Razvoj alga u obraštajnim zajednicama u poplavnom području Dunava (Sakadaško jezero)

Plešić, Danijela

Master's thesis / Diplomski rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of biology / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:181:846509

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-21**

ODJEL ZA BIOLOGIJU
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Repository / Repozitorij:

Repository of Department of biology, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

ODJEL ZA BIOLOGIJU

Danijela Plešić

Razvoj alga u obraštajnim zajednicama u poplavnom području Dunava (Sakadaško jezero)

Diplomski rad

Osijek, 2016.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku **Diplomski rad**
Odjel za biologiju
Diplomski sveučilišni studij Biologija; smjer: znanstveni
Znanstveno područje: Prirodne znanosti
Znanstveno polje: Biologija

RAZVOJ ALGA U OBRAŠTAJNIM ZAJEDNICAMA U POPLAVNOM PODRUČJU DUNAVA (SAKADAŠKO JEZERO)

Danijela Plešić

Rad je izrađen: Odjel za biologiju, Zavod za ekologiju voda

Mentor: Dr. sc. Tanja Žuna Pfeiffer, doc.

Komentor: Dr.sc. Melita Mihaljević, **izv. prof.**

Kratak sažetak diplomskog rada:

Istraživanje obraštajnih zajednica na umjetnim staklenim podlogama provedeno je u Sakadaškom jezeru, poplavnom području Kopačkog rita. U razdoblju od travnja do prosinca 2009. godine praćene su promjene vodostaja Dunava, fizikalno-kemijskih svojstava vode jezera, te promjene ukupne biomase i kvalitativnog i kvantitativnog sastava alga u obraštajnim zajednicama. Raznolikost vrsta alga u obraštaju je bila velika te je zabilježeno ukupno 337 vrsta među kojima je najveći broj pripadao skupini Chlorophyta (47 %) i razredu Bacillariophyceaea (26 %). Velike i dugotrajne poplave, slabije razvijene fitoplanktonske zajednice i dobro razvijena fauna na podlogama pridonijele su postupnom i dugotrajnom razvoju obraštaja i dominaciji dijatomeja klasificiranih kao R-stratezi. U jesen, s prestankom plavljenja, fauna na podlogama je i dalje bila dobro razvijena, zajednice alga su bile kvantitativno bogatije, a dominirale su dijatomeje i zelene alge koje priliježu uz podlogu. Rezultati istraživanja ukazuju da uz dinamiku plavljenja, dobro razvijena fauna u obraštaju može značajno utjecati na kvalitativni i kvantitativni sastav alga te onemogućiti izdizanje alga od podloge, a time i razvoj bogate trodimenzionalne strukture obraštaja.

Broj stranica: 65

Broj slika: 36

Broj tablica: 3

Broj literaturnih navoda: 97

Broj priloga: 1

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: obraštaj, dijatomeje, ispaša, plavljenje, Sakadaš

Datum obrane: 15.09.2016.

Stručno povjerenstvo za obranu:

1. dr. sc. Janja Horvatić, izv. prof.
2. dr. sc. Melita Mihaljević, izv.prof.
3. dr. sc. Tanja Žuna Pfeiffer, doc.
4. dr. sc. Dubravka Špoljarić Maronić, doc.

Rad je pohranjen u: knjižnici Odjela za biologiju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, te je objavljen na web stranici Odjela za biologiju.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University Josip Juraj Strossmayer in Osijek **MS thesis**
Department of Biology
Graduate university study programme in Biology
Scientific Area: Natural science
Scientific Field: Biology

DEVELOPMENT OF COMMUNITIES OF ALGAE IN FLOODPLAIN OF DANUBE (Lake Sakadaš)

Danijela Plešić

Thesis performed at: Department of Biology, Water Ecology Institute

Supervisor: Tanja Žuna Pfeiffer, PhD, Assistant professor

Cosupervisior: Melita Mihaljević, PhD, Associate professor

Short abstract:

Periphyton communities on artificial glass slides was studied in Lake Sakadaš. In the period April to December 2009, Danubian water level, physico-chemical properties of the lake water as well as the periphyton biomass and qualitative and quantitative algal composition were investigated. In total of 337 algal taxa, mostly Chlorophyta (47 %) and Bacillariophyceaea (26 %) were found. Periphyton development was slow due to the high and longlasting flooding conditions, poorly developed phytoplankton and well developed fauna on the surface of the substratum. Diatoms, classified as R-strategist dominated in the communities. In autumn, algal abundance increased and diatoms and green algae tightly attached to the supstratum dominated. Results of investigation showed that besides flooding, well developed fauna can influence periphytic algal community structure and disable development of rich trodimensional periphyton structure.

Number of pages: 65

Number of figures: 36

Number of tables: 3

Number of references: 97

Original in: Croatian

Key words: periphyton, diatoms, grazing, flooding, Sakadaš

Date of the thesis defence: 15th of September 2016

Reviewers:

1. Janja Horvatić, PhD, Associate Professor
2. Melita Mihaljević,PhD, Associate Professor
3. Tanja Žuna Pfeiffer, PhD, Assistant Professor
4. Dubravka Špoljarić Maronić, PhD, Assistant Professor

Thesis deposited in:

Library of Department of Biology, University of J.J. Strossmayer Osijek. It is also disposable on the web site of Departmetnt of Biology, University of J.J. Strossmayer Osijek.

Najljepše se zahvaljujem svojoj mentorici, doc. dr. sc. Tanji Žuni Pfeiffer, na iznimnom trudu oko izrade ovog diplomskog rada. Zahvaljujem i komentorici, izv. prof. dr. sc. Meliti Mihaljević, na iščitavanju rada i vrijednim savjetima. Veliko hvala na svim savjetima, ohrabrenjima i strpljenju jer bez Vas ne bi bilo ovog diplomskog rada!

Također, zahvaljujem svim članovima Zavoda za ekologiju voda, posebno doc. dr. sc. Dubravki Špoljarić Maronić i prof. Vandi Zahirović na pomoći pri radu na terenu i laboratoriju, te na podršci i poticajima!

Posebno hvala mojim dragim roditeljima, Josipu i Zdenki, bez čije pomoći ne bih uspjela, te mojoj sestri Matei koja je uvijek uz mene!

