix agardhii*, *Jaaginema subtilissimum*, kao i invazivne *Cylindrospermopsis raciborskii*. Pomenute vrste su pretežno tolerantne na visok stepen mutnoće unutar vodenog stuba (Karadžić i sar. 2010; 2013; Mihaljević i Stević 2011; Rose i sar. 2018), te ovo možda može biti faktor koji ukazuje na sličnost između ove dve zajednice. To može biti važno kada je reč o samom upravljanju vodnim telima, budući da ovi taksoni imaju tendenciju da krenu u intenzivnu proliferaciju, odnosno da „cvetaju“. Sve ovo u skladu je sa tvrdnjama Fontanarrosa i saradnika (2019) da je za uspešnu restauraciju vodnih tela neophodno povećati providnost vode, čime bi se smanjio i rizik od „cvetanja“ određenih potencijalno toksičnih cijanobakterija.

Budući da mnoge vrste potencijalno toksičnih cijanobakterija imaju tendenciju da „cvetaju“, znanje o specifičnim osobinama za koje se sumnja da favorizuju njihovu dominaciju u eutrofnim vodenim telima i njihovo ekološko ponašanje potrebno je za adekvatno praćenje i upravljanje u kontekstu procene rizika (Humbert i Fastner 2017). Osim toga, promene kojima je naša klima podložna, poput globalnog zagrevanja, može dovesti do sve češće pojave invazivnih vrsta cijanobakterija u umerenim klimatskim oblastima. Takođe, migracijom ptica i uvozom dobara iz tropskih zemalja mogu se doneti mirujuće ćelije cijanobakterija (akineti), koje mogu da proključaju ako se nađu u odgovarajućim uslovima sredine (Vasconcelos 2006). U toku ove studije, jasno se uočava povećanje broja invazivnih vrsta u Srbiji u poslednje dve decenije, a kao najuspešnija među njima izdvaja se *Cylindrospermopsis raciborskii*. Zbog toga je razumevanje faktora koji su pokretači razvoja potencijalno problematičnih vrsta ključno za ublažavanje (mitigaciju) problema vezano za njihovu povećanu brojnost (Dalu i Wasserman 2018). Stoga je neophodno koristiti određena vodna tela koja bi bila pogodna za hidroekološka istraživanja.

Nesumnjivo postoji rastuća potreba za efikasnim i brzim programima reagovanja kako bi se smanjio rizik od izlaganja ljudi štetnom „cvetanju“, iako njihova nepredvidljivost, promenljiva dinamika i složenost čine ovo izazovom (Watson i sar. 2017). Identifikacija glavnih pokretačkih faktora proliferacije cijanobakterija može efikasno doprineti predviđanju i pomoći u sprečavanju njihovog „cvetanja“. Tako bi se smanjila učestalost ove pojave na globalnom nivou, obezbedila stabilnost vodenih ekosistema, osigurala bezbednost pijaće vode i zaštitilo ljudsko zdravlje (Zhao i sar. 2019).

6. ZAKLJUČCI

Na osnovu postavljenih ciljeva i dobijenih rezultata ove doktorske disertacije, može se zaključiti sledeće:

- Na osnovu literaturnih podataka i rezultatata kvalitativne analize algi iz 503 uzorka prikupljenih sa 35 odabranih lokaliteta, može se zaključiti da floristički spisak cijanobakterija u vodama za vodosnabdevanje i rekreaciju u Republici Srbiji sačinjava ukupno 328 taksona, pripadnika 84 roda, odnosno 28 familija, razvrstanih u 6 redova. To je za preko 100% više taksona u odnosu na onaj broj koji je zabeležen pre dve decenije, u monografiji Cvijan i Blaženčić (1996), za ispitivani tip voda. Od ukupnog broja taksona, preovlađuju pripadnici reda Synechococcales (oko 35%), a dominira homocitna forma cijanobakterija (oko 47%).
- Mikroskopskim pregledom uzoraka sa odabranih vodnih tela zabeleženo je prisustvo ukupno 148 taksona. Od toga, utvrđeno je prisustvo 30 novih taksona cijanobakterija za ispitivani tip voda na teritoriji Republike Srbije, od kojih 10 taksona pripada grupi pikocijanobakterija (poput: *Lemmermanniella parva*, *Eucapsis microscopica*, *Rhabdoderma vermiculare*, *Snowella septentrionalis*, kao i rod *Cyanodictyon*).
- Kao osnovni uzročnici koje dovode ili su doveli do promena u sastavu zajednica cijanobakterija izdvajaju se: promene u strukturi staništa, pojačana kulturna eutrofikacija, klimatske promene, povećan broj istraživanja cijanobakterija, kao i poboljšanje kvaliteta tehnika mikroskopije. Kvalitetnija mikroskopija, najverovatnije je dovela do toga da se broj zabeleženih taksona iz grupe pikocijanobakterija poveća. U okviru analiza ove doktorske disertacije, zabeleženo je 27 taksona koji se mogu svrstati u ovu grupu, a *Aphanocapsa holsatica* i *Snowella lacustris* su vrste koje su detektovane u najvećem broju ispitivanih vodnih tela.
- Najčešće zabeleženi rodovi u uzorcima fitoplanktona ispitivanih voda su *Microcystis* i *Aphanizomenon*.
- U uzorcima fitobentosa, nađeno je ukupno 44 taksona. Mnoge vrste su potencijalno toksične, poput *Microcoleus autumnalis*, *Oscillatoria limosa*, *Oscillatoria tenuis*, *Phormidium corium* i *Tolypothrix distorta*.
- Od ukupnog broja taksona u okviru florističkog spiska, čak 77 mogu se označiti kao potencijalni producenti cijanotoksina, a *Microcystis aeruginosa* i *Aphanizomenon flos-aquae* su najčešće identifikovani u posmatranim vodama.
- Od ukupnog broja taksona cijanobakterija 9 vrsta se smatraju invazivnim. To su: *Chrysochloris bergii*, *Cuspidothrix issatschenkoi*, *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Dolichospermum lemmermannii*, *Nodularia spumigena*, *Planktothrix rubescens*, *Raphidiopsis mediterranea* i *Sphaerospermopsis aphanizomenoides*. Trenutno se *Cylindrospermopsis raciborskii* ističe kao najuspešnija invazivna alohtona vrsta na području naše zemlje, a po broju nalaza je prati *Sphaerospermopsis aphanizomenoides*.
- Hemijskim analizama vode Savskog jezera utvrđen je odličan ili dobar ekološki status. Nepovoljne vremenske prilike verovatno su uzrokovale povećanje koncentracije ortofosfata, ukupnog fosfora i BPK₅ u sedmoj nedelji istraživanja, čime je pogoršan ekološki status.
- Zajednica fitoplanktona Savskog jezera posmatrana na nedeljnom nivou, sukcesivno se smenjivala od Bacillariophyta i flagelatnih formi (Cryptophyta, Dinophyta), preko Cyanobacteria, do Chlorophyta.
- U razdelu Cyanobacteria, u Savskom jezeru, dominirale su vrste iz reda Chroococcales, sa najvećom biomasom u avgustu (*Microcystis aeruginosa*). Vremenske prilike su najverovatnije onemogućile cvetanje vrste *Microcystis aeruginosa*. Prema broju ćelija, među cijanobakterijama dominiraju predstavnici reda Synechococcales.

- Analizom ispitivanih fizičko-hemijskih parametara vode akumulacije Pariguz tokom mesečnih ispitivanja 2017. godine, kao i kvantitativnom analizom zajednice fitoplanktona, uočava se izražen stepen eutrofikacije ovog vodnog tela.
- Prema broju ćelija po mililitru, cijanobakterije su dominirale tokom čitavog perioda istraživanja na akumulaciji Pariguz. Kao dominantna vrsta izdvaja se *Limnothrix redekei* (red Synechococcales), čije se cvetanje beleži krajem zime i početkom proleća, dok je subdominantna vrsta *Planktothrix agardhii*. Oba taksona pozitivno korelišu sa mutnoćom vode i ukupnim organskim ugljenikom, dok *Limnothrix redekei* pozitivno koreliše i sa koncentracijom nitrata. Letnju sezonu karakteriše dominacija vrste *Anagnostidinema amphibium*, koja pokazuje negativnu korelaciju sa nitratima, PI i BPK₅.
- Od invazivnih vrsta cijanobakterija utvrđeno je prisustvo: *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Raphidiopsis mediterranea* i *Sphaerospermopsis aphanizomenoides*. Vrsta *C. raciborskii* je prisutna u svim uzorcima od juna do novembra, ali ne preovladava u zajednici, dok su druga dva taksona zabeležena samo sporadično.
- Maksimalna koncentracija mikrocistina, sa dominantnom formom MC-LR, zabeležena je u julu mesecu, kada je izmerena i maksimalna temperatura vode. Najbolju pozitivnu korelaciju sa koncentracijom svih varijanti mikrocistina pokazuje vrsta *Anagnostidinema amphibium*, a potom i *Jaaginema subtilissimum*. Za ove dve vrste još uvek nije dokazana sposobnost produkcije mikrocistina, te je neophodno sprovesti dalja ekotoksikološka istraživanja.
- Posmatranjem godišnje i sezone dinamičke fitoplanktona u reci Dunav, utvrđeno je da cijanobakterije predstavljaju značajnu, pa čak često i dominantnu komponentu u fitoplanktonskoj zajednici ove reke. Po dominantnosti se, u odnosu na broj ćelija i biomasu, smenjuju predstavnici dva reda - Synechococcales i Oscillatoriales. Pretežno se izdvajaju filamentozne forme iz rodova: *Komvophoron*, *Leptolyngbya*, *Pseudanabaena*, *Planktolyngbya* i *Oscillatoria*, kao i jedan od najčešće beleženih rodova *Phormidium*. Od potencijalno toksičnih taksona sa tendencijom izazivanja cvetanja, utvrđeno je prisustvo *Aphanizomenon flos-aquae*, *Limnothrix redekei* i *Planktothrix agardhii*, kao i invazivne vrste *Cylindrospermopsis raciborskii*.
- Statistička analiza podataka reke Dunav ukazuje na to da smanjenje koncentracije nutrijenata (azotne komponente) može dovesti do povećanja udela bentosnih formi u potamoplanktonu, i obrnuto.
- Tri vodna tela (Savsko jezero, akumulacija Pariguz i reka Dunav) značajno se razlikuju po opštim karakteristikama, hemijskom sastavu vode i dinamici zajednice fitoplanktona. Ipak, određena sličnost se zapaža u sastavu cijanobakterija akumulacije Pariguz i reke Dunav, uzimajući u vidu prisustvo sledećih taksona u oba vodna tela: *Limnothrix redekei*, *Jaaginema subtilissimum*, *Planktothrix agardhii* i *Cylindrospermopsis raciborskii*.
- Mutnoća vode se izdvaja kao bitan faktor koji bi mogao imati ključnu ulogu kada je reč o favorizovanju potencijalno štetnih taksona cijanobakterija unutar zajednice fitoplanktona. Odnosno, povećanje providnosti vode je neophodan preduslov za efikasnije upravljanje vodama u cilju sprečavanja razvoja vrsta koje mogu biti štetne po zdravlje ljudi i životnu sredinu, poput *Limnothrix redekei*, *Planktothrix agardhii* i *Cylindrospermopsis raciborskii*.

7. REFERENCE

Abonyi, A., Ács, É., Hidas, A., Grigorszky, I., Várbíró, G., Borics, G., Kiss, K. T. (2018). Functional diversity of phytoplankton highlights long-term gradual regime shift in the middle section of the Danube River due to global warming, human impacts and oligotrophication. *Freshwater Biology*, 63(5): 456–472.

Agencija za zaštitu životne sredine – SEPA (2015). Status površinskih voda Srbije, Analize i elementi za projektovanje monitoringa. Energodata, Beograd, 232 pp.

Allan, J. D., Castillo, M. M. (2007). *Stream ecology: structure and function of running waters*. Springer Science & Business Media, 436 pp.

American Public Health Association - APHA (1995). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 19th Edition. American Public Health Association Inc., New York, 1108 pp.

Arle, J., Blondzik, K., Claussen, U., Duffek, A., Grimm, S., Hilliges, F., Hoffmann, A., Leujak, W., Mohaupt, V., Naumann, S., Pirntke, U., Richter, S., Schilling, P., Schroeter-Kermani, C., Ullrich, A., Wellmitz, J., Werner, S., Wolter, R. (2014). *Water Resource Management in Germany Part 2: Water quality*. Federal Environment Agency. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Bonn, 113 pp.

Arto, I., Andreoni, V., Rueda-Cantuche, J. M. (2016). Global use of water resources: A multiregional analysis of water use, water footprint and water trade balance. *Water Resources and Economics*, 15: 1-14.

Babić, O. (2018). *Karakterizacija zemljišnih cijanobakterijskih sojeva izolovanih iz šumskih ekosistema planinskih područja Republike Srbije*. Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu. Doktorska disertacija, 247 pp.

Beaver, J. R., Casamatta, D. A., East, T. L., Havens, K. E., Rodusky, A. J., James, R. T., Tausz, C. E., Buccier, K. M. (2013). Extreme weather events influence the phytoplankton community structure in a large lowland subtropical lake (Lake Okeechobee, Florida, USA). *Hydrobiologia*, 709(1): 213-226.

Berg, M., Sutula, M. (2015). *Factors affecting the growth of cyanobacteria with special emphasis on the Sacramento-San Joaquin Delta*. Southern California Coastal Water Research Project Technical Report, 869.

Bernard, C., Ballot, A., Thomazeau, S., Maloufi, S., Furey, A., Mankiewicz-Boczek, J., Pawlik-Skowrońska B., Capelli, C., Salmaso, N. (2016). Appendix 2: Cyanobacteria associated with the production of cyanotoxins. *Handbook of Cyanobacterial Monitoring and Cyanotoxin Analysis*, 501-525.

Berrendero, E., Perona, E., Mateo, P. (2011). Phenotypic variability and phylogenetic relationships of the genera *Tolypothrix* and *Calothrix* (Nostocales, Cyanobacteria) from running water. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 61(12): 3039-3051.

Bittencourt-Oliveira, M., Piccin-Santos, V., Kujbida, P., do Nascimento Moura, A. (2011). Cylindrospermopsin in Water Supply Reservoirs in Brazil Determined by Immunochemical and Molecular Methods. *Journal of Water Resource and Protection*, 3: 349-355.

Blagojević Ponjavić, A., Kostić, D., Marjanović, P., Trbojević, I., Popović, S., Predojević, D., Subakov Simić, G. (2019). Bloom of the potentially toxic cyanobacterium *P. rubescens*: seasonal distribution and possible drivers of its proliferation in the Vrutci reservoir (Serbia). *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 48(4): 316-327.

Blagojević, A., Popović, S., Predojević, D., Trbojević, I., Jovanović, J., Subakov Simić, G. (2016). Struktura i dinamika letnje zajednice fitoplanktona u odnosu na fizičko-hemijske parametre na primeru jezera Očaga (Lazarevac, Srbija). U: Zborniku 45. godišnje konferencije o aktuelnim problemima korišćenja i zaštiti voda „Voda 2016“. Zlatibor, 299-306.

Blaženčić, J. (1995). Floristic characteristics of the makrophytic vegetation in Lake Savsko near Belgrade (Serbia, Yugoslavia). *Glasnik instituta za botaniku i botaničke baste Univerziteta u Beogradu*, 29: 167-173.

Bogatov, V. V., Fedorovskiy, A. S. (2016). Freshwater ecosystems of the southern region of the russian far east are undergoing extreme environmental change. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 417, 34.

Bojović, B., Đokić, A. (2017). Nacrt plana detaljne regulacije za sportski centar „Jezero“ u Resniku, gradske opštine Rakovica i Voždovac sa Izveštajem o strateškoj proceni uticaja plana na životnu sredinu. Urbanistički zavod Beograda, Beograd, 48 pp.

Borics, G., Görgényi, J., Grigorszky, I., László-Nagy, Z., Tóthmérész, B., Krasznai, E., Várbíró, G. (2014). The role of phytoplankton diversity metrics in shallow lake and river quality assessment. *Ecological indicators*, 45: 28-36.

Boyer, S. L., Flechtner, V. R., Johansen, J. R. (2001). Is the 16S-23S rRNA internal transcribed spacer region a good tool for use in molecular systematics and population genetics? A case study in cyanobacteria. *Molecular biology and evolution*, 18(6): 1057-1069.

Brack, W., Dulio, V., Ågerstrand, M., Allan, I., Altenburger, R., Brinkmann, M., Bunke, D., Burgess, R. M., Cousins, I., Escher, B. I., Hernández, F. J., Hewitt, L. M., Hilscherová, K., Hollender, J., Hollert, H., Kase, R., Klauer, B., Lindim, C., López Herráez, D., Miège, C., Munthe, J., O'Toole, S., Posthuma, L., Rüdél, H., Schäfer, R. B., Sengl, M., Smedes, F., van de Meent, D., van den Brink, P. J., van Gils, J., van Wezel, A. P., Vethaak, A. D., Vermeirssen, E., von der Ohe, P. C., Vrana B. (2017). Towards the review of the European Union Water Framework Directive: recommendations for more efficient assessment and management of chemical contamination in European surface water resources. *Science of the Total Environment*, 576: 720-737.

Branković, D. (1992). Fitoplankton i saprobiološke karakteristike vode Palićkog jezera. U: Zbornik o aktuelnim problemima zaštite voda „Zaštita voda '92“. Subotica, 75-79.

Branković, D., Čomić, Lj., Simić, S. (1992). Fitoplankton akumulacionog jezera Čelije. Zbornik o aktuelnim problemima zaštite voda „Zaštita voda '92“. Subotica, 91-95.

Branković, D. (1993). Preliminary data on the phytoplankton community and saprobiological characteristics of river Stari Begej. *Tiscia*, 27: 57-60.

Branković, D., Budakov, Lj. (1994). Phytoplankton community and saprobiological characteristics of Lake Ludaš during the Spring season. *Tiscia*, 28: 21-24.

- Branković, D., Budakov, Lj. (2001). Fitoplankton kao pokazatelj zagađenja reke Tise. U: Zbornik o aktuelnim problemima zaštite voda „Zaštita voda 2001“. Arađelovac, 163-168.
- Bresciani, M., Rossini, M., Morabito, G., Matta, E., Pinardi, M., Cogliati, S., Julitta, T., Colombo, R., Braga, F., Giardino, C. (2013). Analysis of within-and between-day chlorophyll-a dynamics in Mantua Superior Lake, with a continuous spectroradiometric measurement. *Marine and Freshwater Research*, 64(4): 303-316.
- Brient, L., Lengronne, M., Bormans, M., Fastner, J. (2008). First occurrence of *Cylindrospermopsis* in freshwater in France. *Environmental Toxicology*, 24: 415-20.
- Budzyńska, A., Gołdyn, R. (2017). Domination of invasive Nostocales (Cyanoprokaryota) at 52° N latitude. *Phycological Research*, 65(4): 322-332.
- Budzyńska, A., Rosińska, J., Pelechata, A., Toporowska, M., Napiórkowska-Krzebietke, A., Kozak, A., Messyasz, B., Pęczuła, W., Kokociński, M., Szelaż-Wasielewska, E., Grabowska, M., Mądrecka, B., Niedźwiecki, M., Alcaraz Parraga, P., Pelechaty, M., Karpowicz, M., Grabowska, M. (2019). Environmental factors driving the occurrence of the invasive cyanobacterium *Sphaerospermopsis aphanizomenoides* (Nostocales) in temperate lakes. *Science of the Total Environment*, 650: 1338-1347.
- Callieri, C., Cronberg, G., Stockner, J. G. (2012). Freshwater picocyanobacteria: single cells, microcolonies and colonial forms. U: Whitton, B. A. (Ed.). *Ecology of Cyanobacteria II*. Springer, Dordrecht, 229-269.
- Carey, C. C., Ibelings, B. W., Hoffmann, E. P., Hamilton, D. P., Brookes, J. D. (2012). Eco-physiological adaptations that favour freshwater cyanobacteria in a changing climate. *Water research*, 46(5): 1394-1407.
- Carl Zeiss (2006). Operating Manual Axio Observer Inverted microscope. Carl Zeiss MicroImaging GmbH. Manual number: B 46-0111 e, 130 pp.
- Carlsson, P., Rita, D. (2019). Sedimentation of *Nodularia spumigena* and distribution of nodularin in the food web during transport of a cyanobacterial bloom from the Baltic Sea to the Kattegat. *Harmful Algae*, 86: 74-83.
- Carneiro, C., Andreoli, C. V., da Nobrega Cunha, C. D. L., Gobbi, E. F. (2014). Reservoir Eutrophication: Preventive Management. IWA Publishing, 515 pp.
- Castenholz, R. W. (2001). Phylum BX. Cyanobacteria. U: Boone D. R., Castenholz R. W. (eds), *Bergey's manual of systematic bacteriology*, Springer, New York., 473–599.
- Cha, Y., Cho, K. H., Lee, H., Kang, T., Kim, J. H. (2017). The relative importance of water temperature and residence time in predicting cyanobacteria abundance in regulated rivers. *Water research*, 124: 11-19.
- Chatchawan, T., Komárek, J., Strunecký, O., Šmarda, J., Peerapornpisal, Y. (2012). *Oxynema*, a new genus separated from the genus *Phormidium* (Cyanophyta). *Cryptogamie, Algologie*, 33(1): 41-60.
- Chernova, E., Sidelev, S., Russkikh, I., Voyakina, E., Babanazarova, O., Romanov, R., Kotovshchikov, A., Mazur-Marzec, H. (2017). *Dolichospermum* and *Aphanizomenon* as neurotoxins producers in some Russian freshwaters. *Toxicon*, 130: 47-55.

Cheung, M. Y., Liang, S., Lee, J. (2013). Toxin-producing cyanobacteria in freshwater: A review of the problems, impact on drinking water safety, and efforts for protecting public health. *Journal of Microbiology*, 51(1): 1-10.

Chorus, I., Bartram, J., (1999). Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring and management. WHO. CRC Press, 416 pp.

Chorus, I. (2012). Current approaches to cyanotoxin risk assessment, risk management and regulations in different countries. Federal Environmental Agency (Umweltbundesamt – UBA), Dessau-Roßlau, Germany, 151 pp.

Cirés, S., Ballot, A. (2016). A review of the phylogeny, ecology and toxin production of bloom-forming *Aphanizomenon* spp. and related species within the Nostocales (cyanobacteria). *Harmful Algae*, 54: 21-43.

Codd, G. A., Meriluoto, J., Metcalf, J. S. (2017). Introduction: Cyanobacteria, Cyanotoxins, Their Human Impact, and Risk Management. U: Meriluoto, J., Spoof, L., Codd, G.A. *Handbook of Cyanobacterial Monitoring and Cyanotoxin Analysis*, First Edition. John Wiley & Sons, 3-8.

Conley, D. J., Paerl, H. W., Howarth, R. W., Boesch, D. F., Seitzinger, S. P., Havens, K. E., Lancelot, C., Likens, G. E. (2009). Controlling eutrophication: nitrogen and phosphorus. *Science*, 323(5917): 1014-1015.

Cvijan, M., J. Blaženčić (1996). *Flora algi Srbije, Cyanophyta 1*. Naučna knjiga, Beograd, 290 pp.

Cvijan, M., Laušević, R.(1997): Floristički sastav algi Vlasinskog jezera u periodu 1949-1993.godine. U: Blaženčić, J. (ed): *Vlasinsko jezero - hidrobiološka studija*. Biološki fakultet, Beograd, 61 – 90.