SADRŽAJ

1. UVOD……..... 1

1.1. Opće značajke obraštaja ...……..……..…….....1

1.2. Obraštajne zajednice u poplavnim područjima.. ……...……4

1.3. Cilj istraživanja ……..……5

2. MATERIJALI I METODE……..……6

2.1. Područje istraživanja……...6

2.1.1. Park prirode Kopački rit……6

2.1.2. Sakadaško jezero.....8

2.2. Dizajn eksperimenta.....……9

2.3. Mjerenje fizikalno-kemijskih svojstava vode…..……...……..……...…….11

2.4. Laboratorijska analiza uzoraka……..……...11

2.5. Kvalitativna i kvantitativna analiza alga u obraštaju.....12

2.6. Statistička obrada podataka.....13

3. REZULTATI ……15

3.1. Fizikalno-kemijska svojstva vode…..…….…….…….……...15

3.2. Biomasa obraštaja.....…….…...…..25

3.3. Koncentracija klorofila u obraštaju..... …….....……...27

3.4. Kvalitativni i kvantitativni sastav alga u obrašaju.....29

4. RASPRAVA……...…….38

5. ZAKLJUČAK……...……..42

6. LITERATURA……..……...……...43

7. PRILOZI.....53

1. UVOD

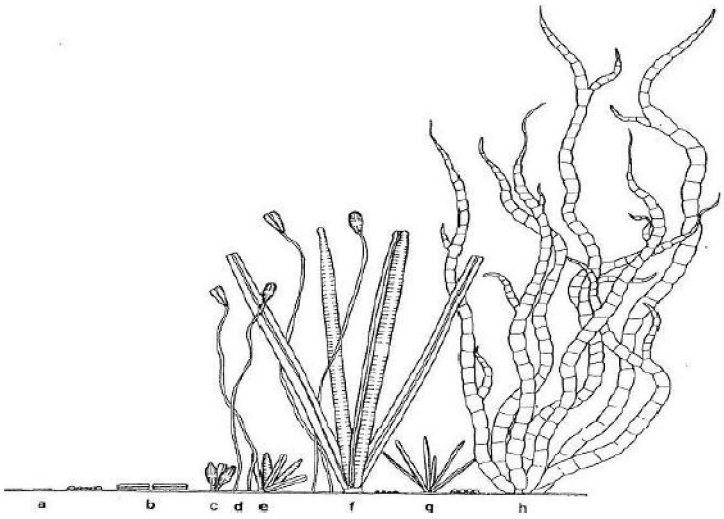
1.1. Opće značajke obraštaja

Obraštaj ili perifiton je zajednica alga, bakterija, gljivica, praživotinja, beskralježnjaka i organskog detritusa (Azim i sur., 2005). Naziv perifiton potječe od grčke riječi "peri" što znači okolo i "phyton" što znači biljka (Sakshaug i sur., 2009). U literaturi se za obraštaj koriste različiti sinonimi. Naziv perifiton odnosi se na zajednice alga koje nastanjuju površinu potopljenih predmeta i ne uključuje pričvršćene heterotrofne organizme (Wetzel, 1983). Naziv "euperifiton" obuhvaća organizme pričvršćene za podlogu (rizoidima, želatinoznim stapkama i dr.), a pojam "pseudoperifiton" ili "metafiton" označava slobodno živuće organizme koji se kreću između pričvršćenih organizama u obraštaju (Wetzel, 2001). Obraštajne zajednice se razvijaju u svim vodenim ekosustavima (od malih bara i jezera do oceana), u različitim trofičkim uvjetima (od oligotrofnih do eutrofnih) te na različitim prirodnim (kamenje, makrofitska vegetacija, lišće, grančice) i umjetnim podlogama (staklo, pleksiglas). Ovisno o tipu podloge na kojoj se razvija, u literaturi se koriste nazivi epifiton za obraštaj na površini biljaka, epipelon za obraštaj na sedimentu i mulju, epipsamon za obraštaj na pijesku, epiksilon za obraštaj na drvetu, a epiliton za obraštaj na kamenju (Vadeboncoeur i Steinman, 2002).

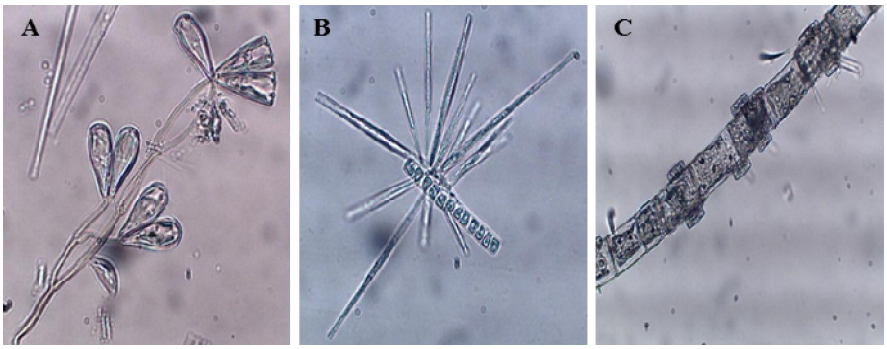
Obraštajne zajednice imaju važnu ulogu u vodenim ekosustavima. Organizmi u obraštaju pridonose primarnoj produkciji, kruženju hranjivih tvari, sudjeluju u fiksaciji ugljika i važan su izvor hrane sitnijim beskralježnjacima i ribama (Azim i sur., 2005). Polisaharidni matriks u obraštaju omogućuje akumuliranje različitih toksičnih tvari iz stupca vode što može utjecati na organizme u obraštaju (Debenest i sur., 2010), ali i unos toksičnih tvari u hranidbeni lanac. Promjene broja jedinki i raznolikosti vrsta u obraštaju dobri su pokazatelji promjena stanja u okolišu (Gaiser, 2008) i njihovo je praćenje definirano Direktivom o vodama (European Water Framework Directive, 2000).