Čađo, S., Đurković, A., Maljević, E., Miletić, A. (2003). Analiza fitoplanktona i trofički status akumulacije Sjenica. U: *Eko-konferencija „Zaštita životne sredine gradova i prigradskih naselja“*. Novi Sad, 117-122.

Čađo, S., Đurković, A., Miletić, A., Andrejević, S., Maljević, E. (2004). Rezultati analize fitoplanktona i trofički status akumulacije Krajkovac. U: *Zbornik 33. godišnje konferencije o aktuelnim problemima zaštite voda „Voda 2004“*. Borsko jezero, 217-222.

Čađo, S., Đurković, A., Miletić, A., Bugarski, R. (2005a). Sastav fitoplanktona, fizičko-hemijske karakteristike i saprobiološke karakteristike reke Dunav na graničnom profilu Bezdan. U: *Zbornik 34. godišnje konferencije o aktuelnim problemima zaštite voda „Voda 2005“*, Kopaonik, 77-82.

Čađo, S., Đurković, A., Miletić, A. (2005b). Fitoplankton i trofički status akumulacije Potpeć. U: *Zaštita životne sredine i prigradskih naselja (monografija)*. VI Međunarodna eko-konferencija 2005. Novi Sad, 177-182.

Čađo, S., Miletić, A., Dopuđa-Glišić, T., Denić, Lj. (2006a). Physical-chemical characteristics and phytoplankton composition of the Sava River on its lower flow stretch through Serbia. U: *Proceedings 36th International Conference of IAD. Austrian Committee Danube Research / IAD*, Vienna, 184 – 188.

Čađo, S., Miletić, A., Đurković, A. (2006b). Phytoplankton, physico-chemical and saprobiological characteristics of the Danube river, on the stretch through Serbia. U: *Conference on Water Observation and Information System for Decision Support - BALWOIS*, Ohrid, na CD-u.

Čađo, S., Đurković, A., Denić, Lj., Dopuđa-Glišić, T., Stojanović, Z. (2015). Sezonska dinamika fitoplanktona i fizičko-hemijske karakteristike akumulacije Sjenica. U: Zbornik 44. godišnje konferencije o aktuelnim problemima korišćenja i zaštiti voda „Voda 2015“. Kopaonik, 65-70.

Čađo, S., Đurković, A., Novaković, B., Denić, Lj., Dopuđa-Glišić, T., Stojanović, Z., Veljković, N. (2016). Fitoplankton akumulacionog jezera Gruža. U: Zborniku 45. godišnje konferencije o aktuelnim problemima korišćenja i zaštiti voda „Voda 2016“. Zlatibor, 251-258.

Čađo, S., Đurković, A., Novaković, B., Denić, L., Dopuđa Glišić, T., Veljković, N., Stojanović, Z. (2017a). Sezonska dinamika fitoplanktona akumulacionog jezera Čelije. U: Zborniku 46. godišnje konferencije o aktuelnim problemima korišćenja i zaštiti voda „Voda 2017“. Vršac, 49-56.

Čađo, S., Đurković, A., Novaković, B., Denić, L., Dopuđa Glišić, T., Veljković, N., & Stojanović, Z. (2017b). Ocena ekološkog potencijala akumulacionog jezera Čelije. U: Zborniku 46. godišnje konferencije o aktuelnim problemima korišćenja i zaštiti voda „Voda 2017“. Vršac, 41-48.

Ćirić, M., Gavrilović, B., Simić, G. S., Krizmanić, J., Vidović, M., Zebić, G. (2015). Driving factors affecting spatial and temporal variations in the structure of phytoplankton functional groups in a temperate reservoir. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 44(4): 431-444.

Dalu, T., Wasserman, R. J. (2018). Cyanobacteria dynamics in a small tropical reservoir: understanding spatio-temporal variability and influence of environmental variables. *Science of the total environment*, 643: 835-841.

Daniels, O., Fabbro, L., Makiela, S. (2014). The effects of the toxic cyanobacterium *Limnothrix* (strain AC0243) on *Bufo marinus* larvae. *Toxins*, 6(3): 1021-1035.

Davis, T. W., Berry, D. L., Boyer, G. L., Gobler, C. J. (2009). The effects of temperature and nutrients on the growth and dynamics of toxic and non-toxic strains of *Microcystis* during cyanobacteria blooms. *Harmful algae*, 8(5): 715-725.

Dell'Aquila, G., Ferrante, M. I., Gherardi, M., Lagomarsino, M. C., D'alcalà, M. R., Iudicone, D., Amato, A. (2017). Nutrient consumption and chain tuning in diatoms exposed to storm-like turbulence. *Scientific reports*, 7(1): 1828.

Denić, Lj., Stojanović, Z., Dopuđa-Glišić, T., Čađo, S., Đurković, A., Novaković, B. (2014). Rezultati ispitivanja kvaliteta površinskih i podzemnih voda za 2013.godinu. Agencija za zaštitu životne sredine, Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine, Beograd, 408 pp.

Denić, Lj., Đurković, A., Čađo, S., Dopuđa-Glišić, T., Stojanović, Z., Novaković, B. (2015a). Ocena ekološkog potencijala akumulacije Prvonek na osnovu bioloških i fizičko-hemijskih elemenata kvaliteta. U: Zbornik 44. godišnje konferencije o aktuelnim problemima korišćenja i zaštiti voda „Voda 2015“. Kopaonik, 02.-04.06.2015., 71-78.

Denić, Lj., Stojanović, Z., Dopuđa-Glišić, T., Čađo, S., Đurković, A., Novaković, B. (2015b). Rezultati ispitivanja kvaliteta površinskih i podzemnih voda za 2014.godinu. Agencija za zaštitu životne sredine, Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine, Beograd, 370 pp.

Denić, Lj., Stojanović, Z., Dopuđa-Glišić, T., Čađo, S., Đurković, A., Novaković, B. (2017a). Rezultati ispitivanja kvaliteta površinskih i podzemnih voda za 2015.godinu. Agencija za zaštitu životne sredine, Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine, Beograd, 408 pp.

Denić, Lj., Stojanović, Z., Dopuđa-Glišić, T., Čađo, S., Đurković, A., Novaković, B. (2017b). Rezultati ispitivanja kvaliteta površinskih i podzemnih voda za 2016.godinu. Agencija za zaštitu životne sredine, Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine, Beograd, 370 pp.

Desikachary, T.V. (1959). Cyanophyta. Indian Council of Agricultural Research, New Delhi, 686 pp.

Devi, M. B., Gupta, S., Das, T. (2016). Phytoplankton community of Lake Baskandi anua, Cachar District, Assam, North East India—An ecological study. Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems, (417): 2.

Dokulil, M. T. (2014). Potamoplankton and primary productivity in the River Danube. Hydrobiologia, 729(1): 209-227.

Dokulil, M. T., Donabaum, U. (2014). Phytoplankton of the Danube River: Composition and long-term dynamics. Acta zoologica bulgarica, 7: 147-152.

Dondajewska, R., Kozak, A., Kowalczywska-Madura, K., Budzyńska, A., Gołdyn, R., Podsiadłowski, S., Tomkowiak, A. (2018). The response of a shallow hypertrophic lake to innovative restoration measures – Uzarzewskie Lake case study. Ecological engineering, 121: 72-82.

Dow, C. S., Swoboda, U. K. (2007). Cyanotoxins. U: Whitton, B. A., Potts, M. (Eds.). The ecology of cyanobacteria: their diversity in time and space. Springer Science & Business Media, 612-622.

Downing, J.A., Watson, S.B., McCauley, E. (2001). Predicting cyanobacteria dominance in lakes. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 58(10): 1905-1908.

Drobac, D., Tokodi, N., Lujić, J., Marinović, Z., Subakov-Simić, G., Dulić, T., Važić, T., Nybom, S., Meriluoto, J., Codd, G. A., Svirčev, Z. (2016). Cyanobacteria and cyanotoxins in fishponds and their effects on fish tissue. Harmful Algae, 55: 66-76.

Dulić, S., Mrkić, B. (1998). Saprobijološka ispitivanja kvaliteta vode na osnovu planktonske zajednice sistema kanala Tisa-Palić. U: Konferencija o aktuelnim problemima zaštite voda „Zaštita voda '98“, Kotor, 387-392.

Dulić, S., Mrkić, B. (1999). Određivanje kvaliteta vode jezera Ludaš na osnovu planktonske zajednice. U: Zbornik 28. konferencije o aktuelnim problemima zaštite voda „Zaštita voda '99“, Soko Banja, 165-170.

Dorđević, N. B., Simić, S. B. (2014). Cyanobacterial Blooms in Oligosaline and Alkaline Microaccumulation Before and After Rehabilitation. Polish Journal of Environmental Studies, 23(6): 1975–1982.

Dorđević, N. B., Simić, S. B., Ćirić, A. R. (2015). First Identification of the Cylindrospermopsin (Cyn)-Producing Cyanobacterium *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya & Subba Raju in Serbia. Fresenius Environmental Bulletin, 24(11 A): 3736-3742.

Dorđević, N. B., Matić, S. L., Simić, S. B., Stanić, S. M., Mihailović, V. B., Stanković, N. M., Stanković, V. D., Ćirić, A. R. (2017). Impact of the toxicity of *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya & Subba Raju on laboratory rats in vivo. Environmental Science and Pollution Research, 24(16): 14259-14272.

Đukić, D., Mandić, L., Marković, G. (1994). Uticaj otpadnih voda Čačka i Gornjeg Milanovca na sastav zajednica planktonskih mikroorganizama reke Zapadne Morave. Crnogorska akademija nauka, Glasnik odeljenja prirodnih nauka, 10: 239-245.

Đurković, A., Čađo, S. (2004). Phytoplankton analysis of the Danube River and water quality assessment on the basis of saprobiological examination. U: Ljupco, G. (Ed). Proceedings of the 2nd Congress of Ecologists of the Republic of Macedonia with International Participation. Macedonian Ecological Society, Skopje, 6: 231-237.

Đurković, A., Čađo, S., Miletić, A., Bugarski, R., Andrejević, S., Maljević, E. (2004). Rezultati ispitivanja vode reke Krivaja na osnovu saprobioloških i fizičko hemijskih karakteristika u 2001. i 2002. godini. U: Zbornik 33. godišnje konferencije o aktuelnim problemima zaštite voda „Voda 2004“. Borsko jezero, 315-320.

Đurković, A., Čađo, S., Bugarski, R., Miletić, A. (2005b). Sastav fitoplanktona, fizičko-hemijske i saprobiološke karakteristike reke Plovni Begej na graničnom profilu Srpski Ibetej. U: Zaštita životne sredine i prigradskih naselja (monografija). VI Međunarodna eko-lonferencija 2005. Novi Sad, 159-164.

Đurković, A., Čađo, S., Miletić, A. (2005a). Sastav fitoplanktona, fizičko-hemijske karakteristike i trofički status akumulacije Međuvršje. U: Zbornik 34. godišnje konferencije o aktuelnim problemima zaštite voda „Voda 2005“, Kopaonik, 207-212.

Đurković, A., Crnković, N., Čađo, S. (2006). Sastav fitoplanktona i saprobiološke karakteristike reke Tamiš na profilu Jaša Tomić. U: Zbornik 35. godišnje konferencije o aktuelnim problemima korišćenja i zaštite voda „Voda 2006“, Zlatibor, 89-94.

EEA. (2003). Europe's environment: The third assessment. European Environment Agency - EEA, Environmental assessment report, Copenhagen. No 10, 341.

Elenkin A.A. (1938). Monographia algarum cyanophycearum aquidulcium et terrestrium in finibus USSR inventarum. [Sinezelenye vodorosli SSSR]. Izd AN SSSR, Moskva-Leningrad, 1,2: 1-1908.

Elenkin, A.A. (1949). Monographia algarum Cyanophycearum aquidulcium et terrestrium in finibus URSS inventarum. Pars specialis (Syatematica), Fasc. II. III. Hormogoneae (Geitl.) Elenk. Mosqua & Leningrad: Sumptibus Academiae Scientarum URSS, 985-1908.

Elliott, J. A. (2012). Is the future blue-green? A review of the current model predictions of how climate change could affect pelagic freshwater cyanobacteria. Water research, 46(5), 1364-1371.

Ettoumi, A., El Khalloufi, F., El Ghazali, I., Oudra, B., Amrani, A., Nasri, H., Bouaïcha, N. (2011). Bioaccumulation of cyanobacterial toxins in aquatic organisms and its consequences for public health. U: Kattel, G. (ed). Zooplankton and Phytoplankton: Types, Characteristics and Ecology. Nova Science Publishers Inc, New York, 1-34.

European Community - EC (1991). Directive 91/676/EEC of 12 December 1991 concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources. Official Journal of the European Union, 375: 1-8.

European Community - EC (1998). Council Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption. Official Journal of the European Communities, 330: 32-54.

European Community - EC (2000). Directive 2000/60/EC of the European parliament and of the council of 23 October 2000 establishing a framework for community action in the field of water policy. Official Journal of the European Communities, 327: 1-72.

European Community - EC (2006). Directive 2006/7/EC of the European Parliament and of the Council of 15 February (2006) concerning the management of bathing water quality and repealing Directive 76/160/EEC. Official Journal of the European Union, 64: 37-51.

FAO (2003). Review of world water resources by country. Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO, Rome, Italy.

Figueiras, F.G., Pitcher, G.C., Estrada, M. (2006). Harmful Algal Bloom Dynamics in Relation to Physical Processes. U: Garneli E., Turner, J.T. (Eds). Ecology of Harmful Algae. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 127-138.

Findlay, S. (2003). Aquatic ecosystems: interactivity of dissolved organic matter. Academic Press, 512 pp.

Fontanarrosa, M. S., Allende, L., Rennella, A. M., Boveri, M. B., Sinistro, R. (2019). A novel device with macrophytes and bio balls as a rehabilitation tool for small eutrophic urban ponds: a mesocosm approximation. Limnologia, 74: 61-72.

Frau, D., de Tezanos Pinto, P., Mayora, G. (2018). Are cyanobacteria total, specific and trait abundance regulated by the same environmental variables?. Annales de Limnologie-International Journal of Limnology, EDP Sciences. 54, 3.

Frioux, S. (2014). Environmental history of water resources. U: Agnoletti, M., Neri Serneri, S. (Eds). The basic environmental history Springer, Cham., 121-141.

Funari, E., Manganeli, M., Buratti, F. M., Testai, E. (2017). Cyanobacteria blooms in water: Italian guidelines to assess and manage the risk associated to bathing and recreational activities. Science of the Total Environment, 598: 867-880.

Gaget, V., Humpage, A. R., Huang, Q., Monis, P., Brookes, J. D. (2017). Benthic cyanobacteria: A source of cylindrospermopsin and microcystin in Australian drinking water reservoirs. Water research, 124: 454-464.

Garneli, E., Turner, J.T. (2006). An Introduction to Harmful Algae. U: Garneli E., Turner, J.T. (Eds). Ecology of Harmful Algae. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 3-8.

Gavrilović, Lj., Dukić, D. (2014). Reke Srbije. Zavod za udžbenike, 227 pp.

Gecaj, A., Kurteshi, K. (1996). Algological evaluation of bonitty of the Sitnica waters. Buletini i FSHMN, 11: 143-148.

Geitler N.L. (1932). Cyanophyceae. U: Rabenhorst, L. (Ed). Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Ed. 2. Vol. 14. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft, 673-1196.

Gkelis, S., Ourailidis, I., Panou, M., Pappas, N. (2016). Cyanobacteria of Greece: an annotated checklist. Biodiversity Data Journal, 4: e10084.

Gobler, C. J., Burkholder, J. M., Davis, T. W., Harke, M. J., Johengen, T., Stow, C. A., Van de Waal, D. B. (2016). The dual role of nitrogen supply in controlling the growth and toxicity of cyanobacterial blooms. Harmful Algae, 54: 87-97.

Grandić-Aleksić, D., Stojanović, M., Gajić, D., Đorđević, E. (2015). Efikasnost prerade vode u fabrici vode u Majdevu. U: Zbornik 44. godišnje konferencije o aktuelnim problemima korišćenja i zaštiti voda „Voda 2015“. Kopaonik, 369-378.

Grašić, S., Vasiljević, B., Marković, B., Nikolić, G., Tadić, S., Jovanović, B. (2004). Cyanobakterijsko cvetanje jezera Čelije. U: Zbornik 33. godišnje konferencije o aktuelnim problemima zaštite voda „Voda 2004“. Borsko jezero, 8.-11. jun 2004., 207-212, Borsko jezero.

Grujić, G., Perišić, S., Stanković, O. (2018). Vodni resursi Republike Srbije: analiza stanja. Oaza, Beograd, 76 pp.

Guiry, M.D., Guiry, M.D. (2016). AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>. Datum pristupanja: 01.05.-28.12.2018. godine.

Guiry, M.D., Guiry, G.M. (2019). AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>. Datum pristupanja: 16.05.2019.

Hardenbicker, P. (2014). Phytoplankton dynamics in two large rivers: long-term trends, longitudinal dynamics and potential impacts of climate change. Technische Universität Dresden (Germany). Doktorska disertacija, 119 pp.

Hašler, P., Dvořák, P., Pouličková, A. (2014a). A new genus of filamentous epipellic cyanobacteria, *Johansenia*. *Preslia*, 86: 81-94.

Hašler, P., Dvorak, P., Poulickova, A. (2014b). *Johanseninema*, a corrected name for a recently described genus of filamentous epipellic cyanobacteria. *Preslia*, 86(3): 293-294.

Hašler, P., Pouličková, A. (2010). Diversity, taxonomy and autecology of autochthonous epipellic cyanobacteria of the genus *Komvophoron* (Borziaceae, Oscillatoriales): a study on populations from the Czech Republic and British Isles. *Biologia*, 65(1): 7-16.

He, X., Liu, Y. L., Conklin, A., Westrick, J., Weavers, L. K., Dionysiou, D. D., Lenhart, J. J., Mouser, P. J., Szlag, D., Walker, H. W. (2016). Toxic cyanobacteria and drinking water: Impacts, detection, and treatment. *Harmful Algae*, 54: 174-193.

Hein, T., Heiler, G., Pennetzdorfer, D., Riedler, P., Schagerl, M., Schiemer, F. (1999). The Danube restoration project: functional aspects and planktonic productivity in the floodplain system. *Regulated Rivers: Research & Management: An International Journal Devoted to River Research and Management*, 15(1-3): 259-270.

Hillebrand, H., Dürselen, C. D., Kirschtel, D., Pollinger, U., Zohary, T. (1999). Biovolume calculation for pelagic and benthic microalgae. *Journal of phycology*, 35(2): 403-424.

Hindák, F. (2000). Morphological variation of four planktic nostocalean cyanophytes - members of the genus *Aphanizomenon* or *Anabaena*?. *Hydrobiologia*, 438: 107-116.

Hitzfeld, B. C., Höger, S. J., Dietrich, D. R. (2000). Cyanobacterial toxins: removal during drinking water treatment, and human risk assessment. *Environmental health perspectives*, 108 (suppl 1): 113-122.

Huber-Pestalozzi, G., Komárek, J. and Fott, B. (1983). Das Phytoplankton des Süßwasser. Band XVI, 7. Teil, 1. Hälfte. Chlorophyceae, Ordnung: Chlorococcales. U: Elster, H.J., Ohle, W. (eds.). *Die Binnengewässer*. E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 914 pp.

Hudnell, H. K., Dortch, Q., Zenick H. (2008). Chapter 1: An Overview of the Interagency, International Symposium on Cyanobacterial Harmful Algal Blooms (ISOC-HAB): Advancing the Scientific Understanding of Freshwater Harmful Algal Blooms. U: Hudnell, H. K. (Ed). Cyanobacterial Harmful Algal Blooms: State of the Science and Research Needs. Springer, 1-17.

Hufnagel, L., Kiss, K. T., Sipkay, C., Gimesi, L., Vadadi Fülöp, C., Türei, D. (2010). Long-term dynamic patterns and diversity of phytoplankton communities in a large eutrophic river (the case of River Danube, Hungary). *Applied Ecology and Environmental Research*, 8(4): 329-349.

Humbert, J-F., Fastner J. (2017). Ecology of Cyanobacteria. U: Meriluoto, J., Spoof, L., Codd, G.A. Handbook of Cyanobacterial Monitoring and Cyanotoxin Analysis, First Edition. John Wiley & Sons, 11-19.

Ibelings, B. W., Backer, L. C., Kardinaal, W. E. A., & Chorus, I. (2014). Current approaches to cyanotoxin risk assessment and risk management around the globe. *Harmful Algae*, 40: 63-74.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change (2018). Summary for Policymakers - Special Report on Global Warming of 1.5 °C (SR15). Approved SPM, 24 pp.

ISO 10260:1992 (1992). Water quality: measurement of biochemical parameters - spectrometric determination of the chlorophyll a concentration, 6 pp.

ISO 20179:2005 (2005). Water quality-Determination of microcystins-Method using solid phase extraction (SPE) and high performance liquid chromatography (HPLC) with ultraviolet (UV) detection. International Standards Organization, 17 pp.

Janson, S., Hayes, P.K. (2006). Molecular Taxonomy of Harmful Algae. U: Garneli, E., Turner, J.T. (Eds). Ecology of Harmful Algae. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 9-22.

Jasser, I., Callieri, C. (2017). Picocyanobacteria: The Smallest Cell-Size Cyanobacteria. U: Meriluoto, J., Spoof, L., Codd, G.A. Handbook of Cyanobacterial Monitoring and Cyanotoxin Analysis, First Edition. John Wiley & Sons, 19-27.

Javno preduzeće „Ada ciganlija“ (2017). Statut preduzeća za uređenje, korišćenje i održavanje „Ada ciganlija“, Beograd. Službeni list grada Beograda, broj 64/16 i 90/16. <https://www.adaciganlija.rs/files/2017/12/STATUT-2017.pdf> (Datum pristupanja: 06.07.2019. godine).

Johansen, J. R., Casamatta, D. A. (2005). Recognizing cyanobacterial diversity through adoption of a new species paradigm. *Algological studies*, 117(1): 71-93.

John, M.D., Whitton, A.B., Brook, J.A. (2002). The freshwater algal flora of the British Isles: an identification guide to freshwater and terrestrial algae. The Nautaral History Museum, Cambridge, 702 pp.

Jöhnk, K. D., Huisman, J., Sharples, J., Sommeijer, B., Visser, P. M., Stroom, J. M. (2008). Summer heatwaves promote blooms of harmful cyanobacteria. *Global Change Biology*, 14: 495–512.

Jovanović, J., Predojević, D., Trbojević, I., Popović, S., Blagojević, A., Karadžić, V., Subakov Simić, G. (2015): Ekspanzija vrste *Cylindrospermopsis raciborskii* u stajaćim vodama severne Vojvodine. U: Zbornik 44. godišnje konferencije o aktuelnim problemima korišćenja i zaštiti voda „Voda 2015“. Kopaonik, 107-114.

Jovanović, J., Karadžić, V., Predojević, D., Blagojević, A., Popović, S., Trbojević, I., Simić, G. S. (2016). Morphological and ecological characteristics of potentially toxic invasive

cyanobacterium *Sphaerospermopsis aphanizomenoides* (Forti) Zapomelová, Jezberová, Hrouzek, Hisem, Reháková & Komárková (Nostocales, Cyanobacteria) in Serbia. *Brazilian Journal of Botany*, 39(1): 225-237.

Jovanović, J., Trbojević, I., Simić, G. S., Popović, S., Predojević, D., Blagojević, A., Karadžić, V. (2017). The effect of meteorological and chemical parameters on summer phytoplankton assemblages in an urban recreational lake. *Knowledge & Management of Aquatic Ecosystems*, 418, 48.