Razvoj obraštaja počinje taloženjem otopljenih organskih tvari, uglavnom aminokiselina i mukopolisaharida na površinu podloge uronjene u vodu. Nakon nekoliko sati ekspozicije, na površinu podloge počinju se aktivno vezati bakterije. Bakterije luče različite enzime kojima razgrađuju istaložene organske i anorganske tvari te stvaraju matriks na koji se naseljavaju alge iz stupca vode. Naseljavanje započinju alge, najčešće dijatomeje koje priliježu uz

podlogu, a zatim različite vrste alga koje se prihvaćaju mukoznim jastučićima, dugim ili kraćim stapkama te alge u rozetama (Slike 1 i 2). U kasnijem stadiju razvoja, u obraštaju se dobro razvijaju nitaste zelene ili crvene alge te nastaje slojevita trodimenzionalna zajednica (Hoagland i sur., 1982; Van Dam i sur., 2002).



Slika 1: Slijed naseljavanja alga na podlogu (Hoagland i sur., 1982).
a-bakterije; b-dijatomeje priljubljene uz podlogu; c-dijatomeje na kratkim stapkama; d-dijatomeje na dugim stapkama; e,f,g-dijatomeje u rozetama; h-filamentozne alge.



Slika 2: Načini pričvršćivanja alga unutar obraštaja A) dijatomeje na stapkama, B) alge u rozetama, C) filamentozne alge. Povećanje 40x. (Foto: Danijela Plešić).

U obraštaju slatkovodnih ekosustava dobro su zastupljene alge iz skupina Cyanobacteria, Euglenophyta, Pyrrophyta, Chrysophyta i Chlorophyta. Dijatomeje su posebno brojne jer imaju specifične prilagodbe na uvjete života u obraštaju (Azim i sur., 2005). Zahvaljujući savitljivim stapkama i većim količinama polisharidnih tvari koje izlučuju i kojima se čvrsto prihvaćaju za podlogu, dijatomeje su otporne na brzo strujanje vode i otplavljivanje. Također im dobro hidratiziran polisaharidni omotač omogućuje preživljavanje tijekom kraćih sušnih razdoblja (Cattaneo, 1990; Hoagland i sur., 1993). Sastav alga u obraštaju mijenja se ovisno o

sezonskim uvjetima. Tijekom zime u obraštaju dominiraju dijatomeje, u proljeće i jesen zelene alge, dok su cijanobakterije posebno brojne tijekom ljeta (Liboriussen, 2003).

Uz promjene kvalitativnog i kvantitativnog sastava alga, razvoj obraštaja karakteriziran je i promjenama ukupne biomase što se ogleda u izmjenjivanju „faza rasta“ i „faza gubitka ili propadanja“. Tijekom „faze rasta“ ukupna biomasa obraštaja se eksponencijalno povećava i dostiže svoje vršne vrijednosti. Nakon toga, započinje „faza gubitka ili propadanja“, a karakteriziraju ju je odumiranje i emigracija alga (Biggs, 1996).
Na razvoj alga u obraštaju utječu različiti čimbenici kao što su brzina strujanja vode, tip i veličina podloge na kojoj se obraštaj razvija, dostupna količina svjetlosti i hranjivih tvari te intenzitet "ispaše" (Ács i Kiss, 1993; Larned, 2010). Veća brzina strujanja vode može uzrokovati odljepljivanje alga i narušavanje razvoja obraštaja. Tip i veličina podloge su posebno važni za razvoj obraštaja. Čvrste i hrapave podloge s većom površinom su stabilnije od manjih podloga, a pukotine na njihovoj površini štite alge od herbivora i mehaničkog oštećenja što omogućuje brži i bolji razvoj obraštajnih zajednica (Dudley i D' Antonio, 1991; Vandeboncoeur i sur., 2006). U plićim vodenim ekosustavima dobro se razvija makrofitska vegetacija koja pruža relativno veliku i pogodnu podlogu za razvoj obraštaja (Goldsborough i sur., 2005). Međutim, u uvjetima intenzivnog razvoja makrofita uspostavljaju se odnosi kompeticije za hranjivim tvarima i potrebnom količinom svjetlosti te se biomasa obraštaja na različitim podlogama može smanjiti (Higgins i Hann, 1995; Gross i sur., 2003). U svrhu istraživanja obraštaja koriste se različiti tipovi umjetnih podloga kao što su staklene (Szabó i sur., 2008) ili pleksiglas pločice (Kralj i sur., 2006). Primjena umjetnih podloga olakšava uzorkovanje, izračunavanje površine na kojoj se obraštaj razvija i osigurava uniformnost i uspoređivanje zajednica (Ács i Kiss, 1993).

U uvjetima kada su dostupne dovoljne količine svjetlosti razvijaju se autotrofne zajednice, dok nedostatak svjetlosti potiče razvoj obraštajnih zajednica u kojima dominiraju heterotrofni organizmi (Asaeda i Hong Sun, 2000), prvenstveno bakterije (Blenkinsopp i Lock, 1994). Hranjive tvari, posebno dušik, fosfor, organske tvari i silikati, neophodne su za rast i razvoj alga (Mulholland i sur., 1991; Goldsborough i sur., 2005). Povećane koncentracije hranjivih tvari u vodi mogu uzrokovati promjene taksonomskog sastava i ukupnog broja alga, dovesti do dominacije nitastih zelenih alga te do povećanja debljine obraštaja (Danilov i Ekelund, 2001; Vermaat, 2005). Visoke koncentracije dušika dovode do povećanja autotrofne biomase u obraštaju (Scott i sur., 2009). Ispaša utječe na razvoj i sastav alga u obraštaju. Različite vrste

beskralježnjaka i kralježnjaka ispašom uklanjaju stare i odumrle jedinke alga što povećava dostupnost svjetlosti i hranjivih tvari i dovodi do veće produktivnosti obraštaja. Međutim, intenzivna ispaša može dovesti do značajnog smanjenja ukupne biomase obraštaja (Azim i sur., 2005). Ispaši su često podložnije nitaste alge od alga koje za podlogu prianjaju cijelom površinom.