Jovanović, D., Živadinović, D., Rakić, U. (2018a). Petogodišnja analiza rezultata kvaliteta površinskih voda koje se koriste za rekreaciju. U: Jovanović, V. (ed.). *Izveštaj o zdravstvenoj ispravnosti površinskih voda koje se zahvataju za vodosnabdevanje i koriste za rekreaciju u Republici Srbiji u 2017. godini*. Institut za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanović Batut”, 11-17.

Jovanović, D., Živadinović, D., Rakić, U. (2018b). Petogodišnja analiza rezultata kvaliteta površinskih voda koje se koriste za vodosnabdevanje. U: Jovanović, V. (ed.). *Izveštaj o zdravstvenoj ispravnosti površinskih voda koje se zahvataju za vodosnabdevanje i koriste za rekreaciju u Republici Srbiji u 2017. godini*. Institut za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanović Batut”, 18-19.

Jurišić, I., Kalinić, S., Jovanović, M., Purić, N. (1999). Prikaz uticaja zagađivača na teritoriji grada Čačka na vodotok reke Zapadne Morave. U: *Zbornik 28. konferencije o aktuelnim problemima zaštite voda „Zaštita voda '99“*, Soko Banja, 207-212.

Jurišić, I. (2003). Floristički sastav, dinamika promena struktura zajednica bentosnih algi i kvaliteta vode dela sliva Zapadne Morave kod Čačka (Magistarski rad). *Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd*, 108 pp.

Jurišić, I. (2004). Benthic algal community structure and water quality of the Zapadna Morava River Basin near Čačak. *Acta Agriculturae Serbica*, 9(18): 13-33.

Jurišić, I., Marković, G. (2005). Promene u sastavu biocenoza i trend kvaliteta vode srednjeg toka Zapadne Morave. U: *Zbornik 34. godišnje konferencije o aktuelnim problemima zaštite voda „Voda 2005“*. Kopaonik, 141-146.

Kalafatić, V., Martinović-Vitanović, V., Cibulić, V. (1998). Rezultati jednogodišnjeg praćenja kvaliteta vode akumulacije Barje –biološki aspekt. *Voda i sanitarna tehnika*, 28(2): 9-14.

Kanownik, W., Policht-Latawiec, A., Fudała, W. (2019). Nutrient Pollutants in Surface Water—Assessing Trends in Drinking Water Resource Quality for a Regional City in Central Europe. *Sustainability*, 11(7): 1988.

Karadžić, V., Vasiljević, M. (1998). Fitoplankton i fizičko-hemijske karakteristike akumulacije „Gračanka“ i „Batlava“ kod Prištine.- *Glasnik Instituta za zaštitu zdravlja Srbije „Dr Milan Jovanović - Batut“*, 72(1-6): 30-36.

Karadžić, V., Subakov Simić, G. (2002). High Production of Phytoplankton in the Ponjavica River (South Banat) in the Winther Period. U: *IAD (The International Association for Danube Research)*, Tulcea, 153-161.

Karadžić, V., Subakov Simić, G., Cvijan, M. (2005). Modrozeleno alge (Cyanophyta) reke Ponjavice. U: *Zbornik 34. godišnje konferencije o aktuelnim problemima zaštite voda „Voda 2005“*, Kopaonik, 183-188.

Karadžić, V., Natić, D., Knežević, T., Perišić, M. (2006a). Problematika kvaliteta voda akumulacija i vodosnabdevanja Aranđelovca. U: Zbornik 35. godišnje konferencije o aktuelnim problemima korišćenja i zaštite voda „Voda 2006“, Zlatibor, 6. - 9. jun 2006., 373-378.

Karadžić, V., Subakov Simić, G., Natić, D. (2006b). Phytoplankton analysis of the reservoirs Garaši and Bukulja near Aranđelovac City. U: II International Symposium of Ecologists of Montenegro – Proceedings of the Symposium, Kotor, 117-123.

Karadžić, V., Natić, D., Subakov Simić, G., Krizmanić, J. (2008). Kvalitet vode akumulacije Kruščica. U: Zbornik 37. godišnje konferencije o aktuelnim problemima korišćenja i zaštite voda „Voda 2008“. Mataruška Banja, 141-146.

Karadžić, V., Subakov Simić, G., Krizmanić, J., Natić, D. (2010). Phytoplankton and eutrophication development in the water supply reservoirs Garaši and Bukulja (Serbia). *Desalination*, 255(1-3): 91-96.

Karadžić, V. (2011). Eutrofikacija i njene posledice na primeru reke Ponjavice (opština Pančevo). Univerzitet u Beogradu, Biološki fakultet, Beograd. Doktorska disertacija, 292 pp.

Karadžić, V., Subakov Simić, G., Natić, D., Ržaničanin, A., Ćirić, M., Gačić, Z. (2013). Changes in the phytoplankton community and dominance of *Cylindrospermopsis raciborskii* (Wolosz.) Subba Raju in a temperate lowland river (Ponjavica, Serbia). *Hydrobiologia*, 711(1): 43-60.

Karadžić V., Jovanović J., Trbojević I., Predojević D., Subakov Simić, G. (2016): Benthic cyanobacteria in streams of Mt Tara (Serbia). 5th Congress of Ecologists of Macedonia. Ohrid (Macedonia), 123.

Kaštovský, J., Hauer, T., Mareš, J., Krautová, M., Bešta, T., Komárek, J., Desortová, B., Heteša, J., Hindáková, A., Houk, V., Janeček, E., Kopp, R., Marvan, P., Pummann, P., Skácelová, O., Janeček, E. (2010a). A review of the alien and expansive species of freshwater cyanobacteria and algae in the Czech Republic. *Biological Invasions*, 12(10): 3599-3625.

Kaštovský, J., Hauer, T., Komárek, J., Skácelová, O. (2010b). The list of cyanobacterial species of the Czech Republic to the end of 2009. *Fottea*, 10(2): 245-249.

Kim, H. G. (2006). Mitigation and Controls of HABs. U: Granéli, E., Turner, J. T. *Ecology of Harmful Algae*. Ecological Studies, Vol. 189. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 327-337.

Kimmel, B. L., Groeger, A. W. (1984). Factors controlling primary production in lakes and reservoirs: a perspective. *Lake and reservoir management*, 1(1): 277-281.

Kling, H. J. (2009). *Cylindrospermopsis raciborskii* (Nostocales, Cyanobacteria): a brief historic overview and recent discovery in the Assiniboine River (Canada). *Fottea*, 9(1): 45-47.

Kokciński, M., Soininen, J. (2012). Environmental factors related to the occurrence of *Cylindrospermopsis raciborskii* (Nostocales, Cyanophyta) at the north-eastern limit of its geographical range. *European Journal of Phycology*, 47: 12-21.

Kokociński, M., Akçalan, R., Salmaso, N., Stoyneva-Gärtner, M. P., Sukenik, A. (2017). Expansion of alien and invasive cyanobacteria. U: Meriluoto, J., Spoof, L., Codd, G.A (eds.). *Handbook on Cyanobacterial Monitoring and Cyanotoxin Analysis*. Wiley, 28-39.

Kokociński, M., Soininen, J. (2019). New insights into the distribution of alien cyanobacterium *Chrysochloris bergii* (Nostocales, Cyanobacteria). *Phycological Research*, Online doi:10.1111/pre.12373.

Kokociński, M., Stefaniak, K., Mankiewicz-Boczek, J., Izydorzyc, K., Soininen, J. (2010). The ecology of the invasive cyanobacterium *Cylindrospermopsis raciborskii* (Nostocales, Cyanophyta) in two hypereutrophic lakes dominated by *Planktothrix agardhii* (Oscillatoriales, Cyanophyta). *European Journal of Phycology*, 45(4): 365-374.

Komárek, J., Anagnostidis, K. (1999). Cyanoprokaryota 1. Teil Chroococcales. Büdel, B., Gärtner, G., Krienitz, L., Schagerl, M. (eds.) Süßwasserflora von Mitteleuropa; Bd. 19/1. Gustav Fisher Verlag, Jena, 548 pp.

Komárek, J., Anagnostidis, K. (2005). Cyanoprokaryota 2. Teil Oscillatoriales. Büdel, B., Gärtner, G., Krienitz, L., Schagerl, M. (eds.) Süßwasserflora von Mitteleuropa; Bd. 19/2. Gustav Fisher Verlag, Jena, 900 pp.

Komárek, J., Zapomělová, E. (2007). Planktic morphospecies of the cyanobacterial genus *Anabaena*= subg. *Dolichospermum*-1. part: coiled types. *Fottea*, 7(1): 1-31.

Komárek, J., Kaštovský, J., Ventura, S., Turicchia, S., Šmarda, J. (2009). The cyanobacterial genus *Phormidesmis*. *Algological studies*, 129(1): 41-59.

Komárek, J., Kaštovský, J., Jezberová, J. (2011). Phylogenetic and taxonomic delimitation of the cyanobacterial genus *Aphanothece* and description of *Anathece* gen. nov. *European Journal of Phycology*, 46(3): 315-326.

Komárek, J. (2013). Cyanoprokaryota 3. Teil: Heterocytous Genera. U: Büdel, B., Gärtner, G., Krienitz, L., Schagerl, M. (eds.) Süßwasserflora von Mitteleuropa; Bd. 19/3. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1131 pp.

Komárek, J., Zapomělová, E., Šmarda, J., Kopecký, J., Rejmánková, E., Woodhouse, J., Neilan, B. A., Komárková, J. (2013). Polyphasic evaluation of *Limnorphis robusta*, a water-bloom forming cyanobacterium from Lake Atitlán, Guatemala, with a description of *Limnorphis* gen. nov. *Fottea*, 13(1): 39-52.

Komárek J., Kaštovský J., Mareš J., Johansen J. R. (2014). Taxonomic classification of cyanoprokaryotes (cyanobacterial genera) 2014, using a polyphasic approach. *Preslia*, 86: 295–335.

Komárek, J. (2016a). A polyphasic approach for the taxonomy of cyanobacteria: principles and applications. *European Journal of Phycology*, 51(3): 346-353.

Komárek, J. (2016b). Review of the cyanobacterial genera implying planktic species after recent taxonomic revisions according to polyphasic methods: state as of 2014. *Hydrobiologia*, 764(1): 259-270.

Komárek, J., Hindák, F., Jezberová, J. (2016c). Review of the cyanobacterial genus *Eucapsis*. *Nova Hedwigia*, 103(3-4): 441-456.

Komárek, J. (2017). Delimitation of the family Oscillatoriaceae (Cyanobacteria) according to the modern polyphasic approach (introductory review). *Brazilian Journal of Botany*, 1-8.

Komárková J., Jezberová J., Komárek O., Zapomělová E. (2010). Variability of *Chroococcus* morphospecies (Cyanobacteria) in phylogenetic relationships. *Hydrobiologia* 639: 69–83.

Koreivienė, J., Kasperovičienė, J. (2011). Alien cyanobacteria *Anabaena bergii* var. *limnetica* Couté et Preisig from Lithuania: Some aspects of taxonomy, ecology and distribution. *Limnologia - Ecology and Management of Inland Waters*, 41(4): 325-333.

- Korneva, L. G. (2014). Invasions of alien species of planktonic microalgae into the fresh waters of Holarctic. *Russian journal of biological invasions*, 5(2): 65-81.
- Kostić, D., Blagojević, A., Subakov Simić, G., Ivetić, M., Naunović, Z. (2014). Jesenje cvetanje potencijalno toksične cijanobakterije *Planktoniella rubescens* u višenamenskoj akumulaciji Vruci. *Voda i sanitarna tehnika*, 44(1): 5-12.
- Kostić, D., Blagojević, A., Subakov Simić, G., Predojević, D., Naunović, Z., Jacimovic, N., Grašić, S. (2015). "Blooming" Reservoir Response to a High Inflow Event - Case Study: the Vruci Reservoir (Western Serbia). U: 7th Eastern European Young Water Professionals Conference, Belgrade, 97-104.
- Kostić, D., Marjanović, P., Marjanović, M., Blagojević, A., Trbojević, I., Predojević, D., Subakov Simić, G., Vulić, D., Obradović, V., Naunović, Z. (2016). Drivers of phytoplankton blooms in the Vruci Reservoir during 2014–2015 and implications for water supply and management. *Water Research and Management*, 6(3): 3-12.
- Kováčik, L., Jezberová, J., Komárková, J., Kopecký, J., Komárek, J. (2011). Ecological characteristics and polyphasic taxonomic classification of stable pigment-types of the genus *Chroococcus* (Cyanobacteria). *Preslia*, 83: 145-166.
- Kozak, A., Celewicz-Gołdyn, S., Kuczyńska-Kippen, N. (2019). Cyanobacteria in small water bodies: The effect of habitat and catchment area conditions. *Science of The Total Environment*, 646:1578-1587.
- Krammer, K., Lange-Bertalot, H. (1986). Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae. U: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D. (eds.). Süßwasserflora von Mitteleuropa 2. G. Fischer Verlag, Jena, 876 pp.
- Krammer, K., Lange-Bertalot, H. (1988). Bacillariophyceae. 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. U: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D. (Eds.). Süßwasserflora von Mitteleuropa 2/2. G. Fischer Verlag, Stuttgart & Jena, 596 pp.
- Krammer, K., Lange-Bertalot, H. (1991a). Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. U: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D. (eds.). Süßwasserflora von Mitteleuropa 2/3. Elsevier GmbH, Munchen, 576 pp.
- Krammer, K., Lange-Bertalot, H. (1991b). Bacillariophyceae. 4. Teil: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema. U: Ettl, H., Gartner, G., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D. (eds.). Süßwasserflora von Mitteleuropa 2/4. G. Fischer Verlag, Stuttgart & New York, 437 pp.
- Lampert, W., Sommer, U. (2007). *Limnoecology: the ecology of lakes and streams*. Oxford university press, 334 pp.
- Laušević, R., Nikitović, J. (1993/94b). Floristical composition of algae of Borsko jezero lake (Yugoslavia). - *Glasnik prirodnjačkog muzeja u Beogradu*, B 48: 73-81.
- Laušević, R., Nikitović, J. (1994a). Letnji aspekt algi Borskog jezera 1990. godine, 165-166.
- Laušević, R., Nikitović, J., Tomašević, V. (1998). Phytoplankton in river Sava near Belgrade. *Ekologija*, 33(1-2): 29-40.
- Leão, P. N., Vasconcelos, M. T. S., Vasconcelos, V. M. (2009). Allelopathic activity of cyanobacteria on green microalgae at low cell densities. *European Journal of Phycology*, 44(3): 347-355.

Leflaive, J. P., Ten-Hage, L. O. Ā. C. (2007). Algal and cyanobacterial secondary metabolites in freshwaters: a comparison of allelopathic compounds and toxins. *Freshwater Biology*, 52(2): 199-214.

Likens, G. E. (1973). Primary production: Freshwater ecosystems. *Human Ecology*, 1(4): 347-356.

Liška, I., Wagner, F., Slobodník, J. (2008). Joint Danube Survey 2, Final Scientific Report. ICPDR-International Commission for the Protection of the Danube River. Vienna, 242 pp.

Liška, I., Wagner, F., Sengl, M., Deutsch, K., Slobodník, J. (2015). Joint Danube Survey 3, A Comprehensive Analysis of Danube Water Quality. Final Scientific Report. International Commission for the Protection of the Danube River. Vienna, Austria, 369 pp.

Lopez-Archilla, A. I., Moreira, D., López-García, P., Guerrero, C. (2004). Phytoplankton diversity and cyanobacterial dominance in a hypereutrophic shallow lake with biologically produced alkaline pH. *Extremophiles*, 8(2): 109-115.

Mai, T., Johansen, J. R., Pietrasiak, N., Bohunicka, M., Martin, M. P. (2018). Revision of the Synechococcales (Cyanobacteria) through recognition of four families including Oculatellaceae fam. nov. and Trichocoleaceae fam. nov. and six new genera containing 14 species. *Phytotaxa*, 365(1): 1-59.

Makovinská, J., Hindáková, A., Hindák, F. (2002). Phytobenthos. U: Technical Report of the International Commission for the Protection of Danube River. Joint Danube Survey, 65-77.

Martinovic-Vitanovic, V. M., Milankov, V. M., Kalafatic, V. I. (2010). First record of freshwater bryozoans (Bryozoa: Phylactolaemata) in the aquatic invertebrate fauna of Serbia. *Limnologica*, 40(1): 73-81.

Martinović-Vitanović, V., Kalafatić, V., Jakovčev, D., Paunović M., Gucunski, J. (1998). Reka Veternica - sastav i struktura biocenoza, saprobiološki status i kvalitet vode. *Ecologica*, 5(3): 22-28.

Martins, M. D., Branco, L. H. Z. (2016). *Potamolinea* gen. nov.(Oscillatoriales, Cyanobacteria): a phylogenetically and ecologically coherent cyanobacterial genus. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, 66(9): 3632-3641.

McGregor, G. B. (2018). Freshwater Cyanobacteria of North-Eastern Australia: 3. Nostocales. *Phytotaxa*, 359(1): 1-166.

Mehnert, G., Leunert, F., Cirés, S., Jöhnk, K. D., Rucker, J., Nixdorf, B., Wiedner, C. (2010). Competitiveness of invasive and native cyanobacteria from temperate freshwaters under various light and temperature conditions. *Journal of Plankton Research*, 32(7): 1009-1021.

Merel, S., Walker, D., Chicana, R., Snyder, S., Baurès, E., Thomas, O. (2013). State of knowledge and concerns on cyanobacterial blooms and cyanotoxins. *Environment international*, 59: 303-327.

Metcalf, J. S., Codd, G. A. (2014). Cyanobacterial toxins in the water environment. A Review Current Knowledge FR/R0009. Allen House: Foundation for Water Research, 47 pp.

Mićković, B., Nikčević, M., Grozdić, T., Pucar, M., Hegediš, A., Gačić, Z. (2014). Ecological potential assessment of Sava Lake based on fish community composition: preliminary results. *Water Research and Management*, 4 (3): 21-25.

- Mihaljević, M., Stević, F. (2011). Cyanobacterial blooms in a temperate river-floodplain ecosystem: the importance of hydrological extremes. *Aquatic ecology*, 45(3): 335-349.
- Milić, V., Kovačević, N., Joković Potkonjak, M. (2016). Plan detaljne regulacije Topčiderske reke sa planiranim regulacijama i akumulacijama gradske opštine Savski Venac, Rakovica i Voždovac (Elaborat za rani javni uvid). Urbanistički zavod Beograda J.U.P, 47 pp.
- Milovanović, D. (1949). Bibliografski pregled algoloških ispitivanja u Srbiji do 1947. godine. *Glasnik Prirodnačkog Muzeja, Beograd*. 1-2: 323-329.
- Miljanović, B., Đukić, N., Pujin, V., Ivanc, A., Živić, N., Milenković, P., Nakić, S. (2005). Fizičko-hemijski i biološki parametri u oceni stanja kvaliteta vode akumulacije „Bovan“. U: Zbornik 34. godišnje konferencije o aktuelnim problemima zaštite voda „Voda 2005“, Kopaonik, 213-218.
- Miljanović, B., Jurca, T., Mijić, I., Pankov, N., Šipoš, Š. (2007). Makrozoobentos i fitoplankton u oceni kvaliteta vode parka prirode „Jegrička“. U: Zbornik 36. godišnje konferencije o aktuelnim problemima korišćenja i zaštite voda „Voda 2007“, Tara, 95-100.
- Miljanović, B., Maletin, S., Đukić, N., Pujin, V., Marković, Z., Ivanc, A., Teodorović, I., Živić, N. (2001). Primena bioindikatora u oceni kvaliteta vode hidrosistema „Šumanka“. U: Konferencija o aktuelnim problemima zaštite voda „Zaštita voda 2001“. Aranđelovac, 243-248.
- Miljanović, B., Nemeš, K., Pujin, V. (2003). Sastav planktona i faune dna kao pokazatelj kvaliteta vode reke Dunav (1426-1249 rkm). U: Eko-konferencija „Zaštita životne sredine gradiva i prigradskih naselja“. Novi Sad, 147-151.
- Miljković, D., Vučković, M., Gotović D., Milenković, P., Zarkov, N., Roški, Đ. (2004). Problemi vodosnabdevanja u naselju Majdanpek. U: Zbornik 33. godišnje konferencije o aktuelnim problemima zaštite voda „Voda 2004“. Borsko jezero, 575-579.
- Monteagudo, L., Moreno, J. L. (2016). Benthic freshwater cyanobacteria as indicators of anthropogenic pressures. *Ecological indicators*, 67: 693-702.
- Moustaka-Gouni, M., Vardaka, E., Tryfon, E. (2007). Phytoplankton species succession in a shallow Mediterranean lake (L. Kastoria, Greece): steady-state dominance of *Limnothrix redekei*, *Microcystis aeruginosa* and *Cylindrospermopsis raciborskii*. *Hydrobiologia*, 575(1): 129-140.
- Nakić, S., Božović, M. (1994). Plankton i saprobiološke analize u akumulaciji Grlšte u 1993. godini. U: Zbornik radova međunarodne konferencije „Kvalitet voda“. Čačak, 121-124.
- Napiórkowska-Krzebietke, A., Hutorowicz, A. (2015). The Physicochemical Background for the Development of Potentially Harmful Cyanobacterium *Gloeotrichia echinulata* J. S. Smith ex Richt. *Journal of Elementology*, 20 (2): 363–376.
- Nemeš, K., Jovanović, I., Borkov, M., Matavulj, M. (2004). Sastav fitoplanktona reke Stari Begej kao pokazatelj kvaliteta vode. U: Zbornik 33. godišnje konferencije o aktuelnim problemima zaštite voda „Voda 2004“. Borsko jezero, 295-298.
- Nemeš, K., Matavly, M. (2006). Plankton composition of Palics and Ludas alkaline lakes. U: Conference on Water Observation and Information System for Decision Support - BALWOIS, Ohrid, na CD-u.
- Nemeth, J., Boyanovski, B., Poetsch, E. (2002). Phytoplankton. U: Technical Report of the International Commission for the Protection of Danube River. Joint Danube Survey, 102-122.

Newell, S. E., Davis, T. W., Johengen, T. H., Gossiaux, D., Burtner, A., Palladino, D., McCarthy, M. J. (2019). Reduced forms of nitrogen are a driver of non-nitrogen-fixing harmful cyanobacterial blooms and toxicity in Lake Erie. *Harmful algae*, 81: 86-93.

Nikitović, J. (1998). *Bentosne alge reke Vlasine*. Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd. Magistarski rad, 78 pp.

Nikitović, J., Laušević, R. (1995). Algološka i saprobiološka analiza reke Beljevine (Jugoslavija). *Ekologija*, 30(1-2): 27-39.

Nikitović, J., Laušević, R. (1999). Benthic algae in the River Vlasina (Serbia, Yugoslavia). *Ekologija*, 34(1-2): 19-26.

Nikolić, Lj., Stojanović, S., Pujin, V., Lazić, D., Kojčić, K. (2003). Primarni producenti i ocena kvaliteta vode u jezeru Provala. *Letopis naučnih radova Poljoprivrednog fakulteta*, 27(1): 44-50.

Nikolić, Lj., Stojanović, S., Pujin, V., Lazić, D. (2002). Primary Producers of Lake Provala. U: *IAD. Tulcea (Rumunija)*, 183-188.

O'Neil, J. M., Davis, T. W., Burford, M. A., Gobler, C. J. (2012). The rise of harmful cyanobacteria blooms: the potential roles of eutrophication and climate change. *Harmful algae*, 14: 313-334.

Obušković, Lj. (1991). Fitoplankton i saprobiološke karakteristike kao pokazatelj ubrzane eutrofizacije reke Ponjavice (Južni Banat). U: *Zbornik konferencije o aktuelnim problemima zaštite voda „Zaštita voda '91“*. Jugoslovensko društvo za zaštitu voda. Beograd, 333-337.

Obušković, Lj. (1994). Algal flora of the Yugoslav section of the Danube. In: *The Danube in Yugoslavia – contamination, protection and exploitation*. Belgrade, 92-102.

Obušković, Lj. (1996). Algološke i saprobiološke odlike „mlade“ akumulacije „Barje“. U: *Konferencija o aktuelnim problemima zaštite voda „Zaštita voda 96“*. Jugoslovensko društvo za zaštitu voda. Ulcinj (Crna Gora), 85-89.

Obušković, Lj. (1997). Algološka flora i kvalitet vode reke Južne Morave i Ibra u jesenjem periodu 1996.godine. U: *Zbornik konferencije o aktuelnim problemima zaštite voda „Zaštita voda '97“*. Sombor, 345-359.

Obušković, Lj. (2002). Algološka flora i saprobiološke karakteristike glavnih pritoka Sjeničkog jezera. U: *Konferencija o aktuelnim problemima zaštite voda „Zaštita voda 2002“*, Vrnjačka Banja, 177-182.

Obušković, Lj., Obušković, M. (1997). Algološke i saprobiološke karakteristike akumulacija Bovan i Gazivode, jesen 1996. U: *Konferencija o aktuelnim problemima zaštite voda „Zaštita voda '97“*. Sombor, 340-344.

Obušković, Lj., Obušković, M. (2000). Algološka i saprobiološka ispitivanja reka Veliki i Mali Rzav. U: *Zbornik 29. konferencije o aktuelnim problemima zaštite voda „Zaštita voda 2000“* (Jugoslovensko društvo za zaštitu voda). Mataruška banja, 181-186.

Oliver, R. L., Ganf, G. G. (2000). Freshwater blooms. U: *Whitton, B. A., Potts, M. (Ed.) The ecology of cyanobacteria*. Springer, Dordrecht, 149-194.

Oliver, R.L., Hamilton, D.P., Brookes, J.D., Ganf, G.G. (2012). Physiology, Blooms and Prediction of Planktonic Cyanobacteria. U: Whitton B. (Eds). Ecology of Cyanobacteria II. Springer, Dordrech, 155-194.

Ostojić, A., Simić, S., Simić, V., Pešić, S., Savić, G., Ilić, G., Milošević, S. (1995). Zajednice planktona i bentosa kao pokazatelji stanja ekosistema jezera "Bubanj".U: Zbornik konferencije o aktuelnim problemima zaštite voda „Zaštita voda '95“. Tara, 223-227.

Padisák, J. (1997). *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya et Subba Raju, an expanding, highly adaptive cyanobacterium: worldwide distribution and review of its ecology. Archiv Für Hydrobiologie Supplementband Monographische Beitrage, 107(4): 563-593.

Padisák, J. (2004). Phytoplankton. U: O'Sullivan, P.E., Reynolds, C.S. (Eds). The Lakes Handbook: Limnology and Limnetic Ecology, Volume 1. Blackwell Publishing Ltd, 251-308.

Paerl, H. W. (2008). Nutrient and Other Environmental Controls of Harmful Cyanobacterial Blooms Along the Freshwater–Marine Continuum. U: Hudnell, H. K. (Ed). Cyanobacterial Harmful Algal Blooms: State of the Science and Research Needs. Springer, New York, NY, 217-238.

Paerl, H. W., Fulton, R. S., Moisaner, P. H., Dyble, J. (2001). Harmful freshwater algal blooms, with an emphasis on cyanobacteria. The Scientific World Journal, 1: 76-113.

Paerl, H. W., Gardner, W. S., Havens, K. E., Joyner, A. R., McCarthy, M. J., Newell, S. E., Qin, B., Scott, J. T. (2016). Mitigating cyanobacterial harmful algal blooms in aquatic ecosystems impacted by climate change and anthropogenic nutrients. Harmful Algae, 54: 213-222.

Paerl, H. W., Hall, N. S., Calandrino, E. S. (2011). Controlling harmful cyanobacterial blooms in a world experiencing anthropogenic and climatic-induced change. Science of The Total Environment, 409(10): 1739–1745.

Paerl, H. W., Huisman, J. (2009). Climate change: a catalyst for global expansion of harmful cyanobacterial blooms. Environmental microbiology reports, 1(1): 27-37.

Paerl, H. W., Otten, T. G. (2012). Harmful cyanobacterial blooms: causes, consequences, and controls. Microbial ecology, 65(4): 995-1010.

Paerl, H. W., Paul, V. J. (2012). Climate change: links to global expansion of harmful cyanobacteria. Water research, 46(5): 1349-1363.

Paerl, H.W., Fulton, R.S. (2006). Ecology of Harmful Cyanobacteria. U: Graneli, E., Turner, J. (eds): Ecology of Harmful Algae. Springer, Berlin, Heidelberg, 37-49.

Paerl, H.W., Huisman, J. (2008). Blooms like it hot. Science, 320: 57-58.

Palinska, K. A., Surosz, W. (2014). Taxonomy of cyanobacteria: a contribution to consensus approach. Hydrobiologia, 740(1): 1-11.

Pantelić, D., Svirčev, Z., Simeunović, J., Vidović, M., Trajković, I. (2013). Cyanotoxins: Characteristics, production and degradation routes in drinking water treatment with reference to the situation in Serbia. Chemosphere, 91(4): 421-441.

Paul, V. J. (2008). Global warming and cyanobacterial harmful algal blooms. U: Hudnell, H. K. (Ed). Cyanobacterial Harmful Algal Blooms: State of the Science and Research Needs Springer, New York, NY, 239-257.

Pearson, L. A., Dittmann, E., Mazmouz, R., Ongley, S. E., D'Agostino, P. M., Neilan, B. A. (2016). The genetics, biosynthesis and regulation of toxic specialized metabolites of cyanobacteria. *Harmful Algae*, 54: 98-111.

Petković, N. (2018). Cvetanje *Limnothrix redekei* u zimsko-prolećnoj zajednici fitoplanktona jezera Pariguz. Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu. Master rad, pp. 27.

Petrović, A. M. (2015). Challenges of torrential flood risk management in Serbia. Zbornik radova Geografskog instituta „Jovan Cvijić“. SANU, 65(2): 131-143.

Petrušić, N. (Ed.) (2017). Kvalitet životne sredine u Beogradu za 2016. godinu. Grad Beograd, Gradska uprava, Sekretarijat za zaštitu životne sredine, 344 pp.

Polomčić, D., Stevanović, Z., Bajić, D., Hajdin, B., Vakanjac, V. R., Dokmanović, P., Milanović, S. (2012). Vodosnabdevanje i održivo upravljanje podzemnim vodnim resursima u Srbiji. *Vodoprivreda*, 44(258–260): 225-231.

Popović, S. (2018). Diverzitet aerofitskih cijanobakterija i algi u biofilmu odabranih pećina u Srbiji. Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu. Doktorska disertacija, 249 pp.

Popović, S., Subakov Simić, G., Korać, A., Golić, I., Komárek, J. (2016). *Nephrococcus serbicus*, a new coccoid cyanobacterial species from Božana Cave, Serbia. *Phytotaxa*, 289(2): 135-146.

Popović, S., Subakov Simić, G., Stupar, M., Unković, N., Predojević, D., Jovanović, J., Ljaljević Grbić, M. (2015). Cyanobacteria, algae and microfungi present in biofilm from Božana Cave (Serbia). *International Journal of Speleology*, 44(2): 4.

Pravilnik o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda, Sl. glasnik RS, 74/2011, 30 pp.

Pravilnik o utvrđivanju vodnih tela površinskih i podzemnih voda, Sl. glasnik RS, 96/2010, 40 pp.

Predojević, D. (2017). Procena ekološkog statusa reke Zasavice na osnovu algoloških parametara. Univerzitet u Beogradu, Biološki fakultet, Beograd. Doktorska disertacija. 329 pp.

Predojević, D., Karadžić, V., Subakov-Simić, G. (2015b). Taxonomical composition and functional structure of phytoplankton in two water supply reservoirs in Serbia. *Water Research and Management*, 5: 21-33.

Predojević, D., Popović, S., Kljajić, Ž., Subakov-Simić, G., Blagojević, A., Jovanović, J., Lazić, M. (2015a). Diversity of Cyanobacteria in the Zasavica river, Serbia. *Archives of Biological Sciences*, 67(2): 355-366.

Pujin, V., Đukić, N., Maletin, S., Miljanović, B., Ivanc, A. (1996). Hidrobionti kao pokazatelji kvaliteta vode Jegričke, 69-78.

Quesada, A., Vincent, W. F. (2012). Cyanobacteria in the cryosphere: snow, ice and extreme cold. U: Whitton, B. A. (Ed.). *Ecology of cyanobacteria II*. Springer, Dordrecht, 387-399.

Quiblier, C., Wood, S., Echenique-Subiabre, I., Heath, M., Villeneuve, A., Humbert, J-F. (2013). A review of current knowledge on toxic benthic freshwater cyanobacteria–ecology, toxin production and risk management. *Water research*, 47(15): 5464-5479.

Ramm, J., Rücker, J., Knie, M., Nixdorf, B. (2017). Lost in the dark: estimation of the akinete pool for the recruitment of Nostocales populations (cyanobacteria) in a temperate deep lake. *Journal of Plankton Research*, 39(3): 392-403.

Ranđelović, V., Blaženčić, J. (1997). Hidrofilna flora i vegetacija Vlasinskog jezera. U: Blaženčić, J. (ed). *Vlasinsko jezero - hidrobiološka studija*. Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 207-231.

Rangel, M., Martins, J. C., Garcia, A. N., Conserva, G. A., Costa-Neves, A., Sant'Anna, C. L., de Carvalho, L. R. (2014). Analysis of the toxicity and histopathology induced by the oral administration of *Pseudanabaena galeata* and *Geitlerinema splendidum* (cyanobacteria) extracts to mice. *Marine drugs*, 12(1): 508-24.

Ranković, B., Čomić, Lj., Simić, S. (1994a). Fitoplankton i saprobiološke odlike akumulacije Gruža u 1992. godini. U: Zbornik konferencije o aktuelnim problemima zaštite voda „Zaštita voda '94“. Igalo, 110-115.

Ranković, B., Čomić, Lj., Simić, S. (1994b). Ispitivanje algi površinskih voda na području Kragujevca. U: Zbornik konferencije o aktuelnim problemima zaštite voda „Zaštita voda '94“. Igalo, 193-197.

Ranković, B., Čomić, Lj., Simić, S., Ostojić, A. (1999). Fitoplankton akumulacionog jezera Grošnica. U: Zbornik 28. konferencije o aktuelnim problemima zaštite voda „Zaštita voda '99“. Soko Banja, 157-160.

Ranković, B., Simić, S. (2005). Fitoplankton akumulacionog jezera Gruža. U: Čomić Lj., Ostojić A. (Eds). *Akumulaciono jezero Gruža. Prirodno-matematički fakultet, Kragujevac*, 65-78.

Ranković, B., Simić, S. (2009). Fitoplankton kao pokazatelj kvaliteta vode akumulacije Barje. U: Zbornik 38. godišnje konferencije o aktuelnim problemima korišćenja i zaštite voda „Voda 2009“. Zlatibor, 87-92.

Ranković, B., Simić, S., Bogdanović, D. (2006). Phytoplankton as indicator of water quality of lakes Bubanj and Šumarice during Autumn. *Kragujevac Journal of Science*, 28:107-114

Ratajac, R., Rajković, D., Stojković, S., Bobić, M. (1998). Ispitivanja mikroflore i nekih grupa mikrofaune u zaštićenom ekosistemu Zasavica. U: Zbornik konferencije o aktuelnim problemima zaštite voda „Zaštita voda '98“. Kotor, 377-382.

Reichwaldt, E. S., Ghadouani, A. (2012). Effects of rainfall patterns on toxic cyanobacterial blooms in a changing climate: between simplistic scenarios and complex dynamics. *Water research*, 46(5): 1372-1393.

Ren, C., Guo, P., Li, M., Li, R. (2016). An innovative method for water resources carrying capacity research – metabolic theory of regional water resources. *Journal of environmental management*, 167: 139-146.

Ren, Y., Pei, H., Hu, W., Tian, C., Hao, D., Wei, J., Feng, Y. (2014). Spatiotemporal distribution pattern of cyanobacteria community and its relationship with the environmental factors in Hongze Lake, China. *Environmental monitoring and assessment*, 186(10): 6919-6933.

Republički hidrometeorološki zavod Srbije - RHMZ (2014). *Meteorološki godišnjak - klimatološki podaci za Srbiju, godina 2013*. Beograd: Odeljenje za klimatske prognoze informisanje i obuku Republičkog hidrometeorološkog zavoda Srbije (RHMZ), 214 pp.

Republički hidrometeorološki zavod Srbije – RHMZ (2015). Meteorološki godišnjak - klimatološki podaci za Srbiju, godina 2014. Beograd: Odeljenje za klimatske prognoze informisanje i obuku Republičkog hidrometeorološkog zavoda Srbije (RHMZ), 212 pp.

Republički zavod za statistiku (2019). DI Profil Republika Srbija. http://devinfo.stat.gov.rs/SerbiaProfileLauncher/files/profiles/sr/1/DI_Profil_Republika%20Srbija_EURSRB.pdf (Pristupljeno: 15.01.2019.)

Reynolds, C. S. (1980). Phytoplankton assemblages and their periodicity in stratifying lake systems. *Ecography*, 3(3): 141-159.

Reynolds, C. S. (2006). *The ecology of phytoplankton*. Cambridge University Press, 535 pp.

Rippka R., Deruelles J., Waterbury J. B., Herdman M. R., Stanier R. Y. (1979). Generic assignments, strain histories and properties of pure cultures of Cyanobacteria. *Journal of general microbiology*, 111: 1–61.

Rogers, W.E. (2018). Invasive Species. U: Dellasala, D. A., Goldstein, M. I. (Eds.). *Encyclopedia of the Anthropocene*. Elsevier Inc., 273-280.

Rose, A. K., Fabbro, L., Kinnear, S. (2018). Cyanobacteria breakthrough: Effects of *Limnothrix redekei* contamination in an artificial bank filtration on a regional water supply. *Harmful algae*, 76: 1-10.

Ržaničanin, A. (2004). Bentosne alge reke Rasine. U: Zbornik 33. godišnje konferencije o aktuelnim problemima zaštite voda „Voda 2004“. Borsko jezero, 305-308.

Ržaničanin, A. M., Cvijan, M. V., Krizmanić, J. (2005). Phytoplankton of the Tisa river. *Archives of Biological Sciences*, 57(3): 223-235.

Ržaničanin, A., Cvijan, M., Krizmanić, J., Subakov-Simić, G. (2003). Fitoplankton reke Tise kod Bečeja posle izlivanja cijanida. U: Zbornik 32. konferencije o aktuelnim problemima korišćenja i zaštite voda „Voda 2003“, Zlatibor, 233-239.

Salmaso, N., Bernard, C., Humbert, J-F., Akçaalan, R., Albay, M., Ballot, A., Catherine, A., Fastner, J., Häggqvist, K., Horecká, M., Izydorczyk, K., Köker, L., Komárek, J., Maloufi, S., Mankiewicz-Boczek, J., Metcalf, J. S., Quesada, A., Quiblier, C., Yéprémian, C. (2017). Basic guide to detection and monitoring of potentially toxic cyanobacteria. U: Meriluoto, J., Spoof, L., Codd, G.A. *Handbook on Cyanobacterial Monitoring and Cyanotoxin Analysis*. Wiley, 46-69.

Savadova, K., Mazur-Marzec, H., Karosienė, J., Kasperovičienė, J., Vitonytė, I., Toruńska-Sitarz, A., Koreivienė, J. (2018). Effect of increased temperature on native and alien nuisance cyanobacteria from temperate lakes: an experimental approach. *Toxins*, 10(11): 445.

Schagerl, M., Drozdowski, I., Angeler, D. G., Thomas, H. E. I. N., Preiner, S. (2009). Water age—a major factor controlling phytoplankton community structure in a reconnected dynamic floodplain (Danube, Regelsbrunn, Austria). *Journal of Limnology*, 68(2): 274-287.

Scholz, S. N., Esterhuizen-Londt, M., Pflugmacher, S. (2017). Rise of toxic cyanobacterial blooms in temperate freshwater lakes: Causes, correlations and possible countermeasures. *Toxicological & Environmental Chemistry*, 99(4): 543-577.

Scott, J. T., Marcarelli, A. M. (2012). Cyanobacteria in freshwater benthic environments. U: Whitton, B. A. (Ed.). *Ecology of cyanobacteria II*. Springer, Dordrecht, 271-289.

Sekretarijat za urbanizam i građevinske poslove (2017). Nacrt plana detaljne regulacije za sportski centar „Jezero“ u Resniku, opštine Rakovica i Voždovac sa Izveštajem o strateškoj proceni uticaja plana na životnu sredinu. Urbanistički zavod Beograda, Beograd, 48 pp.

Sekulić, N., Stojšić, V., Budakov, Lj., Branković, D. (1998). Begečka jama u uslovima antropogene eutrofizacije. *Zaštita prirode*, 5: 537-542.

Sendall, B. C., McGregor, G. B. (2018). Cryptic diversity within the *Scytonema* complex: Characterization of the paralytic shellfish toxin producer *Heteroscytonema crispum*, and the establishment of the family Heteroscytonemataceae (Cyanobacteria/Nostocales). *Harmful algae*, 80: 158-170.

Shan, K., Song, L., Chen, W., Li, L., Liu, L., Wu, Y., Jia, Y., Zhou, Q., Peng, L. (2019). Analysis of environmental drivers influencing interspecific variations and associations among bloom-forming cyanobacteria in large, shallow eutrophic lakes. *Harmful Algae*, 84: 84-94.

Simeunović, J., Svirčev, Z., Krstić, S., Lazić, L. (2005). Occurrence of cyanobacterial blooms in Vojvodina water ecosystems. *Geographica Pannonica*, (9): 13-19.

Simić, S. (2004). Changes in structure of the phytoplankton in the Barje Reservoir (Serbia). *Kragujevac Journal of Science*, 26: 53-64.

Simić, S. B. (2002). Distribution of blue-green algae (Cyanophyta) in streams of Mt. Stara planina: Serbia. *Archives of Biological Sciences*, 54(3-4): 141-148.

Simić, S. B., Đorđević, N. B., Milošević, D. (2017). The relationship between the dominance of cyanobacteria species and environmental variables in different seasons and after extreme precipitation. *Fundamental and Applied Limnology/Archiv für Hydrobiologie*, 190(1): 1-11.

Simić, S. B., Karadžić, V. R., Cvijan, M. V., Vasiljević, B. M. (2015). Algal communities along the Sava River. U: Milačić R., Ščančar J., Paunović M. (Eds). *The Sava River* Springer, Berlin, Heidelberg, 229-248.

Simić, S. B., Komárek, J., Đorđević, N. B. (2014). The confirmation of the genus *Glaucoospira* (Cyanobacteria) and the occurrence of *Glaucoospira laxissima* (GS West) comb. nova in Serbia. *Cryptogamie, Algologie*, 35(3): 259-268.

Simić, S., Ostojić, A., Simić, V., Janković, D. (1997). Promene u strukturi planktona i bentosa na delu toka Dunava od Velikog Gradišta do Prahova tokom letnjeg aspekta. *Ekologija*, 32(2): 65-80.

Sinha, R., Pearson, L. A., Davis, T. W., Burford, M. A., Orr, P. T., Neilan, B. A. (2012). Increased incidence of *Cylindrospermopsis raciborskii* in temperate zones—is climate change responsible?. *Water research*, 46(5): 1408-1419.

Sipkay, C., Kiss, K. T., Vadadi-Fülöp, C., Hufnagel, L. (2010). The possible effects of climate change on Danubian phytoplankton communities in Hungary. 38th IAD Conference. Dresden, Germany, 69.

Sivonen, K., Jones, G. (1999). Cyanobacterial toxins. In: Chorus, I, Bartram, J. (Eds). *Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring and management*. London, UK: E & FN Spon, 41–111.

Śliwińska-Wilczewska, S., Maculewicz, J., Barreiro Felpeto, A., Latała, A. (2018). Allelopathic and bloom-forming picocyanobacteria in a changing world. *Toxins*, 10(1): 48.

SRPS EN 15204:2008 (2008). Kvalitet vode - Uputstvo za prebrojavanje fitoplanktona pomoću invertne mikroskopije (postupak po Utermolu). Institut za standardizaciju Srbije (Standard je identičan sa: EN 15204:2006), 42 pp.

SRPS EN 15708:2011 (2011). Kvalitet vode — Uputstvo za procenjivanje, uzorkovanje i laboratorijsku analizu fitobentosa u plitkoj tekućoj vodi. Institut za standardizaciju Srbije (Standard je identičan sa: EN 15708:2009), 22 pp.

SRPS EN 16695:2016 (2016). Kvalitet vode - Uputstvo za procenu biovolumena fitoplanktona. I izdanje. Institut za standardizaciju Srbije (Standard je identičan sa: EN 16695:2015), 100 pp.

SRPS EN 16698:2016 (2016). Kvalitet vode – Uputstvo za kvantitativno i kvalitativno uzorkovanje fitoplanktona iz kopnenih voda. Institut za standardizaciju Srbije (Standard je identičan sa: EN 16698:2015), 35 pp.

SRPS EN ISO 5667-14:2017 (2017). Kvalitet vode – Uzimanje uzoraka – Deo 14: Uputstvo za obezbeđenje kvaliteta i kontrolu kvaliteta pri uzimanju i rukovanju uzorcima vode iz životne sredine. Institut za standardizaciju Srbije (Standard je identičan sa: EN ISO 5667-14:2016), 45 pp.

Staddon, C. (2010). *Managing Europe's Water Resources: Twenty-first Century Challenges*. Farnham, England: Routledge. ISBN: 9780754673217, 89.

Stanković, S. M. (2005). *Jezera Srbije*. Zavod za udžbenike, Beograd, 223 pp.

Starmach, K. (1966). Cyanophyta—sinice. U: Starmach, K. (ed.): *Flora Slodkow Polski*. PAN, Państw. Wyd. Nauk, Warszawa, 753 pp.

Starmach, K. (1974). Cryptophyceae, Dinophyceae, Raphidophyceae. U: Starmach, K., Sieminska, J. (eds.). *Flora Slodkowodna Polski*, 4. Państwowe wydawnictwo naukowe, Warszawa-Krakow, 519 pp.

Starmach, K. (1983). Euglenophyta. Tom 3. U: Starmach, K., Sieminska, J. (eds.). *Flora Slodkowodna Polski*, 3. Państwowe wydawnictwo naukowe, Warszawa-Krakow, 593 pp.

Starmach, K. (1985). Chrysophyceae und Haptophyceae. U: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. (eds.). *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, 1. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York, 515 pp.

Stefaniak, K., Kokciński, M. (2005). Occurrence of invasive Cyanobacteria species in polimictic lakes of the Wielkopolska region (Western Poland). *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 36: 137-148.

Steidinger, K. A., Garccés, E. (2006). Importance of Life Cycles in the Ecology of Harmful Microalgae. U: Garneli E., Turner, J.T. (Eds). *Ecology of Harmful Algae*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 37-49.

Stockner, J., Callieri, C., Cronberg, G. (2000). Picoplankton and other non-bloom-forming cyanobacteria in lakes. U: Whitton, B. A., Potts, M. (Eds.). *The ecology of cyanobacteria* Springer, Dordrecht, 195-231.