Biggs i suradnici (1998) su razvili tzv. "konceptualni model matrice staništa" prema kojemu se alge u obraštaju razlikuju s obzirom na prilagođenost uvjetima staništa, posebno na dostupne koncentracije hranjivih tvari, intenzitet svjetlosti i disturbancije. Ruderalne vrste alga (R-stratezi) su pionirske vrste koje brzo naseljavaju podloge bez obzira na količinu i dostupnost hranjivih tvari. Malih su dimenzija i brzo se razmnožavaju čak i na područjima s velikim disturbancijama. Glavni predstavnici R-stratega su dijatomeje (npr. *Cocconeis placentula*, *Achnanthidium minutissimum*). Stres tolerantne vrste (S-stratezi) se dobro razvijaju u stabilnim hidrološkim uvjetima pri dostupnim malim koncentracijama hranjivih tvari. Ovoj skupini pripadaju dijatomeje (*Epithemia* sp., *Rhopalodia* sp.) i cijanobakterije (*Nostoc* sp., *Calothrix* sp.) koje imaju sposobnost fiksiranja dušika. Kompetitivne vrste alga (C-stratezi) se dobro razvijaju u eutrofnim, stabilnim uvjetima s niskim intenzitetom disturbancija. Predstavnici C-stratega su većinom nitaste zelene alge (*Chladophora glomerata*, *Rhizoclonium* sp.).

1.2. Obraštajne zajednice u poplavnim područjima

Poplavna područja su vrlo složeni i produktivni ekosustavi. Prema konceptu poplavnog pulsa (eng. „flood pulse concept“) intenzitet i dinamika plavljenja značajno utječu na stupanj povezanosti matične rijeke i poplavnog područja (Junk i sur., 1989) te na procese izmjene tvari i organizama između navedenih sustava (Tockner i sur., 2002). Kod niskih vodostaja, lokaliteti unutar poplavnog područja ostaju izolirani te se unutar vodenih površina razvijaju posebni uvjeti i povećava se heterogenost staništa. Viši vodostaji dovode do ujednačavanja i veće sličnosti između svih vodenih tijela i matične rijeke (Wardand i Stanford, 1995; Rodrigues i Bicudo, 2001).

Poplavna područja vrlo su pogodna za razvoj obraštaja. Istraživanjima u poplavnim područjima rijeke Pãrana i na području Evergladesa utvrđeno je da se u ovim dinamičnim ekosustavima razvija velika biomasa obraštaja te da je raznolikost alga u obraštaju velika

(Ewe i sur., 2006; Gaiser i sur., 2006; Fonseca i Rodrigues, 2007; Leandrini i sur., 2008). Ovisno o dinamici plavljenja mijenja se struktura i dinamika razvoja obraštajnih zajednica. U uvjetima hidrološke izolacije vodenih lokaliteta od matične rijeke, obraštajne zajednice postaju neproduktivne i u njima obično dominiraju cijanobakterije (Santos i Ferragut, 2013), dok se tijekom plavljenja zajednice oporavljaju i brzo razvijaju (Thomas i sur., 2006), a u njima dominiraju dijatomeje (Gottlieb i sur., 2006).

U klimatski umjerenim područjima, istraživanja obraštaja provode se najvećim dijelom u rijekama (Gucunski, 1984; Ács i Kiss, 1991; Ács i sur., 2000; Szabó i sur., 2008), dok je samo manji broj istraživanja proveden u poplavnim područjima (Mátrai i sur., 2009; Mihaljević i Žuna Pfeiffer, 2012). U poplavnom području Dunava, Parku prirode Kopači rit, utvrđeno je da više koncentracije hranjivih tvari i niže razine vode pogoduju razvoju biološki raznolikijih zajednica na potopljenim grančicama vrbe (Šarčević Kopić, 2008). U uvjetima dugotrajnih i intenzivnih poplava biomasa obraštaja se smanjuje, a u zajednici se razvijaju alge otporne na disturbancije (Mihaljević i sur., 2013; Žuna Pfeiffer i sur., 2015).

1.3. Cilj istraživanja

Cilj ovog rada je istražiti razvoj obraštajnih zajednica na umjetnim staklenim podlogama u Sakadaškom jezeru u razdoblju od travnja do prosinca. Utvrdit će se kvalitativni i kvantitativni sastav alga u obraštaju te utjecaj dinamike plavljenja i fizikalno-kemijskih svojstava vode Sakadaškog jezera na dinamiku razvoja obraštaja.

2. MATERIJALI I METODE

2.1. Područje istraživanja

2.1.1. Park prirode Kopački rit

Kopački rit se nalazi na sjeveroistočnom dijelu Republike Hrvatske, između 45°32' i 45°47' sjeverne geografske širine i 18°45' i 18°59' istočne geografske dužine (Slika 3). Ime je dobio prema istoimenom selu smještenom na rubu parka. Mađarska riječ "kopács" znači razbijeni predmet, što dobro opisuje složenu strukturu rita u kojoj se ističu šume, tršćaci i jezera (Slika 4). Kopački rit je poplavno područje Dunava (od 1410. do 1383. r. km) i jedna je od najvećih fluvijalno-močvarnih nizina u Europi (Bognar, 1990). Na hidrologiju Kopačkog rita utječu podzemne vode, padaline te djelovanje dviju velikih rijeka, Drave i posebno Dunava. Vodostaj ovih rijeka se značajno mijenja ovisno o otapanju snijega i leda u području Alpa.

Slika 3: Zemljovid parka prirode Kopački rit.

(Izvor: WEB 1)

Dunav ima srednji godišnji protok vode od 2085 m^3/s i prosječnu dubinu od 2,63 m (Bognar, 1990). Povišeni vodostaji bilježe se od veljače do svibnja, a niski od kolovoza do siječnja. Plavljenje poplavnog područja Kopačkog rita započinje pri vodostaju Dunava višem od 3 m (Mihaljević i sur., 1999). Manje poplave (vodostaj Dunava do 3,5 m) zahvaćaju samo 18% područja, dok ekstremno visoke poplave (vodostaj Dunava preko 5 m) preplavljuju gotovo cijelo poplavno područje (Schwarz, 2005). Rit je s Dunavom povezan mrežom kanala, a najznačajniji dotok vode odvija se Hulovskim kanalom. Ovisno o dinamici plavljenja, izgled Kopačkog rita se neprestano mijenja. U Kopačkom ritu postoje raznolike mikroreljefne strukture: udubine trajno ispunjene vodom ili jezera, povremeno plavljene površine ili bare, udubljenja kojima neprestano struji voda ili kanali, linearna udubljenja ili fokovi, te šira i plića udubljenja ili žile (Mihaljević i sur., 1999).