Strategija upravljanja vodama na teritoriji Republike Srbije do 2034. godine (2017). Sl. glasnik RS, br. 3/2017, 241 pp.

Strunecký, O., Bohunická, M., Johansen, J. R., Čapková, K., Raabová, L., Dvořák, P., Komárek, J. A. (2017). A revision of the genus *Geitlerinema* and a description of the genus *Anagnostidinema* gen. nov. (Oscillatoriothricaceae, Cyanobacteria). *Fottea*, 17(1): 114–126.

Strunecký, O., Komárek, J., Johansen, J., Lukešová, A., Elster, J. (2013). Molecular and morphological criteria for revision of the genus *Microcoleus* (Oscillatoriales, Cyanobacteria). *Journal of phycology*, 49(6): 1167-1180.

Strunecký, O., Komárek, J., Smarda, J. (2014). *Kamptonema* (Microcoleaceae, Cyanobacteria), a new genus derived from the polyphyletic *Phormidium* on the basis of combined molecular and cytological markers. *Preslia*, 86(2): 193-208.

Stüken, A., Rücker, J., Endrulat, T., Preußel, K., Hemm, M., Nixdorf, B., Karsten, U., Wiedner, C. (2006). Distribution of three alien cyanobacterial species (Nostocales) in Northeast Germany: *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Anabaena bergii* and *Aphanizomenon aphanizomenoides*. *Phycologia*, 45: 696–703.

Subakov, G. (2001). Sezonske promene kvalitativnog i kvantitativnog sastava algi i kvaliteta vode reke Tise i Velikog Bačkog kanala kod Bečeja (Magistarska teza). Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu. Beograd, 163.

Sukenik, A., Hadas, O., Kaplan, A., Quesada, A. (2012). Invasion of Nostocales (cyanobacteria) to subtropical and temperate freshwater lakes—physiological, regional, and global driving forces. *Frontiers in microbiology*, 3: 86.

Sun, J., Liu, D. (2003). Geometric models for calculating cell biovolume and surface area for phytoplankton. *Journal of Plankton Research*, 25(11): 1331-1346.

Sun, S., Wang, Y., Wang, F., Liu, J., Luan, X., Li, X., Zhou, T., Wu, P. (2015). Alleviating Pressure on Water Resources: A new approach could be attempted. *Scientific reports*, 5.

Suthers, M.I., Rissik, D. (2009). *Plankton – A guide to their ecology and monitoring for water quality*, CSIRO Publishing, 256 pp.

Svirčev, Z. B., Tokodi, N., Drobac, D., Codd, G. A. (2014). Cyanobacteria in aquatic ecosystems in Serbia: effects on water quality, human health and biodiversity. *Systematics and biodiversity*, 12(3), 261-270.

Svirčev, Z., Drobac, D., Tokodi, N., Đenić, D., Simeunović, J., Hiskia, A., Kaloudis, T., Mijović, B., Šušak, S., Protić, M., Vidović, M., Onjia, A., Nybom, S., Važić, T., Palanački Malešević, T., Dulić, T., Pantelić, D., Vukašinović, M., Meriluoto, J. (2017b). Lessons from the Užice Case: How to Complement Analytical Data. U: Meriluoto, J., Spoof, L., Codd, G. A. (Eds). *Handbook of Cyanobacterial Monitoring and Cyanotoxin Analysis*. John Wiley & sons, Ltd, 298-308.

Svirčev, Z., Drobac, D., Tokodi, N., Lužanin, Z., Munjas, A. M., Nikolin, B., Vuleta, D., Meriluoto, J. (2014). Epidemiology of cancers in Serbia and possible connection with cyanobacterial blooms. *Journal of Environmental Science and Health, Part C*, 32(4): 319-337.

Svirčev, Z., Simeunović, J., Subakov-Simić, G., Krstić, S., Pantelić, D., & Dulić, T. (2013). Cyanobacterial blooms and their toxicity in Vojvodina lakes, Serbia. *International Journal of Environmental Research*, 7(3): 745-758.

Svirčev, Z., Tokodi, N., Drobac, D. (2017a). Review of 130 years of research on cyanobacteria in aquatic ecosystems in Serbia presented in a Serbian Cyanobacterial Database. *Advances in Oceanography and Limnology*, 8(1): 153-160.

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.

Ter Braak, C. J. F., and P. Šmilauer. 2012. *Canoco Reference Manual and User's Guide: Software for Ordination, Version 5.0*. Ithaca: Microcomputer Power, 496 pp.

Tokodi, N. (2016). Toksične cijanobakterije sa teritorije Republike Srbije. Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu. Doktorska disertacija, 253 pp.

Trbojević, I., Jovanović, J., Kostić, D., Popović, S., Krizmanić, J., Karadžić, V., Simić, G. S. (2017). Structure and succession of periphyton in an urban reservoir: artificial substrate specificity. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 46(4): 379-392.

Trbojević, I., Jovanović, J., Kostić, D., Popović, S., Predojević, D., Karadžić, V., Subakov Simić, G. (2018). Periphyton Developed on Artificial Substrates: Effect of Substrate Type and Incubation Depth. *Russian journal of ecology*, 49(2): 135-142.

Urošević, V. (1992). Lake program. U: Shllaku L., Landner L. (Eds). *Environment in Kosovo*, 55-60.

Urošević, V., Marković, R., Papović, O., Sretić, Lj. (1995). Obraštajne alge u hidrohemijским uslovima Ibra kod Ribarića.- *Univerzitetska misao-Prirodne nauke*, 33-38.

Urošević, V., Marković, R., Papović, O., Sretić, Lj. (1996). Alge planktona i bentosa u hidrohemijским uslovima akumulacionog jezera Gazivode. U: *Zbornik radova: Fizičko-geografski procesi na Kosovu i Metohiji-I*. Univerzitet u Prištini, Prirodno-matematički fakultet, Odsek za geografiju, Priština, 1:45-51.

Utermöhl, H. (1958). Zur vervollkommnung der quantitativen phytoplankton-methodik: Mit 1 Tabelle und 15 abbildungen im Text und auf 1 Tafel. *Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie: Mitteilungen*, 9(1): 1-38.

Várbíró, G., Padisák, J., Nagy-László, Z., Abonyi, A., Stanković, I., Udovič, M. G., B-Béres, V., Borics, G. (2018). How length of light exposure shapes the development of riverine algal biomass in temperate rivers?. *Hydrobiologia*, 809(1): 53-63.

Vardaka, E., Moustaka-Gouni, M., Cook, M.C., Lanaras, Z. (2005). Cyanobacterial blooms and water quality in Greek waterbodies. *Journal of Applied Phycology* 17: 391-401.

Vasconcelos, V. (2006). Eutrophication, toxic cyanobacteria and cyanotoxins: when ecosystems cry for help. *Limnetica*, 25(1-2): 425-432.

Veljić, M., Cvijan, M. (1997). Qualitative analysis of algae of the confluences and middle course of the Kolubara river. *Archives of Biological Sciences*, 49(1-2): 43-49.

Veljković, N., Dejanović, S., Jovanović, D., Bjelović, S., Gligorijević, S. (2012). Informacioni sistem kvaliteta vode zapiće. U: *Zbornik radova sa stručnog skupa „Kvalitet vode u sistemima vodovoda i vode u industriji“*, 08-09. novembar 2012., Beograd, 31-38.

Veljković, N., Jovičić, M. (2006). Analiza kvaliteta voda akumulacija u Srbiji u odnosu na granične vrednosti Direktive 75/440/EEC. U: Zbornik radova 35. godišnje konferencije o aktuelnim problemima korišćenja i zaštite voda „Voda 2006“, Zlatibor, 1-6.

Vincent, W.F. (2009). Cyanobacteria. Encyclopedia of Inland Waters, 3: 226-232.

Visser, P. M., Verspagen, J. M., Sandrini, G., Stal, L. J., Matthijs, H. C., Davis, T. W., Paerl, H. W., Huisman, J. (2016). How rising CO₂ and global warming may stimulate harmful cyanobacterial blooms. Harmful Algae, 54: 145-159.

Vodoprivredna osnova Republike Srbije (2001). Beograd: Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“. Ministarstvo za poljoprivredu, šumarstvo i vodoprivredu Republike Srbije, 385 pp.

Vučković, M., Mirjačić-Živković, B. (2008). Fitoplankton akumulacionog jezera „Grlište“. U: Zbornik 37. godišnje konferencije o aktuelnim problemima korišćenja i zaštite voda "Voda 2008", Mataruška Banja, 153-156.

Wacklin, P., Hoffmann, L., Komárek, J. (2009). Nomenclatural validation of the genetically revised cyanobacterial genus *Dolichospermum* (Ralfs ex Bornet et Flahault) comb. nova. Fottea, 9(1): 59-64.

Walls, J. T., Wyatt, K. H., Doll, J. C., Rubenstein, E. M., Rober, A. R. (2018). Hot and toxic: Temperature regulates microcystin release from cyanobacteria. Science of the Total Environment, 610: 786-795.

Wang, X., Jiang, D., & Lang, X. (2017). Future extreme climate changes linked to global warming intensity. Science Bulletin, 62(24): 1673-1680.

Watson, S. B., Monis, P., Baker, P., Giglio, S. (2016). Biochemistry and genetics of taste- and odor-producing cyanobacteria. Harmful Algae, 54: 112-127.

Watson, S. B., Whitton, B. A., Higgins, S. N., Paerl, H. W., Brooks, B. W., Wehr, J. D. (2015). Harmful Algal Blooms. U: Wehr, J.D., Sheath, R.G., Kociolek, J.P. (Eds). Freshwater Algae of North America: Ecology and Classification (Second Edition), 873–920.

Watson, S. B., Zastepa, A., Boyer, G. L., Matthews, E. (2017). Algal bloom response and risk management: on-site response tools. Toxicon, 129: 144-152.

Wetzel, R. G. (2001). Limnology: lake and river ecosystems. Gulf Professional Publishing, 1006 pp.

Whan, P. M. (2016). Investigation of a novel toxin produced by a *Limnothrix* cyanobacteria. The University of Adelaide (Australia). Doktorska disertacija, 237 pp.

Whitton, B. A., Potts, M. (2012). Introduction to the cyanobacteria. In: Whitton, B. A. (Ed.). Ecology of *Cyanobacteria* II Springer, Dordrecht, 1-13.

Wilk-Woźniak, E., Solarz, W., Najberek, K., Pocięcha, A. (2016). Alien cyanobacteria: an unsolved part of the “expansion and evolution“ jigsaw puzzle? Hydrobiologia, 764(1): 65-79.

Wilmotte, A., Laughinghouse, D. VI, Capelli, C., Rippka, R., Salmaso, N. (2017). Taxonomic Identification of Cyanobacteria by a Polyphasic Approach. U: Kurmayer, R., Sivonen, K., Wilmotte, A., Salmaso, N. (Eds.). Molecular tools for the detection and quantification of toxigenic cyanobacteria. John Wiley & Sons, 79-134.

WMO/UNESCO (1997). Water Resources Assessment – Handbook for Review of National Capabilities, 165 pp.

Wood, R. (2016). Acute animal and human poisonings from cyanotoxin exposure – A review of the literature. *Environment international*, 91: 276-282.

Wood, S. A., Borges, H., Puddick, J., Biessy, L., Atalah, J., Hawes, I., Dietrich, D. R., Hamilton, D. P. (2017). Contrasting cyanobacterial communities and microcystin concentrations in summers with extreme weather events: insights into potential effects of climate change. *Hydrobiologia*, 785(1): 71-89.

World Health Organization – WHO (2003). Guidelines for Safe Recreational Water Environments: Coastal and fresh waters, Vol.1. World Health Organization, 219 pp.

World Health Organization – WHO (2008). Guidelines for drinking-water quality: incorporating 1st and 2nd addenda, Vol.1, recommendations, 3rd ed. World Health Organization, 668 pp.

World Health Organization – WHO (2015). Management of cyanobacteria in drinking-water supplies: information for regulators and water suppliers, No. WHO/FWC/WSH/15.03. World Health Organization, 11 pp.

Wu, N., Schmalz, B., Fohrer, N. (2010). Distribution of phytoplankton in a German lowland river in relation to environmental factors. *Journal of Plankton Research*, 33(5): 807-820.

Yang, Y., Pettersson, K., Padisák, J. (2016a). Repetitive baselines of phytoplankton succession in an unstably stratified temperate lake (Lake Erken, Sweden): a long-term analysis. *Hydrobiologia*, 764(1): 211-227.

Yang, Z., Zhang, M., Shi, X., Kong, F., Ma, R., Yu, Y. (2016b). Nutrient reduction magnifies the impact of extreme weather on cyanobacterial bloom formation in large shallow Lake Taihu (China). *Water research*, 103: 302-310.

Zagajewski, P., Gołdyn, R., Fabiś, M. (2009). Cyanobacterial volume and microcystin concentration in recreational lakes (Poznań – Western Poland). *International Journal of Oceanography and Hydrobiology*, 38 (2): 113-120.

Zakon o vodama, Sl. Glasnik RS, br. 30/2010, 93/2012, 101/2016, 95/2018, 60 pp.

Zapomělová, E., Skácelová, O., Pumann, P., Kopp, R., Janáčková, E. (2012). Biogeographically interesting planktonic Nostocales (Cyanobacteria) in the Czech Republic and their polyphasic evaluation resulting in taxonomic revisions of *Anabaena bergii* Ostefeld 1908 (*Chrysoosporum* gen. nov.) and *A. tenericaulis* Nygaard 1949 (*Dolichospermum tenericaule* comb. nova). *Hydrobiologia*, 698: 353-365.

Zhao, C. S., Shao, N. F., Yang, S. T., Ren, H., Ge, Y. R., Feng, P., Dong, B.E., Zhao, Y. (2019). Predicting cyanobacteria bloom occurrence in lakes and reservoirs before blooms occur. *Science of The Total Environment*, 670: 837-848.

Zhou, J., Qin, B., Han, X., Zhu, L. (2016). Turbulence increases the risk of microcystin exposure in a eutrophic lake (Lake Taihu) during cyanobacterial bloom periods. *Harmful algae*, 55: 213-220.

Zimba, P. V., Moeller, P. D., Beauchesne, K., Lane, H. E., Triemer, R. E. (2010). Identification of euglenophycin–A toxin found in certain euglenoids. *Toxicon*, 55(1): 100-104.

Zohary, T., Padisák, J., Naselli-Flores, L. (2010). Phytoplankton in the physical environment: beyond nutrients, at the end, there is some light. *Hydrobiologia*, 639(1): 261-269.

<http://feeserbia.com/programi/spisak-plaza-i-marina/>. Pristupljeno: 15.06.2019.

<http://www.batut.org.rs/index.php?content=714>. Pristupljeno: 26.07.2019.

<https://rakovica.rs/o-rakovici/prirodne-lepote/jezero-pariguz/> (pristupljeno: 02.05.2019. godine).

<https://www.blic.rs/vesti/drustvo/batut-alge-iz-vode-u-uzicu-deluju-toksicno-na-jetru-i-nervni-sistem/k0rr149>. Pristupljeno: 26.07.2019.

<https://www.eea.europa.eu/archived/archived-content-water-topic/wise-help-centre/glossary-definitions/water-body> (Pristupljeno: 28.08.2019).

8. PRILOZI

8.1. Prilog 1: Spisak uzoraka za svaki ispitivani lokalitet.

Lokalitet – ispitivana zajednica (broj obrađenih uzoraka)	Oznake uzoraka
Akumulacija Perućac (Ak. BajinaBašta) – plankton (2)	BT27022012; BT16892015;
Akumulacija Zvornik – plankton (8)	BT27052012; BT40862012; BT40872012; BT40882012; BT40892012; BT40902012; BT40912012; BT16912015;
Zaovinsko jezero (Ak. Lazići) – plankton (8)	BT26972012; BT27012012; BT66182012; BT66222012; BT16832015; BT16842015; BT44182015; BT44192015;
Ribničko jezero – plankton (4)	BT45942015; BT45952015; BT45962015; BT45972015;
Akumulacija Kruščica – plankton (4)	BT27002012; BT66212012; BT16852015; BT44202015;
Zlatarsko jezero (Ak. KokinBrod) – plankton (4)	BT26942012; BT66152012; BT16802015; BT44172015;
Akumulacija Radojinja – plankton (4)	BT26932012; BT66162012; BT16822015; BT44162015;
Akumulacija Potpeć – plankton (4)	BT26962012; BT66172012; BT16812015; BT44152015;
Akumulacija Uvac – plankton (2)	BT26952012; BT16792015;
Akumulacija Međuvršje – plankton (2)	BT66142012; BT16782015;
Akumulacija Vrutci – plankton (3)	BT63952013; BT63962013; BT63992013;
Akumulacija Garaši – plankton (10)	BT07092016; BT07102016; BT07112016; BT07122016; BT07132016; BT07142016; BT07152016; BT07162016; BT07172016; BT07182016;
Akumulacija Bukulja – plankton (27)	BT09062016; BT10402016; BT10412016; BT10422016; BT10432016; BT10442016; BT10452016; BT14612016; BT17312016; BT17812016; BT18592016; BT19382016; BT20942016; BT23912016; BT26192016; BT29872016; BT14492017; BT15642017; BT18102017; BT25112017; BT30442017; BT34512017; BT43712017; BT48152017; BT49692017; BT53082017; BT61092017;
Akumulacija Barje – plankton (2)	BT22232014; BT39282015;
Akumulacija Čelije – plankton (93)	BT30362014; BT30372014; BT30382014; BT30392014; BT30402014; BT30412014; BT30422014; BT30432014; BT19592015; BT19602015; BT19612015; BT21142015; BT22782015; BT22792015; BT22802015; BT22812015; BT22822015; BT37442015; BT44812015; BT23162016; BT24952016; BT24962016; BT24972016; BT24982016; BT24992016; BT25002016; BT25012016; BT25022016; BT25032016; BT25042016; BT25052016; BT25062016; BT25072016; BT25082016; BT25092016; BT25102016;

	BT25112016; BT25122016; BT25132016; BT25142016; BT25152016; BT25162016; BT25172016; BT25182016; BT25192016; BT25202016; BT25212016; BT25222016; BT25232016; BT25242016; BT25252016; BT25262016; BT01362017; BT29802017; BT33472017; BT33482017; BT33492017; BT33502017; BT33512017; BT33522017; BT33532017; BT33542017; BT33552017; BT33562017; BT33572017; BT33582017; BT33592017; BT33602017; BT33612017; BT33622017; BT33632017; BT33642017; BT33652017; BT33662017; BT33672017; BT33682017; BT33692017; BT33702017; BT33712017; BT33722017; BT33732017; BT33742017; BT33752017; BT33762017; BT33772017; BT33782017; BT34482017; BT34492017; BT46482017; BT46492017; BT46502017; BT50752017; BT61922017;
Brestovačko jezero – plankton (4)	BT42762014; BT42772014; BT37632016; BT37642016;
Akumulacija Prvonek – plankton (54)	BT38212014; BT38222014; BT38232014; BT38242014; BT38252014; BT38262014; BT38272014; BT38282014; BT38292014; BT36422015; BT36432015; BT36442015; BT36452015; BT36462015; BT36472015; BT36482015; BT36492015; BT36502015; BT11792016; BT37672016; BT37682016; BT37692016; BT37702016; BT37712016; BT37722016; BT37732016; BT37742016; BT37752016; BT21352017; BT21362017; BT21372017; BT21382017; BT21392017; BT21402017; BT21412017; BT21422017; BT21432017; BT45182017; BT45192017; BT45202017; BT45212017; BT45222017; BT45232017; BT45242017; BT45252017; BT45262017; BT53702017; BT53712017; BT53732017; BT53742017; BT53752017; BT53762017; BT53772017; BT53782017;
Savsko jezero – plankton (15+36)	BT39512012; BT39522012; BT39532012; BT39542012; BT56892012; BT56912012; BT56932012; BT56952012; BT36472013; BT36492013; BT36512013; BT36532013; BT44502013; BT44522013; BT44542013; BT44562013; BT50922014; BB5460; BB5461; BB5462; BB5463; BB5467; BB5464; BB5465; BB5466; BB5468; BB5469; BB5470; BB5471; BB5472; BB5473; BB5474; BB5475; BB5476; BB5353; BB5354; BB5355; BB5356; BB5357; BB5358; BB5359; BB5360; BB5361; BB5362; BB5363; BB5364; BB5365; BB5366; BB5367; BB5368; BB5369; BB5370; BB5371;
bentos (12)	BT56902012; BT56922012; BT56942012; BT56962012; BT36482013; BT36502013; BT36522013; BT36542013; BT44512013; BT44532013; BT44552013; BT44572013;
Akumulacija Duboki Potok – plankton (4)	BT34282012; BT57012012; BT34922013; BT46302013;

bentos (4)	BT34292012; BT57022012; BT34932013; BT46312013;
Akumulacija Bela Reka – plankton (4)	BT34262012; BT56992012; BT34902013; BT46282013;
bentos (4)	BT34272012; BT57002012; BT34912013; BT46292013;
Akumulacija Pariguz – plankton (4+18)	BT34242012; BT56972012; BT34882013; BT46262013; *IBP02171; *IBP02172; *IBP03171; *IBP03172; *IBP04171; *IBP04172; *IBP05171; *IBP05172; *IBP06171; *IBP06172; *IBP07171; *IBP07172; *IBP08171; *IBP08172; *IBP10171; *IBP10172; *IBP11171; *IBP11172;
bentos (4)	BT34252012; BT56982012; BT34892013; BT46272013;
Reka Dunav kod Zemuna – plankton (70)	BT48812012; BT48832012; BT71562012; BT71602012; BT73852012; BT73872012; BT86262012; BT86302012; BT86312012; BT86332012; BT15772013; BT15812013; BT20682013; BT20702013; BT35022013; BT35042013; BT35052013; BT35092013; BT48892013; BT48932013; BT51012013; BT51032013; BT60722013; BT60762013; BT62872013; BT62892013; BT18752014; BT18772014; BT18782014; BT18822014; BT31882014; BT31922014; BT31932014; BT31952014; BT42802014; BT42842014; BT42852014; BT42872014; BT51292014; BT51312014; BT51322014; BT51362014; BT12172015; BT12212015; BT13832015; BT13852015; BT36722015; BT36742015; BT36752015; BT36792015; BT42812015; BT42842015; BT47412015; BT47452015; BT53652015; BT53682015; BT04022016; BT04062016; BT16712016; BT16742016; BT16752016; BT16792016; BT35952016; BT35992016; BT49032016; BT49072016; BT03872017; BT03912017; BT17252017; BT17292017;
Reka Dunav kod Batajnice – plankton (3)	BT66742012; BT33992013; BT52632013;
bentos (1)	BT52642013;
Reka Dunav kod Vinče – plankton (3)	BT66762012; BT34012013; BT52652013;
bentos (1)	BT52662013;
Reka Lim kod Prijepolja – plankton (40)	BT42332012; BT42362012; BT66092012; BT66122012; BT86122012; BT86152012; BT18762013; BT18792013; BT34962013; BT34992013; BT50512013; BT50542013; BT63872013; BT63902013; BT18272014; BT18302014; BT34012014; BT34042014; BT43942014; BT43972014; BT53522014; BT53552014; BT17842015; BT17872015; BT30522015; BT30552015; BT50432015; BT50462015; BT53172015; BT53202015; BT29052016; BT29082016; BT38822016; BT38852016; BT52902016; BT52932016; BT05942017; BT05972017; BT32922017; BT32952017;

Reka Sava kod Beograda – plankton (6)	BT66702012; BT66722012; BT34032013; BT34052013; BT52592013; BT52612013;
bentos (6)	BT66712012; BT66732012; BT34042013; BT34062013; BT52602013; BT52622013;
Reka Tisa kod Kanjiže – plankton (12)	BT24292016; BT27742016; BT30062016; BT31452016; BT33272016; BT36522016; BT31922017; BT35002017; BT37602017; BT40802017; BT43442017; BT46472017;
Baturski Rzav – bentos (4)	BT26992012; BT66202012; BT16872015; BT44222015;
Karaklijski Rzav – bentos (4)	BT26982012; BT66192012; BT16862015; BT44212015;
Reka Vrelo kod Perućca – bentos (6)	BT27042012; BT66242012; BT16882015; BT34902015; BT44232015; BT51192015;
Topčiderski potok – bentos (1)	BT66802012;
Barička reka – bentos (1)	BT66782012;
Barajevska reka – bentos (1)	BT66812012;
Reka Turija – bentos (1)	BT66832012;
Jezero Palić – plankton (1)	BB5385;
Jezero Ludoš – plankton (1)	BB5387;
Krvavo jezero – plankton (1)	BB5386.

8.2. Prilog 2: Mikrofotografije odabranih predstavnika cijanobakterija.

(sa leve strane dati su nazivi taksona, a sa leve table sa fotografijama odabranih taksona; petocifreni broj naveden u zagradi predstavlja evidencioni broj u algoteci Katedre za algologiju, mikologiju i lihenologiju Biološkog fakulteta Univerziteta u beogradu)

Tabla 1

1. *Anathece clathrata* (59192)
2. *Anathece minutissima* (59179)
3. *Anathece smithii* (59170)
4. *Cyanodictyon* sp. (59169)
5. *Cyanodictyon* cf. *imperfectum* (59189)
6. *Lemmermanniella parva* (obojeno Lugolovim rastvorom; DIC kontrast) (59139)
7. *Rhabdoderma lineare* (59203)
8. *Rhabdoderma vermiculare* (59127)

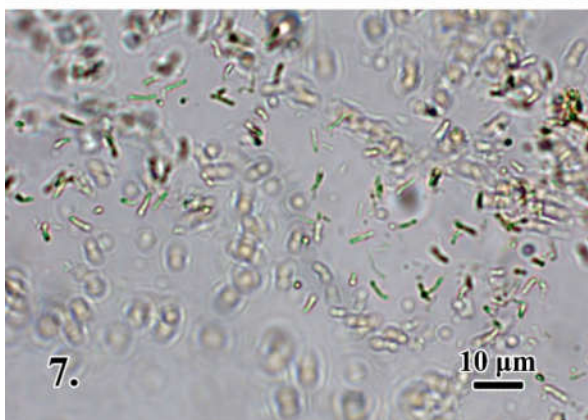
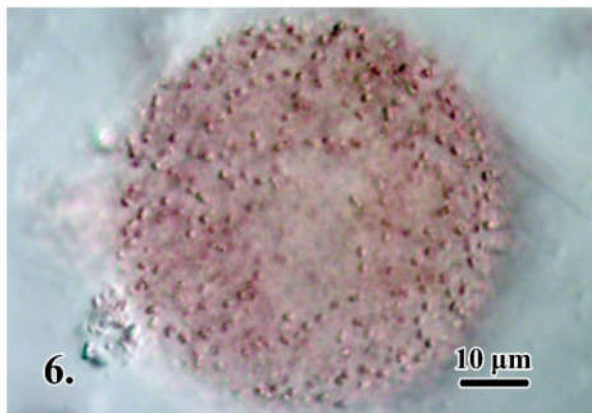
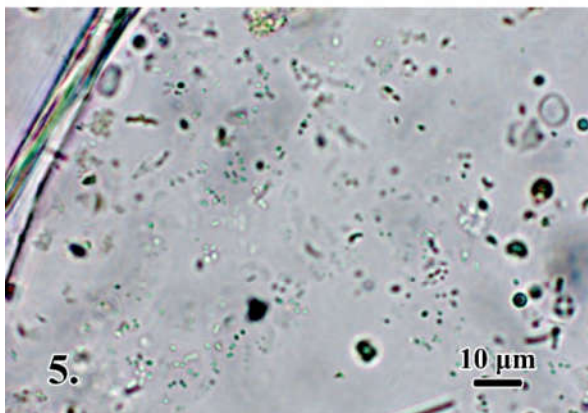
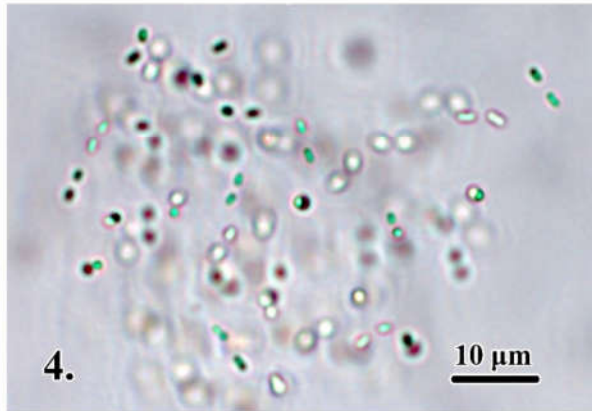
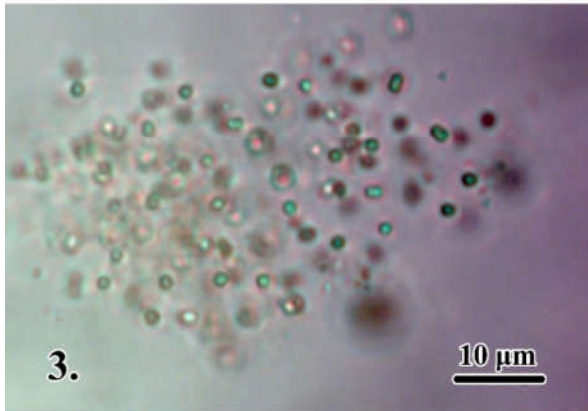
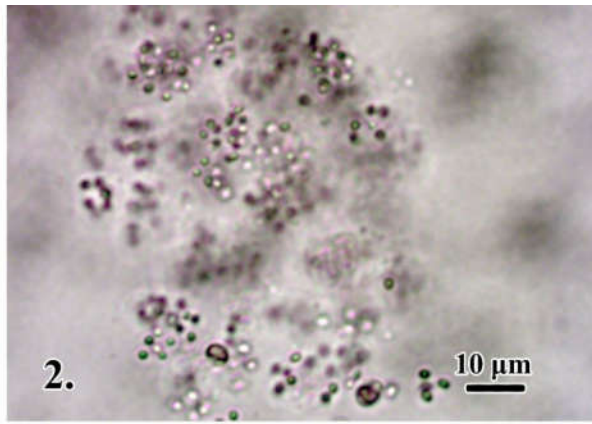


Tabla 2

9. *Aphanocapsa conferta* (59080)
10. *Aphanocapsa delicatissima* (obojeno Lugolovim rastvorom) (59135)
11. *Aphanocapsa grevillei* (59063)
12. *Aphanocapsa holsatica* 1994 (59136)
13. *Aphanocapsa holsatica* (DIC kontrast) (59074)
14. *Aphanocapsa incerta* (59137)
15. *Aphanocapsa rivularis* (59205)
16. *Eucapsis microscopica* (DIC kontrast) (59098)

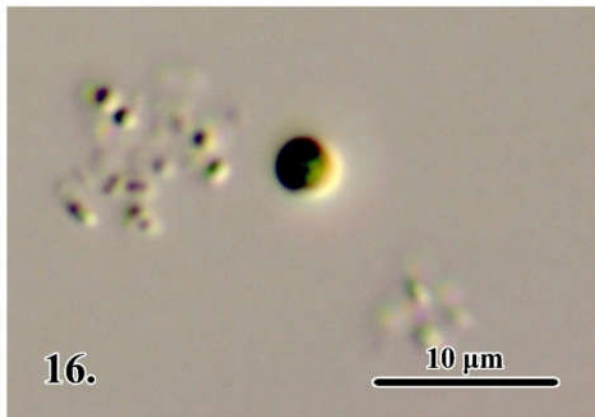
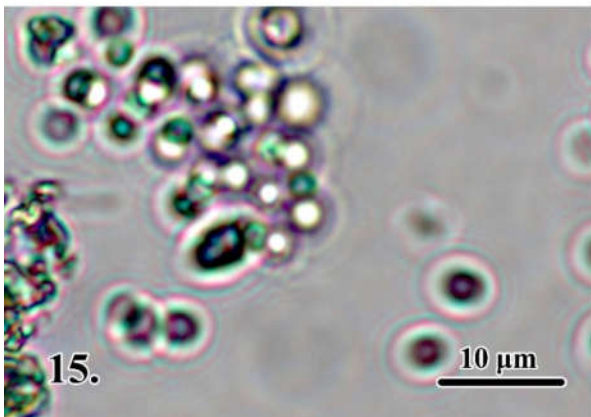
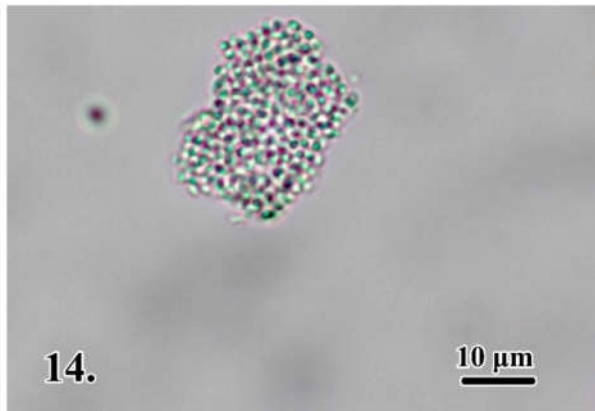
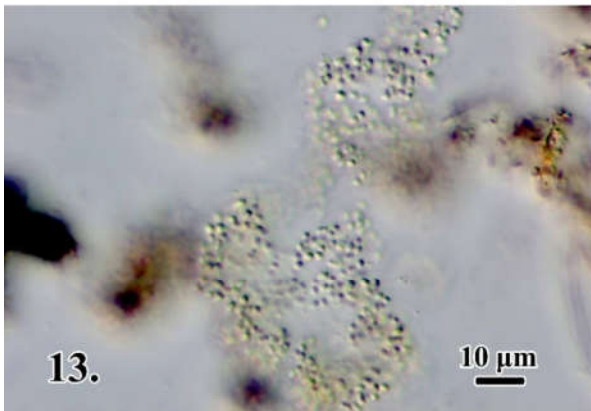
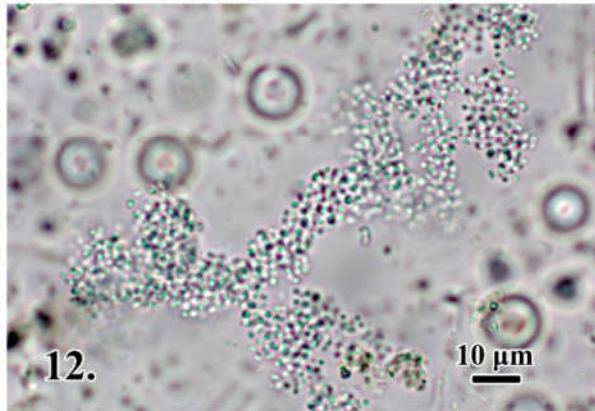
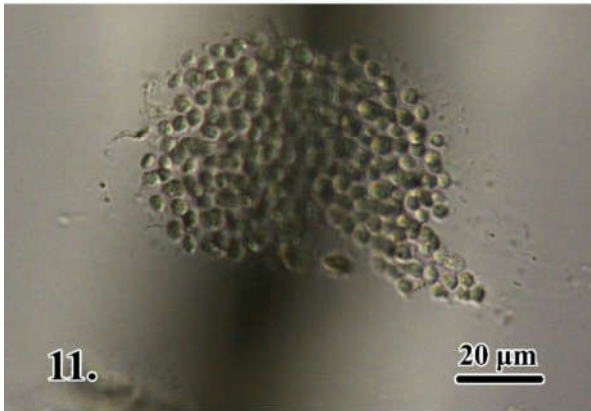
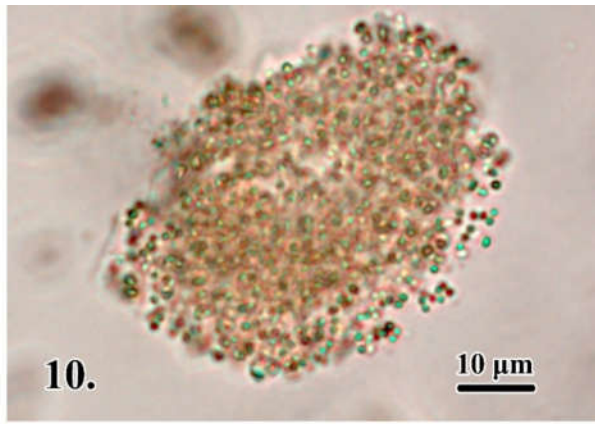
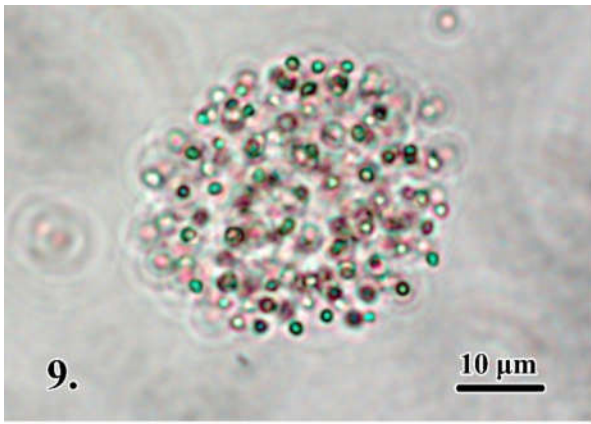


Tabla 3

17. *Limnococcus limneticus* (59058)
18. *Merismopedia glauca* (DIC kontrast) (59144)
19. *Merismopedia punctata* (59150)
20. *Merismopedia tenuissima* (59073)
21. *Merismopedia* cf. *trolleri* (59133)
22. *Merismopedia* sp. (cf. *Merismopedia ferrophila* Hindák 1982) (59132)
23. *Microcrocis* sp. (obojeno Lugolovim rastvorom) (59130)
24. *Synechocystis aquatilis* (59112)

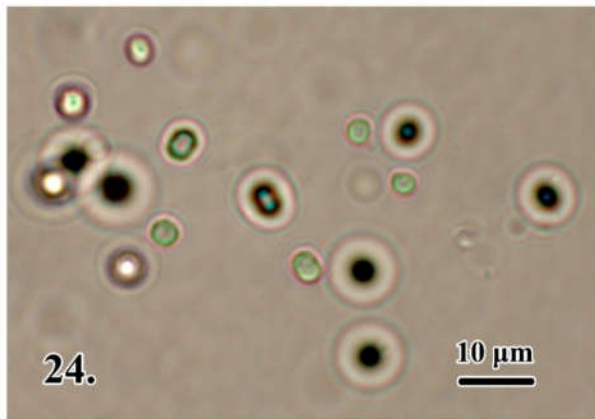
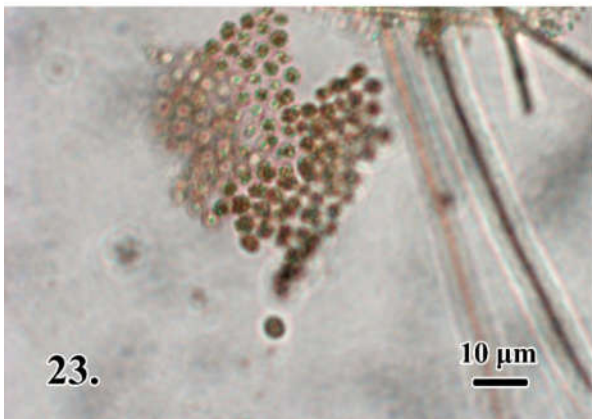
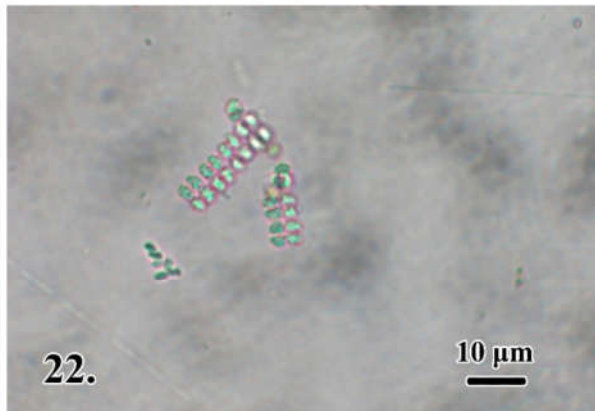
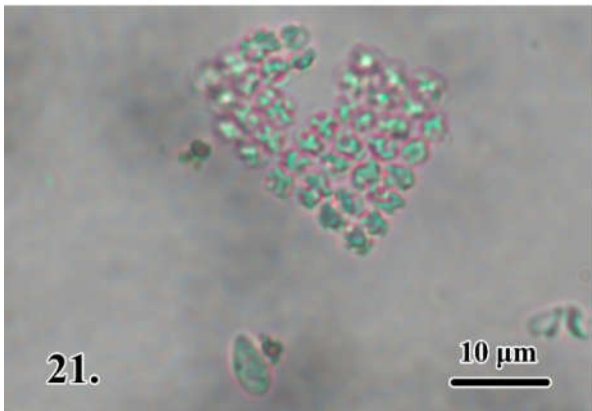
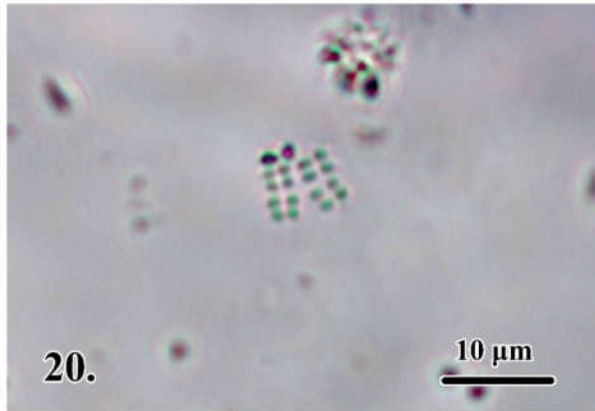
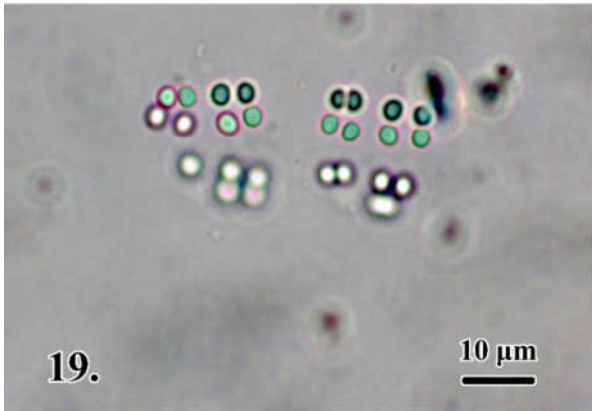
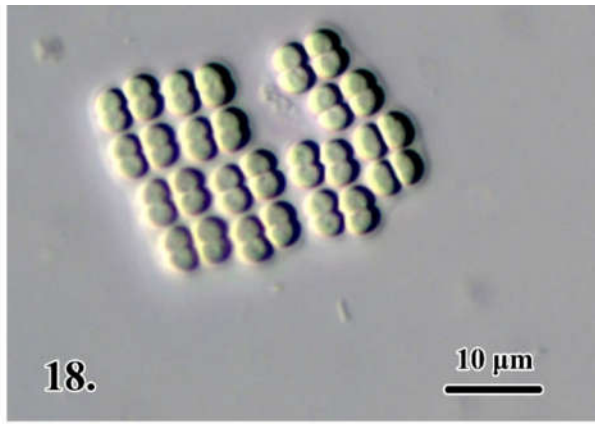
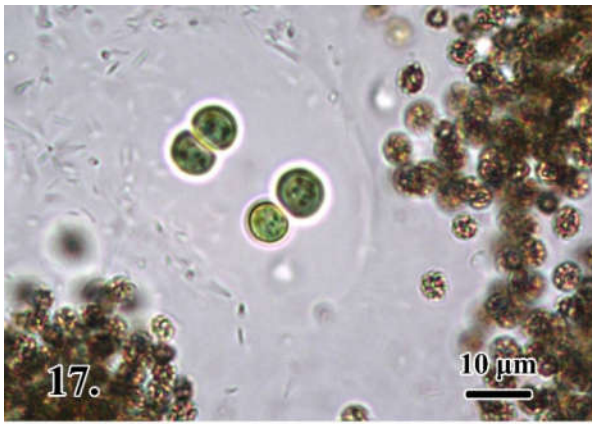


Tabla 4

25. *Coelosphaerium aerugineum* (obojeno Lugolovim rastvorom) (59123)
26. *Coelosphaerium aerugineum* (59212)
27. *Coelosphaerium kuetzingianum* (59197)
28. *Woronichinia* sp. (59066)
29. *Woronichinia compacta* (59067)
30. *Woronichinia naegeliana* 1933 (59065)
31. *Snowella atomus* (59128)
32. *Snowella lacustris* (59053)
33. *Snowella litoralis* (59113)
34. *Snowella septentrionalis* (59092)

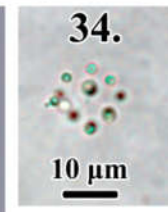
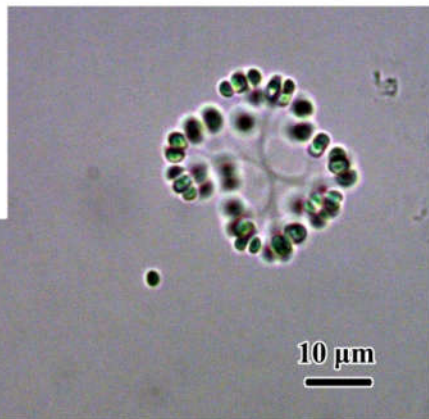
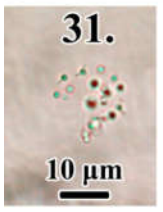
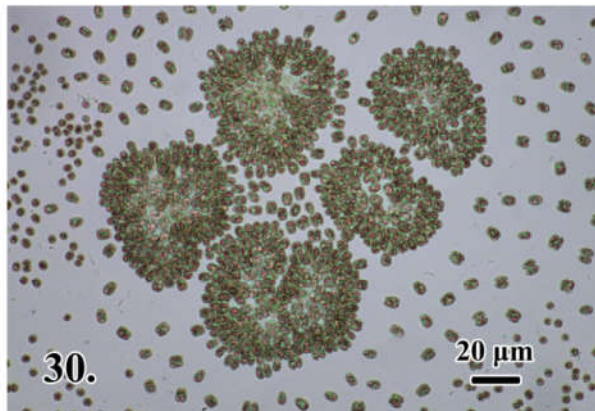
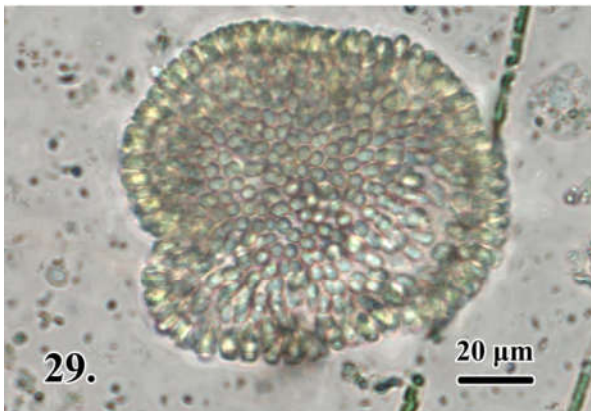
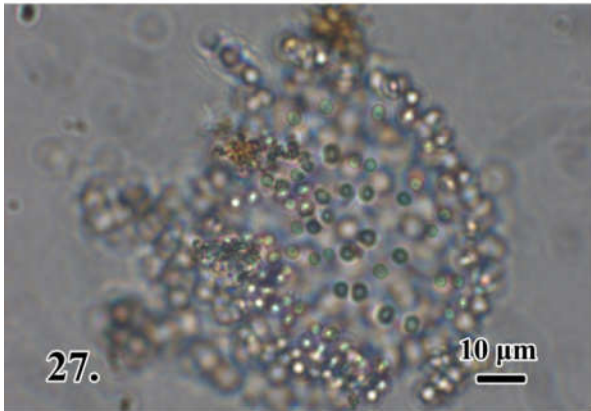