Slika 4: Park prirode Kopački rit.
(Izvor: WEB 2)

Klima Kopačkog rita je na granici između kontinentalne klime Panonske nizine i srednjoeuropsko-kontinentalne klime (Mikuška, 1979). Najveća količina oborina padne u lipnju, a najmanja u rujnu. Temperature zraka dostižu vrijednosti do 39 °C, dok je najniža zabilježena temperatura bila -24,6 °C (Mihaljević i sur., 1999).

Na području parka prirode Kopački rit razvio se karakterističan i očuvan vegetacijski pokrov i kao takav ima izuzetno veliku ekološku vrijednost. Područje parka (23 200 ha) zaštićeno je 1967. godine statusom Upravljanog prirodnog rezervata, a uže područje (7 200 ha) ima status specijalnog zoološkog rezervata. Od 1986. godine Kopački rit je uvršten na popis područja koja su važna staništa za ptice, a 1993. godine na popis Ramsarskih područja kao područje

zaštićeno Konvencijom o vlažnim područjima od međunarodnog značaja. Prema toj klasifikaciji dominantni tipovi staništa u Kopačkom ritu su trajno poplavljene slatkovodne močvare i bare s vodenom vegetacijom u većem dijelu vegetacijske sezone. Od 1997. godine parkom prirode upravlja Javna ustanova "Park prirode Kopački rit".

2.1.2. Sakadaško jezero

Sakadaško jezero (Slika 5) je smješteno u zapadnom dijelu Posebnog zoološkog rezervata unutar Kopačkog rita. Nastalo je 1926. godine nakon vrlo velike poplave kada su dunavske vode probile nasip Zmajevac-Kopačevo i tu se trajno zadržale (Gucunski, 1994). Ovo, po postanku najmlađe jezero unutar parka prirode Kopački rit je zbog konstrukcije nasipa 1969. i izgradnje turističkog objekta 1984. godine produbljivano i prošireno (Mihaljević i sur., 1999). Prosječna dubina jezera je 5 m. Dno jezera je ispresijecano vrtačama i depresijama zbog čega maksimalna dubina može biti i do 12 m. Jezero je ovalnog oblika i u direktnoj je hidrološkoj vezi s Dunavom (Slika 6). Ovisno o vodostaju Dunava, ukupna površina jezera se mijenja, a prosječna površina iznosi 0,15 km^2.

Slika 5: Sakadaško jezero.

(Izvor: WEB 3)

Obale jezera su strme. Na pojedinim dijelovima obrasle su trskom (*Phragmites communis* Trin.), a na njih se nadovezuju šume bijele vrbe (*Salix alba* L.) i crne topole (*Populus nigra* L.) (Mihaljević i sur., 1999). U plićim dijelovima jezera povremeno se razvija makrofitska vegetacija u kojoj dominiraju kruta voščika (*Ceratophyllum demersum* L.), krocanj (*Myriophyllum spicatum* L.) i mrijesnjak (*Potamogeton gramineus* L.).

Jezero je u eutrofno-hipertrofnom stanju (Mihaljević i Stević, 2011) i stratificirano je (Mihaljević i sur., 2009). U jezeru su dobro razvijene fitoplanktonske zajednice, a u ljetnim mjesecima dolazi do "cvjetanja" cijanobakterija (Mihaljević i Stević, 2011).

Slika 6: Sakadaško jezero.
(Fotografija: Zavod za ekologiju voda)

2.2. Dizajn eksperimenta

Istraživanje razvoja obraštaja i naseljavanje alga na umjetne staklene podloge provedeno je na standardnoj postaji u Sakadaškom jezeru, u razdoblju od travnja do prosinca 2009. godine. Postaja za istraživanje nalazi se u maloj uvali u neposrednoj blizini kanala Čonakut preko kojeg je Sakadaško jezero povezano s Dunavom (Slika 5). Za potrebe istraživanja na postaji je na površinu vode jezera postavljen nosač umjetnih podloga izrađen od stiropora. Kako bi nosač tijekom cijelog razdoblja istraživanja ostao na jednakoj udaljenosti od obale, privezan je za kamene blokove spuštene na dno jezera. Kao podloge za razvoj obraštaja korištene su staklene umjetne podloge dimenzija 26 mm x 76 mm (predmetna stakalca), koje su prethodno očišćene i isprane u 1M otopini kloridne kiseline (HCl), a zatim u destiliranoj vodi (Slika 7). Podloge su vertikalno posložene u plastične okvire te pričvršćene za stiropor i uronjene na dubinu od oko 20 cm (Slika 8).

Slika 7: Priprema staklenih umjetnih podloga za istraživanje obraštaja u Sakadaškom jezeru tijekom 2009. godine.
(Fotografija: Zavod za ekologiju voda)

Slika 8: Nosač umjetnih staklenih podloga za istraživanje razvoja obraštaja u Sakadaškom jezeru tijekom 2009. godine.
(Fotografija: Zavod za ekologiju voda)

Prvo uzorkovanje umjetnih staklenih podloga s razvijenim obraštajem provedeno je nakon sedam dana ekspozicije, a zatim svakih 14 dana. Tijekom svakog uzorkovanja prikupljene su tri staklene podloge za analizu ukupne biomase obraštaja, tri za analizu koncentracije klorofila u obraštaju i po tri podloge za analizu kvalitativnog i kvantitativnog sastava alga u obraštaju. Svako prikupljeno stakalce s razvijenim obraštajem prenešeno je u laboratorij u posebnoj staklenoj posudi ispunjenoj sterilnom fiziološkom otopinom.