Tabla 5

35. *Jaaginema cf. gracile* (59119)

36. *Jaaginema cf. quadripunctulatum* (59238)

37. *Jaaginema subtilissimum* (59151)

38. *Komvophoron minutum* (59204)

39. *Limnothrix lauterbornii* (59024)

40. *Limnothrix obliqueacuminata* (59110)

41. *Anagnostidinema amphibium*, *Limnothrix redekei* i *Limnothrix planctonica*, redom (DIC kontrast) (59218)

42. *Limnothrix redekei* (59131)

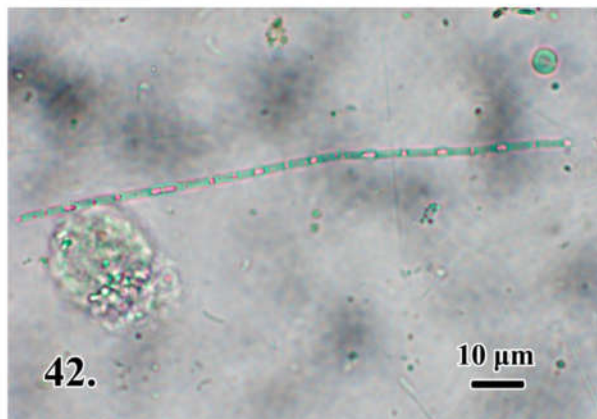
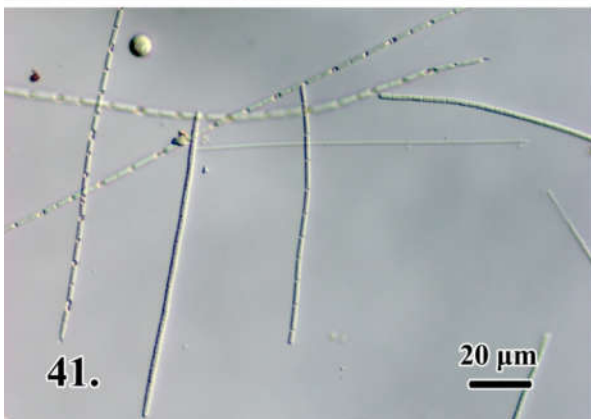
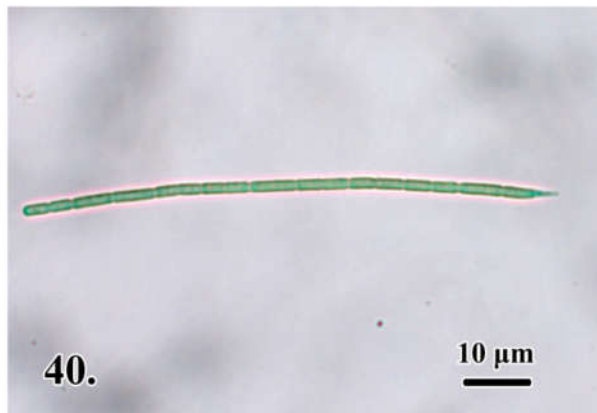
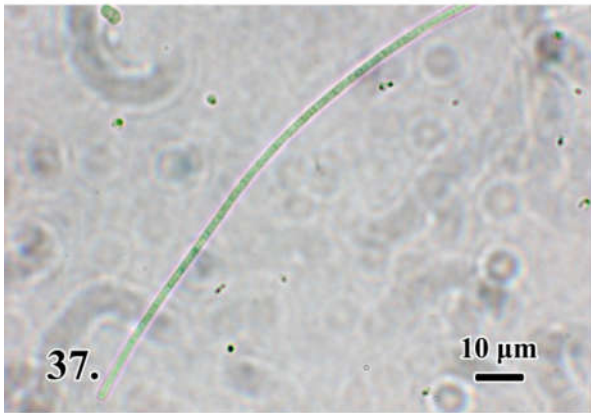
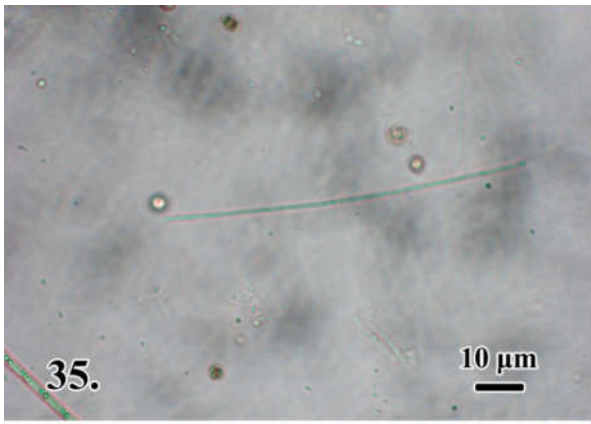


Tabla 6

43. *Pseudanabaena catenata* (59071)
44. *Pseudanabaena galeata* (59016)
45. *Pseudanabaena* cf. *contorta* (59241)
46. *Pseudanabaena limnetica* (59104)
47. *Leptolyngbya foveolarum* (59020)
48. *Leptolyngbya lurida* (59008)
49. *Leptolyngbya subtilis* (59033)
50. *Leptolyngbya notata* (59004)
51. *Leptolyngbya perforans* (59166)
52. *Leptolyngbya valderiana* (59242)

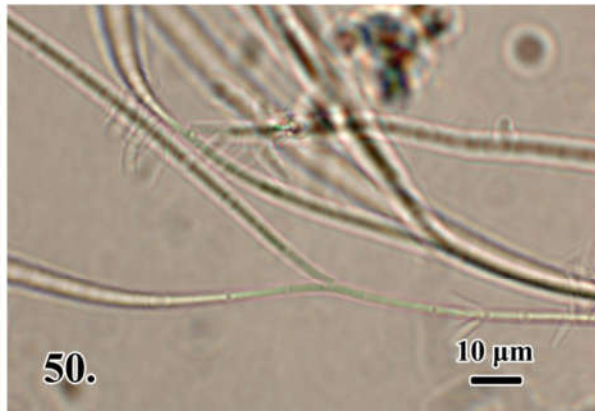
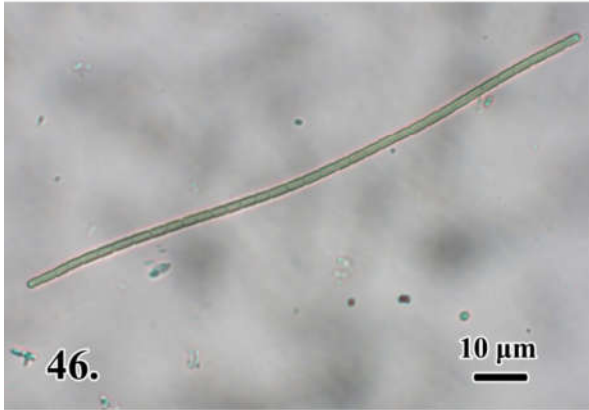
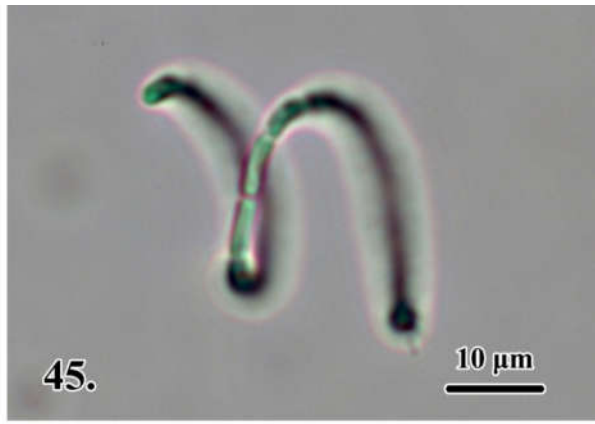
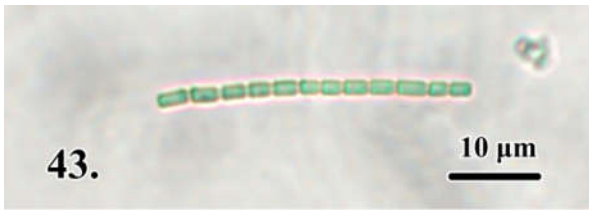


Tabla 7

53. *Planktolyngbya contorta* (59148)
54. *Planktolyngbya limnetica* (DIC kontrast) (59220)
55. *Heteroleibleinia ucrainica* (59141)
56. *Tapinothrix janthina* (59187)
57. *Tapinothrix janthina* (obojeno Lugolovim rastvorom) (59188)
58. *Tapinothrix varians* (59006)
59. *Glaucospira* sp. (59155)
60. *Spirulina major* (59221)

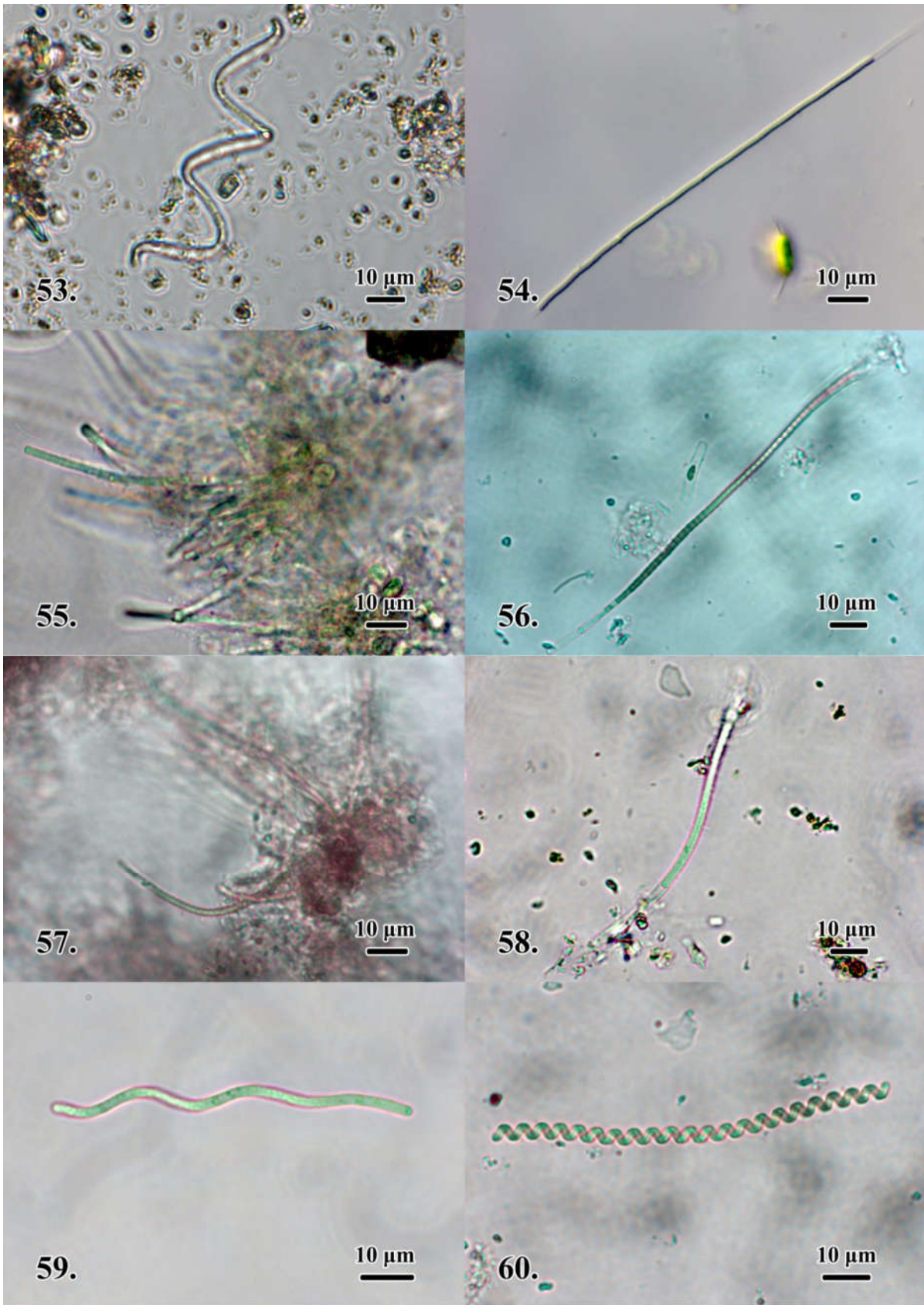


Tabla 8

61. *Microcystis aeruginosa* (59052)

62. *Microcystis flosaquae* (59055)

63. *Microcystis ichthyoblabe* (59045)

64. *Microcystis viridis* (DIC kontrast; obojeno Lugolovim rastvorom) (59224)

65. *Microcystis wesenbergii* (DIC kontrast) (59143)

66. *Microcystis* spp. (*Microcystis* sp., *M. viridis* i *M. aeruginosa*; obojeno Lugolovim rastvorom) (59225)

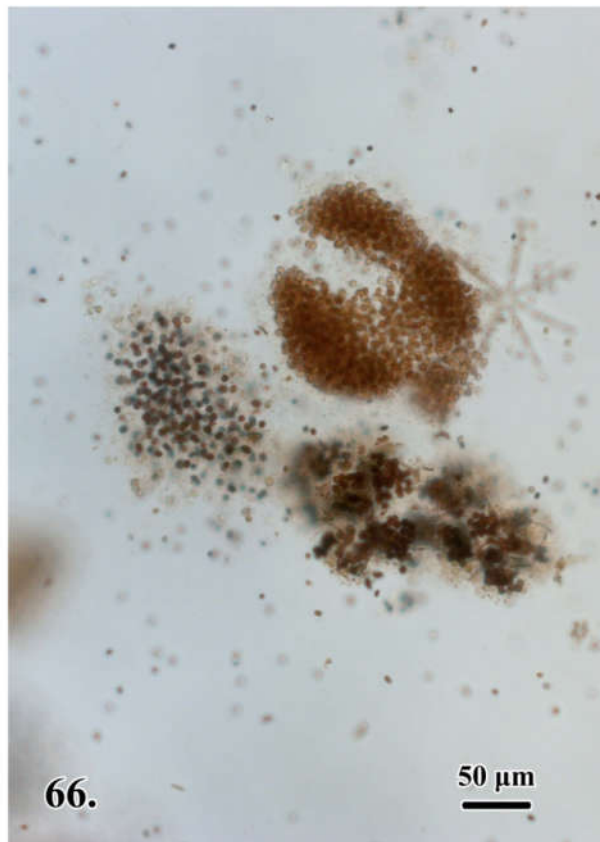
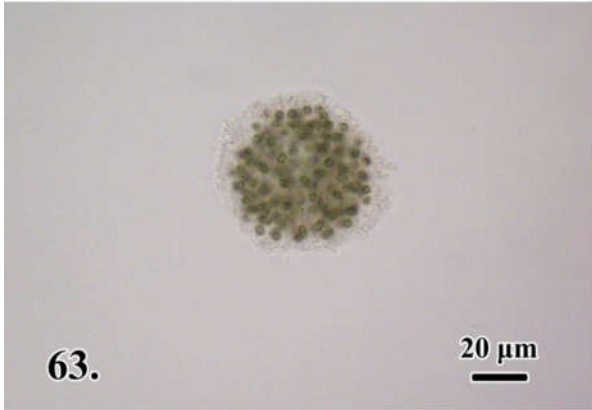
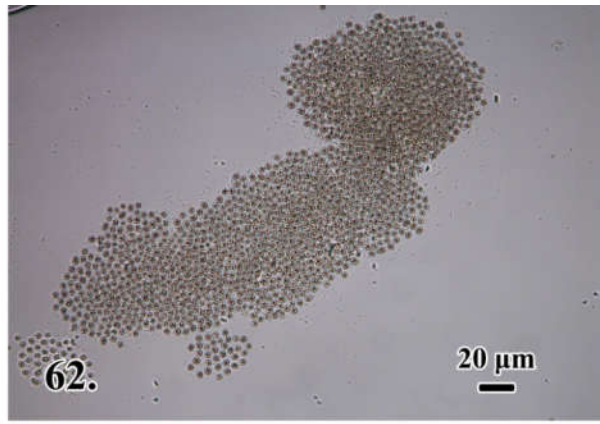
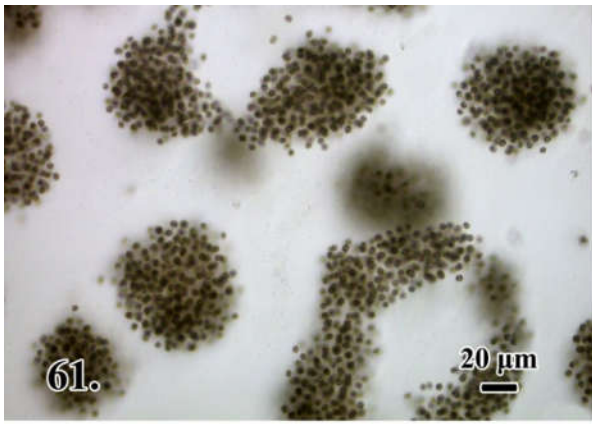


Tabla 9

67. *Aphanothece stagnina* (59190)
68. *Chroococcus dispersus* (59125)
69. *Chroococcus minimus* (59091)
70. *Chroococcus minutus* (59058)
71. *Chroococcus planctonicus* (59120)
72. *Cyanosarcina chroococcoides* (59152)
73. *Cyanosarcina chroococcoides* (59153)
74. *Cyanosarcina* sp. (59181)
75. *Pleurocapsa minor* (59003)

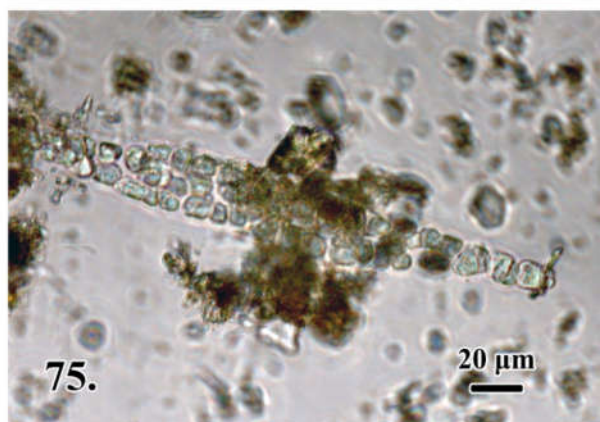
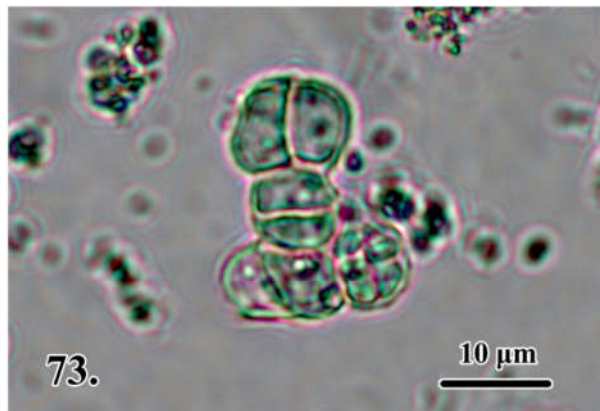
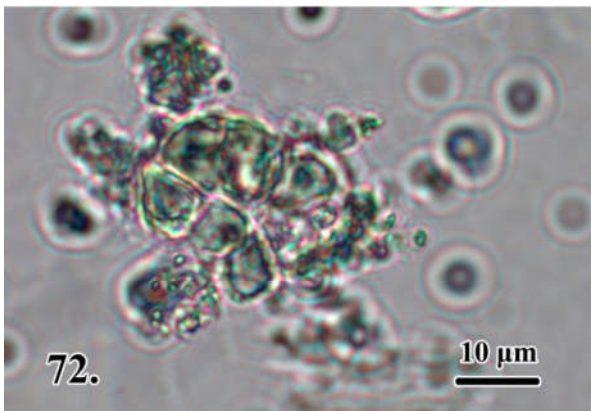
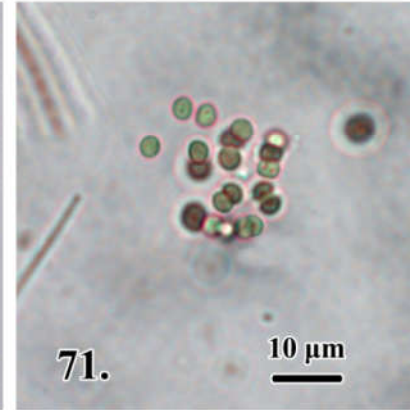
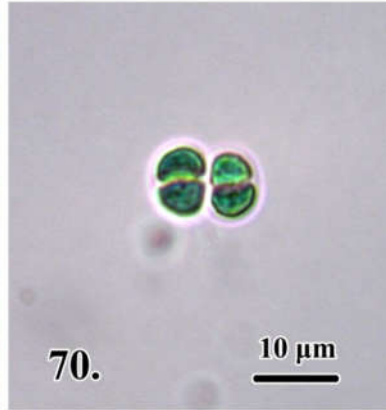
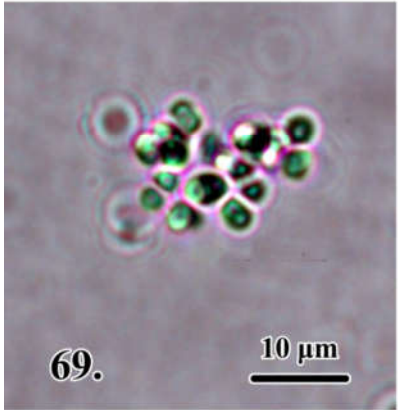
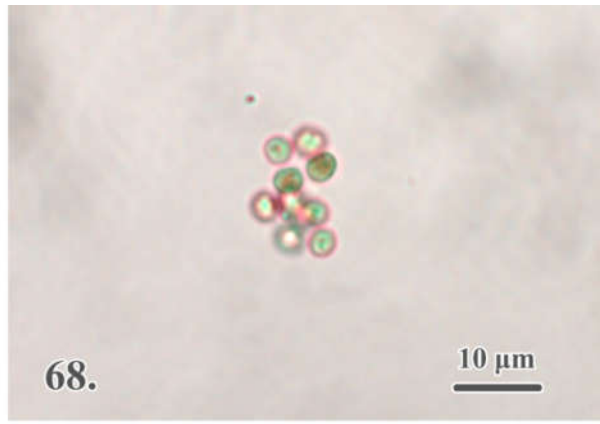
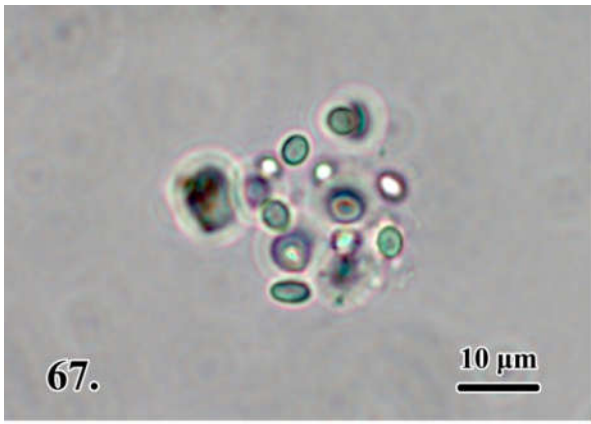