2.3. Mjerenje fizikalno-kemijskih svojstava vode

Promjene vodostaja Dunava (WL) praćene su na vodomjernoj stanici kod Apatina (1404,1 r. km). Fizikalno-kemijski čimbenici vode izmjereni su *in situ* tijekom svakog uzorkovanja stakalaca s obraštajem. Prenosivim uređajem mini-laboratorijem WTW Multi 340i/SET (Wissenschaftlich-Technische Werkstätten, Weilheim, Njemačka) izmjereni su slijedeći parametri: temperatura vode (WT), koncentracija otopljenog kisika (DO, mg/L), pH vode i provodljivost vode (Cond, µS/cm). Uređaj je kalibriran u laboratoriju prije svakog izlaska na teren. Temperatura zraka mjerena je živinim termometrom s podjelom ljestvice 10/1°C, a mjerenje je provedeno u sjeni, 10 cm iznad površine vode. Dubina vode određena je pomoću baždarnog konopca s utegom, a prozirnost vode pomoću Secchi ploče. Tijekom svakog uzorkovanja uzeti su i uzorci vode za analizu koncentracije hranjivih tvari (amonijevi ioni, nitriti, nitrati, ukupni dušik, ukupni fosfor) i koncentracije klorofila u vodi. Koncentracije hranjivih tvari određene su u Ekološkom laboratoriju Vodovoda d.d. u Osijeku prema standardnim metodama (APHA, 1985).

2.4. Laboratorijska analiza uzoraka

Svaka prikupljena staklena podloga s obraštajem zasebno je obrađena u laboratoriju Zavoda za ekologiju voda na Odjelu za biologiju u Osijeku. Za određivanje biomase obraštaja (masa suhe tvari-DW, masa anorganske tvari-AW, masa organske tvari-AFDW) obraštaj je žiletom sastrugan s obje strane umjetne staklene podloge u destiliranu vodu u prethodno izvagani i označeni lončić za žarenje. Uzorci su sušeni u sušioniku 24 h na 105 °C. Nakon hlađenja u eksikatoru, uzorci su izvagani i izračunate su mase suhe tvari uzorka. Nakon toga, uzorci su žareni 1 h u mufolnoj peći na 500 °C, ohlađeni i ponovno izvagani. Na temelju dobivenih podataka izračunate su mase organske i anorganske tvari u svakom pojedinom uzorku.

Za određivanje koncentracije klorofila, obraštaj je s obje strane umjetne staklene podloge sastrugan žiletom u 100 ml vodovodne vode. Uzorak je filtriran kroz filter papir Whatman GF/C (ø 55 mm) i usitnjen u tarioniku. Pigmenti su ekstrahirani tijekom 24 h u 15 ml 90%-tnog acetona. Nakon ekstrakcije uzorci su centrifugirani 10 minuta na 2500-3000 okretaja u minuti. Pomoću spektrofotometra izmjerena je apsorbancija supernatanta pri valnim duljinama od 630, 645, 663 i 750 nm. Kao slijepa proba korišten je aceton. Faktor korelacije predstavljala je apsorbancija pri valnoj duljini od 750 nm koja je oduzeta od svake izmjerene

valne duljine. Koncentracije klorofila -a, -b i -c određene su prema Strickland i Parson (1972) i SCOR-Unesco (1966). Koncentracije klorofila izračunate su pomoću slijedećih jednadžbi:

$$chl-a\ (\mu g/L) = (11.64\ x\ A_{663} - 2.16\ x\ A_{645} + 0.10\ x\ A_{630})\ x\ \frac{v}{Vxd}$$

$$chl-b\ (\mu g/L) = (20.97\ x\ A_{645} - 3.94\ x\ A_{663} + 3.66\ x\ A_{630})\ x\ \frac{v}{Vxd}$$

$$chl-c\ (\mu g/L) = (54.22\ x\ A_{630} - 5.53\ x\ A_{663} + 14.81\ x\ A_{645})\ x\ \frac{v}{Vxd}$$

gdje su: A630, A645, A663 = apsorbancije pri 630, 654, 663 nm; v = volumen ekstrakta (mL), d = duljina kivete (cm), V= volumen filtrirane vode (L).

Za kvalitativnu i kvantitativnu analizu alga u obraštaju, svaka je umjetna podloga pincetom pažljivo izvađena iz staklene bočice te je obraštaj s obje strane podloge sastrugan žiletom u 100 ml destilirane vode. Nakon kraćeg soniciranja, uzorak je fiksiran 4%-tnom otopinom formaldehida.
Za određivanje koncentracije klorofila u vodi, 1 L vode filtrirana je kroz filter papir Whatman GF/C (ø 55 mm), a pigmenti su ekstrahirani u 15 ml 90%-tnog acetona tijekom 24 sata. Nakon centrifugiranja, koncentracije klorofila određene su prema Strickland i Parson (1972) i SCOR-Unesco (1966).

2.5. Kvalitativna i kvantitativna analiza alga u obraštaju

Kvalitativna analiza alga u obraštaju provedena je pomoću svjetlosnog mikroskopa pri raznim povećanjima (Carl Zeiss Jenna) i pomoću softwera Moticam 2300. Iz svakog uzorka pregledano je desetak poduzoraka, tj. dok se vrste nisu počele ponavljati. Za određivanje vrsta korišteni su standardni ključevi za determinaciju alga (Komárek, 1973; Hindak i sur., 1975; Pascher, 1976; Hindak i sur., 1978; Anagnostidis i Komárek, 1985; Komárek i Anagnostidis, 1989; Hindak, 1997-1990). Nakon utvrđivanja svih vrsta alga, nomenklatura vrsta provjerena je i usklađena s nomenklaturom navedenom u bazi alga (www.algaebase.org., 16.5.2016.).

U svrhu potpunije taksonomske analize dijatomeja, napravljeni su trajni preparati za svaki pojedini uzorak. Da bi se dijatomeje očistile, korištena je metoda ispiranja uzoraka vrućim vodikovih peroksidom (H_2O_2). U epruvetu je dodano 5 ml uzorka i 5 ml destilirane vode te su

uzorci centrifugirani 2 minute na oko 1500 okretaja u minuti. Dobiveni supernatanti su dekantirani, a ispiranje taloga ponovljeno je još 4 puta. Suspenziji alga je zatim dodano 10 ml 30%-tnog vodikovog peroksida (H_2O_2) i epruvete su prenesene u vodenu kupelj zagrijanu na 90 °C. Uzorci su zagrijavani 3 sata kako bi se odstranio sav prisutan organski materijal. Nakon vađenja iz kupelji u svaku je epruvetu dodano nekoliko kapi 1M HCl. Nakon hlađenja, suspenzija je ponovno centrifugirana. Supernatant je dekantiran, a talog je ispran još tri puta te resuspendiran u 5 ml destilirane vode. Za izradu trajnih preparata, 1 ml očišćenog uzorka prenesen je pipetom na čistu i suhu pokrovnicu i ostavljen na mirnom mjestu sve dok se ne osuši. Pokrovnica sa osušenim uzorkom prenesena je u kap Canada balzama na zagrijanoj predmetnici. Preparat je zagrijavan tako dugo dok se smola nije raširila po cijelom preparatu, a histološkom iglicom su istisnuti nastali mjehurići zraka. Načinjeni preparati su ohlađeni, a višak smole nakupljene na rubovima predmetnice uklonjen je laganim struganjem pomoću špatule. Od svakog uzorka načinjeno je 5 trajnih preparata, a dijatomeje su određene pod svjetlosnim mikroskopom pri povećanju od 1000x.

Kvantitativna analiza alga u obraštaju određena je brojanjem jedinki nakon sedimentacije u komorici s milimetarskom mrežicom na površini od 1 cm^2 i volumenu od 0,05 ml (Stilinović i Plenković-Moraj, 1995). Brojane su jedinke svih vrsta alga osim dijatomeja. Dijatomeje su brojane kao skupina. Na trajnim preparatima za svaki uzorak je prebrojano 350 frustula. Ukupan broj dijatomeja izbrojan na površini od 1 cm^2 korišten je kao referentna vrijednost prema kojoj je iz omjera broja frustula jedne vrste u odnosu na ukupni broj prebrojanih frustula izračunat broj pojedinih vrsta dijatomeja u uzorku. Ukupan broj alga prikazan je kao broj jedinki po kvadratnom centimetru.

Dominantne vrste alga određene su u odnosu na ukupan broj jedinki alga u uzorku. Dominantnima su smatrane one vrste alga koje su činile najmanje 5% ukupnog broja jedinki u uzorku.

2.6. Statistička obrada podataka

Za računalnu obradu podataka korišteni su statistički programi Statistika 7.0 i Primer 5 (Clark i Warwick, 2001).

Mjera linearne zavisnosti između istraživanih parametara utvrđena je primjenom Pearson-ovog koeficijenta korelacije na razini značajnosti od 5% (Petz, 2002). Promjene vodostaja Dunava i fizikalno-kemijskih parametara analizirane su hijerarhijskom klaster analizom (eng.

„Cluster Analysis“), a radi utvrđivanja udaljenosti korištena je Euklidska matrica (eng. „Euclidian distance“). Prije analize, fizikalno-kemijski parametri (osim pH i provodljivosti) su logaritamski transformirani.

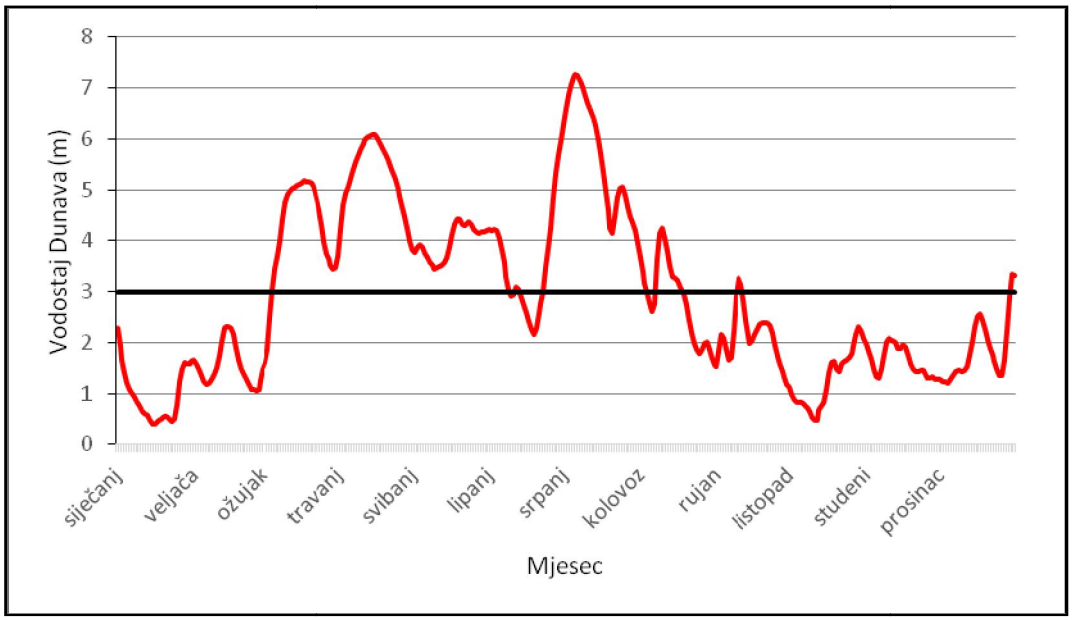
Struktura alga u obraštajnim zajednicama opisana je neparametrijskim modelima (indeksima). Raznolikost alga u obraštajnim zajednicama izračunata je Shannon-Weaver-ovim (H') indeksom (Shannon, 1948) koji je osjetljiv na brojnost rijetkih vrsta, te Simpson-ovim (1-λ') indeksom (Krebs, 1999) koji je osjetljiv na brojnost dominantnih vrsta. Ujednačenost je definirana kao odnos uočene raznolikosti, prema maksimalno dobivenoj raznolikosti (Pielou, 1969).

Razlike između obraštajnih zajednica s obzirom na ukupan broj alga po jedinici površine određene su ordinacijskom metodom nemetrijskog višedimenzijskog grupiranja NMDS (eng. „Non-metric multidimensional scaling“). Podaci su prije analize logaritamski transformirani. Primjenjena transformacija smanjuje važnost vrlo brojnih vrsta tako da i vrste koje su bile manje brojne doprinose analizi (Clarke i Warwick, 2001).

3. REZULTATI

3.1. Fizikalno-kemijska svojstva vode

Vodostaj Dunava je praćen tijekom 2009. godine na vodomjernoj stanici kod Apatina, smještenoj na 1404,1 r. km. Prema Mihaljević i sur. (1999) plavljenje Kopačkog rita započinje kada vodostaj Dunava na vodomjernoj stanici dosegne 3 m.