Tabla 10

76. *Johanseninema constrictum* (59211)
77. *Komvophoron skujae* (59229)
78. *Kamptonema formosum* (59243)
79. *Anagnostidinema acutissimum* (59156)
80. *Anagnostidinema amphibium* (59217)
81. *Microcoleus autumnalis* (59207)
82. *Microcoleus fonticola* (59226)
83. *Microcoleus autumnalis* (59208)
84. *Planktothrix agardhii* (59228)
85. *Planktothrix rubescens* (59163)

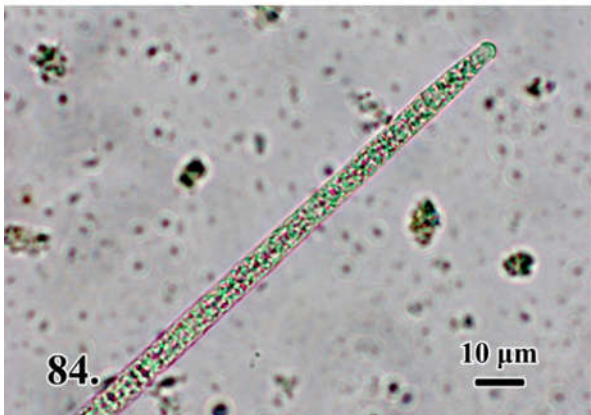
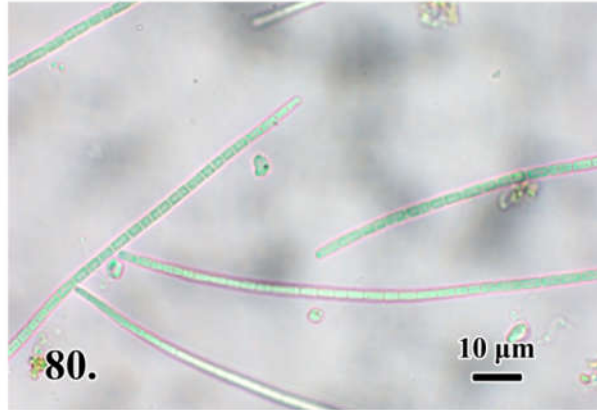
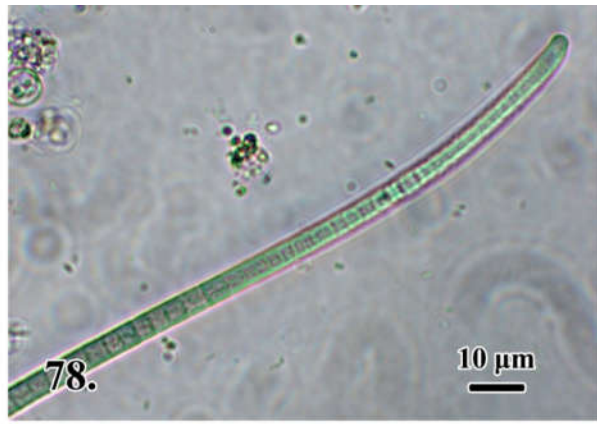
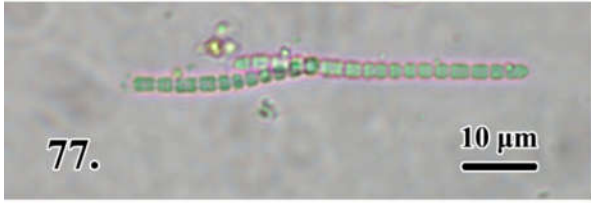
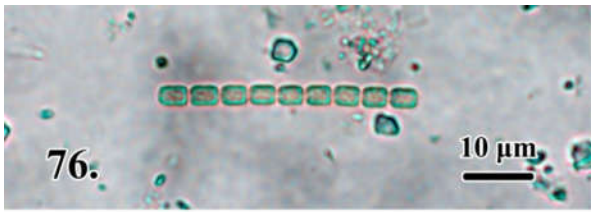


Tabla 11

86. *Oscillatoria chlorina* f. *perchlorina* (59031)
87. *Phormidium chlorinum* (59009)
88. *Oscillatoria limosa* (DIC kontrast) (59168)
89. *Oscillatoria limosa* (59180)
90. *Oscillatoria simplicissima* (59167)
91. *Oscillatoria tenuis* (59012)
92. *Phormidium corium* (59184)
93. *Phormidium granulatum* (59010)
94. *Phormidium interruptum* (59001)
95. *Phormidium tergestinum* (59182)

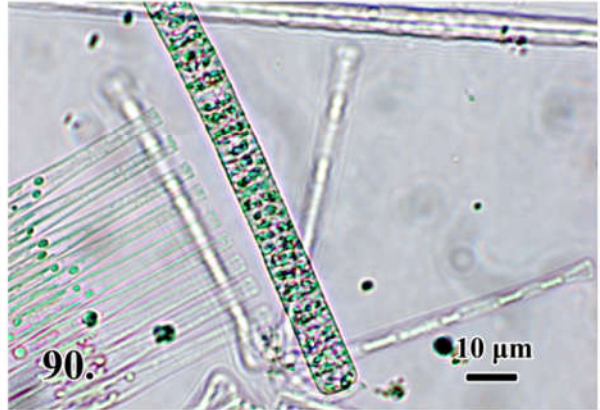
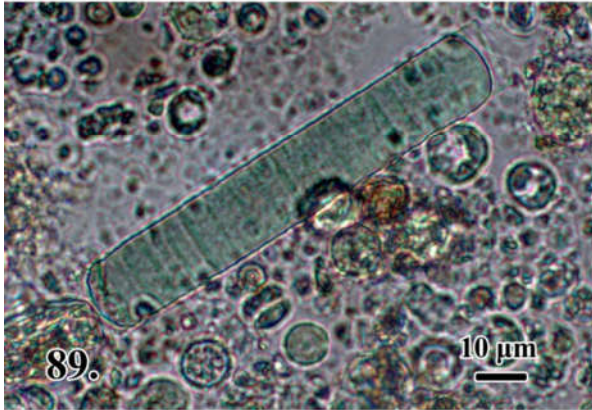
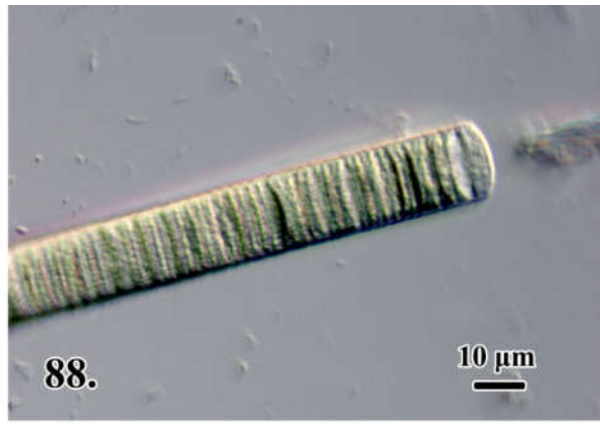


Tabla 12

96. *Calothrix fusca* (obojeno Lugolovim rastvorom) (59108)
97. *Rivularia* sp. (obojeno Lugolovim rastvorom) (59230)
98. *Tolypothrix distorta* (59232)
99. *Tolypothrix distorta* – u masi (59231)
100. *Anabaenopsis circularis* (59048)
101. *Anabaenopsis cunningtonii* (59040)
102. *Anabaenopsis elenkinii* (59047)
103. *Anabaenopsis elenkinii* (obojeno Lugolovim rastvorom) (59075)

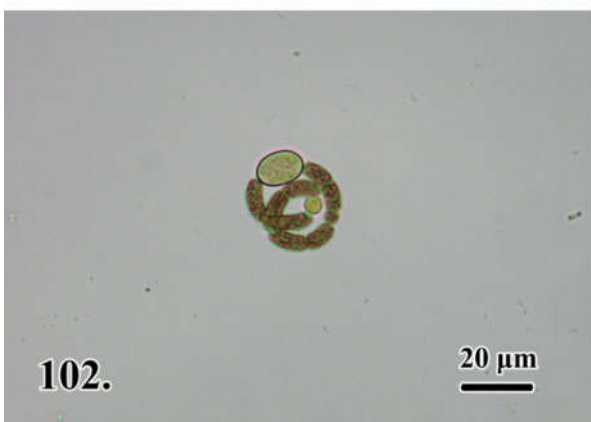
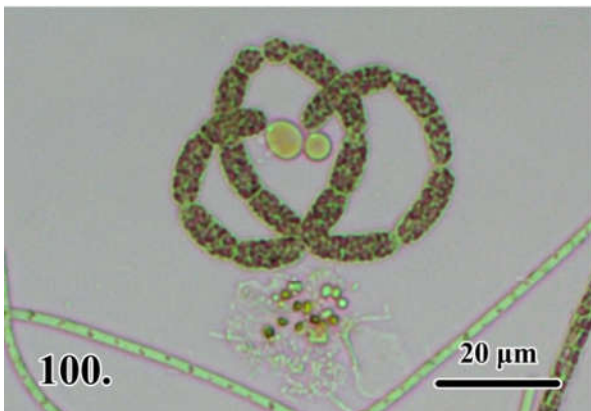
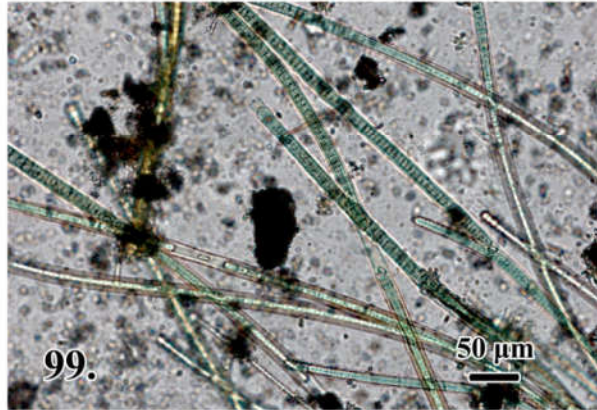
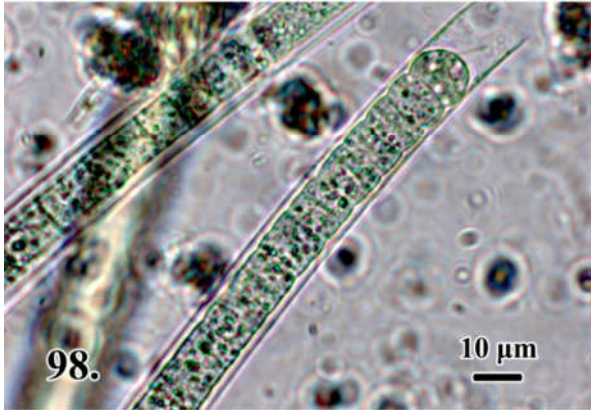
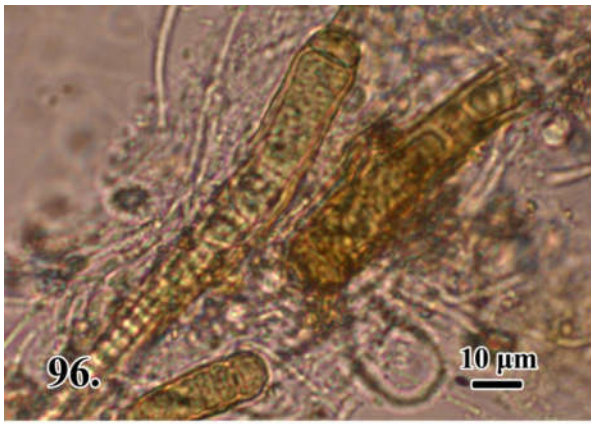


Tabla 13

104. *Aphanizomenon flosaquae* (59200)
105. *Aphanizomenon flosaquae* (59202)
106. *Cuspidothrix issatschenkoi* (59235)
107. *Cylindrospermopsis raciborskii* (obojeno Lugolovim rastvorom) (59094)
108. *Cylindrospermopsis raciborskii* (59165)
109. *Raphidiopsis mediterranea* (59019)
110. *Sphaerospermopsis aphanizomenoides* (obojeno Lugolovim rastvorom) (59215)
111. *Sphaerospermopsis aphanizomenoides* (59176)

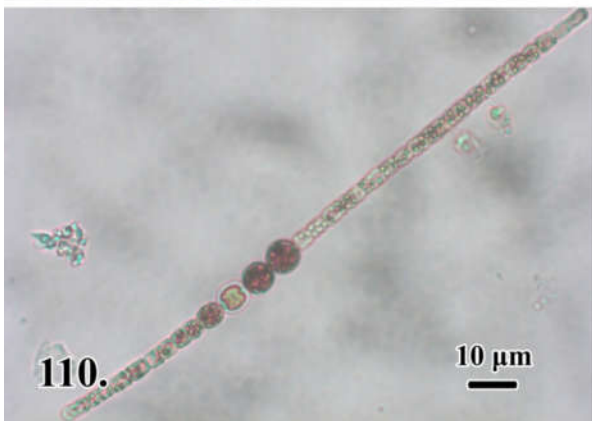
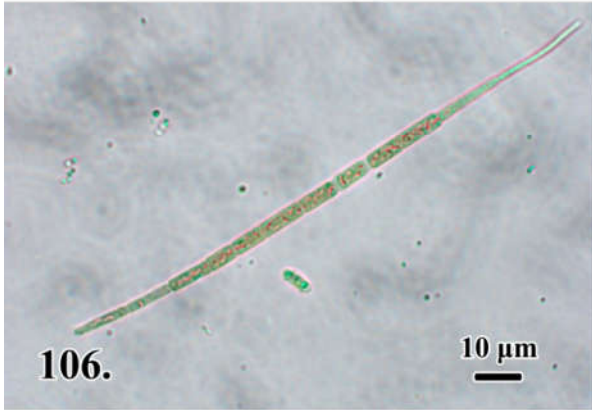
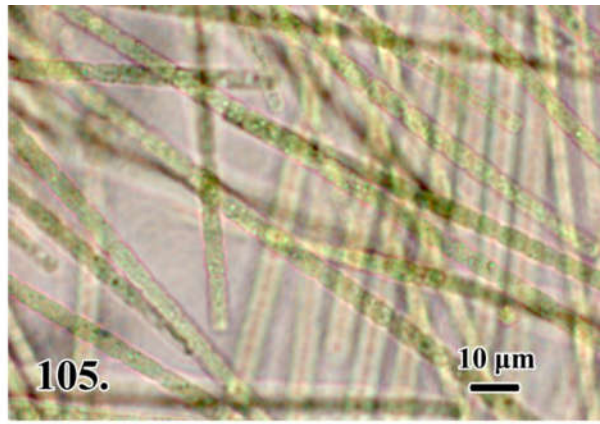
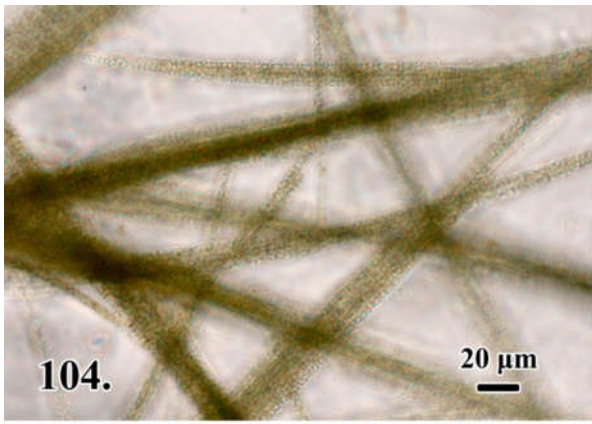
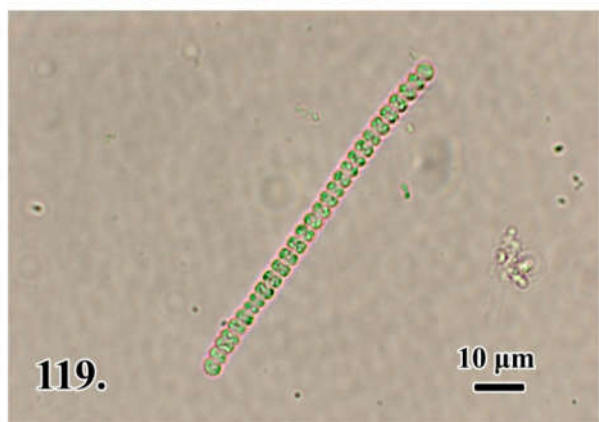
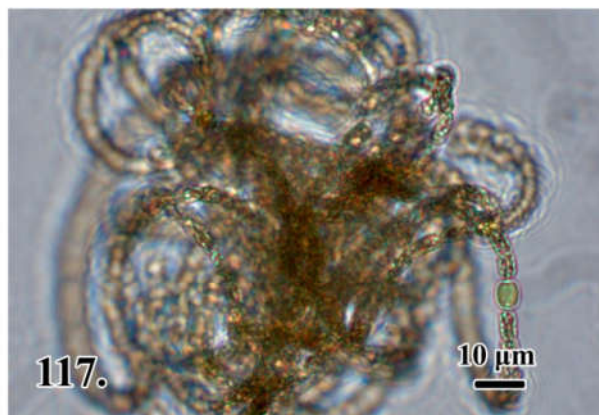
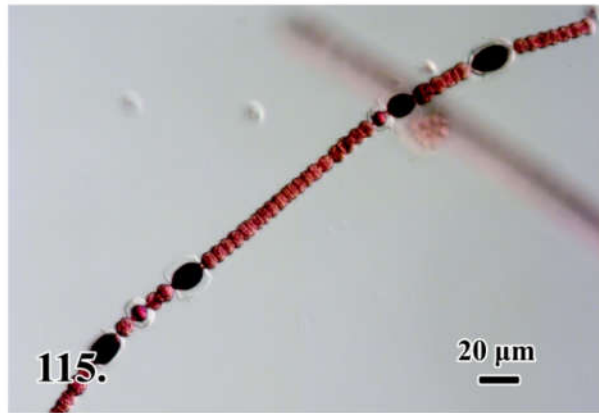
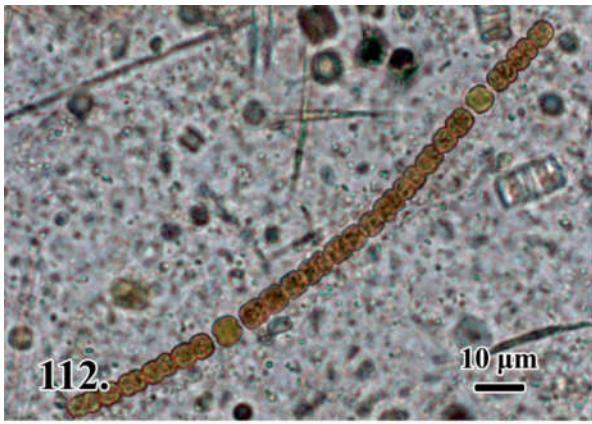


Tabla 14

112. *Dolichospermum affine* (obojeno Lugolovim rastvorom) (59193)
113. *Dolichospermum flosaquae* (DIC kontrast; obojeno Lugolovim rastvorom) (59105)
114. *Dolichospermum flosaquae* (obojeno Lugolovim rastvorom) (59194)
115. *Dolichospermum planctonicum* (DIC kontrast; obojeno Lugolovim rastvorom) (59077)
116. *Dolichospermum planctonicum* (obojeno Lugolovim rastvorom) (59195)
117. *Dolichospermum sigmoideum* (obojeno Lugolovim rastvorom) (59173)
118. *Dolichospermum* cf. *viguieri* (59196)
119. *Cronbergia paucicellularis* (obojeno Lugolovim rastvorom) (59097)



BIOGRAFIJA AUTORA

Jelena (Milena) Jovanović, rođena je 20.07.1988. godine u Čačku. Osnovnu školu „Tanasko Rajić“ pohađala je u Čačku (naselje Ljubić), kao i srednju školu – gimnaziju (Gimnazija Čačak) u Čačku. Osnovne akademske studije (sa prosekom 9,10) i master akademske studije (sa prosekom 9,83) završila je na Biološkom fakultetu Univerziteta u Beogradu, tokom kojih je bila primalac Stipendije za postignute izuzetne rezultate tokom studiranja Ministarstva prosvete Republike Srbije (za osnovne i master studije).

Školske 2012/13. godine upisala je doktorske studije na Biološkom fakultetu Univerziteta u Beogradu na Modulu Hidroekologija. Neposredno nakon upisivanja doktorskih studija angažovana je kao stipendista Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja na projektu „Transformacija geoprostora Srbije - prošlost, savremeni problemi i predlozi rešenja“ (OI 176020). U okviru toga, od januara 2014. do marta 2017. godine je na stručnom usavršavanju i izradi doktorata angažovana na Institutu za javno zdravlje Republike Srbije „Dr Milan Jovanović Batut“. Između marta i juna 2017. godine radi kao istraživač pripravnik na gore pomenutom projektu, nakon čega se zapošljava na Odeljenju laboratorija za ekotoksikologiju Instituta za javno zdravlje Republike Srbije „Dr Milan Jovanović Batut“ (Odsek za ispitivanje vode za piće, rekreaciju i otpadnih voda), gde i danas radi.

Jelena Jovanović je tokom 2017. godine boravila u Češkoj i uspešno završila kurs identifikacije cijanobakterija (Determination Course of Freshwater and Terrestrial Cyanobacteria).

Rezultati dosadašnjih istraživanja objavljeni su u 26 bibliografskih jedinica. Do sada je objavila 7 radova u časopisima međunarodnog značaja (M20), 15 radova u zbornicima međunarodnih naučnih skupova (M30) i 3 rada u zbornicima skupova nacionalnog značaja (M60).

Član je Međunarodnog limnološkog društva (International Society of Limnology - SIL).

Прилог 1.

Изјава о ауторству

Потписани-а: **Јелена Јовановић**

број индекса: **Е3006/2012**

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

„Распрострањење цијанобактерија у површинским водама намењеним за водоснабдевање и рекреацију у Србији“

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

Потпис докторанда

У Београду, _____

Прилог 2.

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора: **Јелена Јовановић**

Број индекса: **Е3006/2012**

Студијски програм: **Екологија**

Наслов рада: „**Распрострањење цијанобактерија у површинским водама намењеним за водоснабдевање и рекреацију у Србији**“

Ментор: Проф. др Гордана Субаков Симић и др Весна Караџић

Потписани/а **Јелена Јовановић**

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис докторанда

У Београду, _____

Прилог 3.

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

„Распрострањење цијанобактерија у површинским водама намењеним за водоснабдевање и рекреацију у Србији“,

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство
2. Ауторство - некомерцијално
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

Потпис докторанда

У Београду, _____

1. Ауторство - Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.

2. Ауторство – некомерцијално. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.

③ Ауторство - некомерцијално – без прераде. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.

4. Ауторство - некомерцијално – делити под истим условима. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.

5. Ауторство – без прераде. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.

6. Ауторство - делити под истим условима. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.