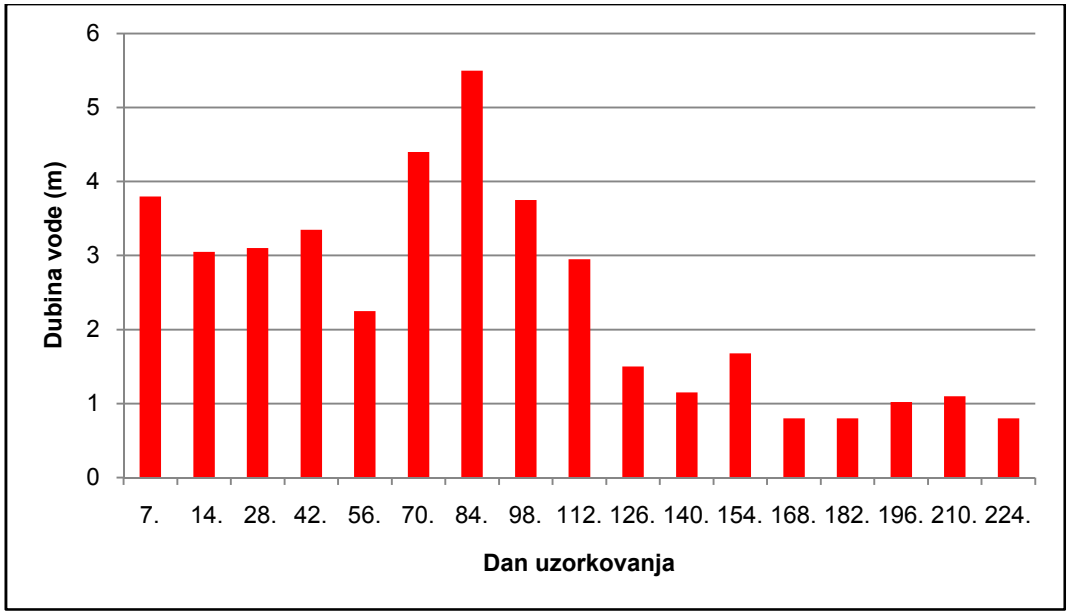
Slika 9: Dnevne vrijednosti vodostaja Dunava (m) na mjernoj postaji kod Apatina (1404,1 r. km) tijekom 2009. godine.

Tijekom istraživanja razvoja obraštaja, vodostaj Dunava je bio visok (do 7,28 m) u proljeće i ljeto, a kratkotrajna razdoblja bez plavljenja zabilježena su samo u lipnju (Slika 9). U jesenskom i zimskom razdoblju vodostaj Dunava uglavnom nije prelazio 3 m, a samo je jedno kratkotrajno plavljenje zabilježeno u rujnu (2 dana). Promjene vodostaja Dunava utjecale su na fizikalno-kemijska svojstva vode Sakadaškog jezera (Tablica 1).

Tablica 1. Statistički značajni koeficijenti korelacije između vodostaja Dunava i fizikalno-kemijskih parametara vode Sakadaškog jezera tijekom 2009. godine.

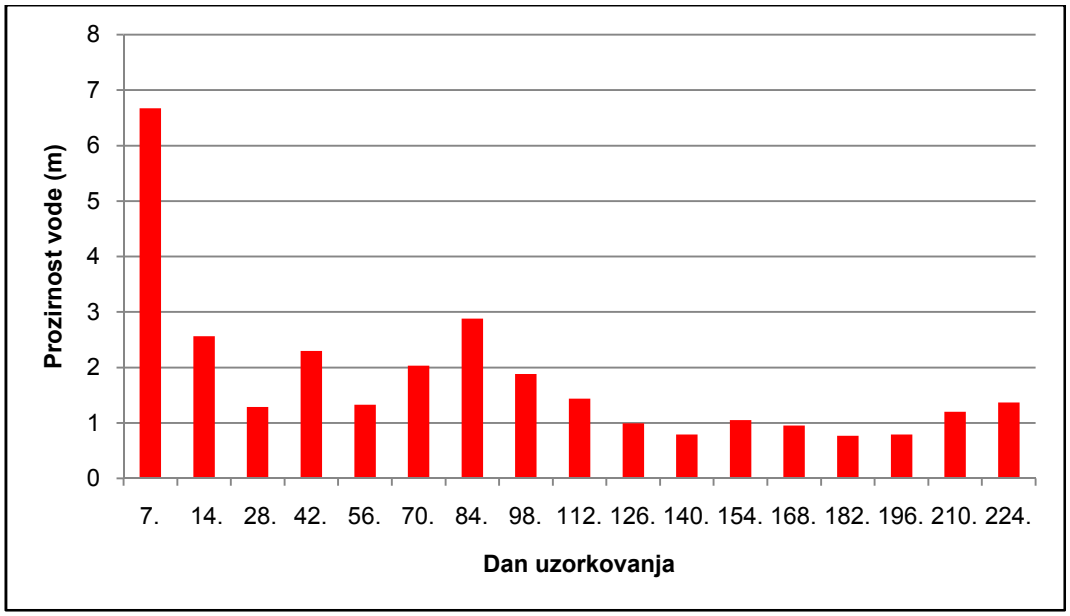
	WL	WD	SD	AT	WT	DO	pH	Cond	Chla	NH_4^+	NO_3^-	NO_2^-	TN
WL		r = 0,942 p = 0,000	r = 0,656 p = 0,004	r = 0,593 p = 0,012	r = 0,543 p = 0,024	r = 0,580 p = 0,015	r = 0,5575 p = 0,020	r = -0,767 p = 0,000	r = -0,800 p = 0,000	r = -0,530 p = 0,028	r = 0,640 p = 0,006		
WD	r = 0,942 p = 0,000		r = 0,598 p = 0,011	r = 0,569 p = 0,017	r = 0,5474 p = 0,023	r = 0,5201 p = 0,032		r = -0,7827 p = 0,000	r = -0,7803 p= 0,000	r =-0,488 p = 0,047	r = 0,560 p = 0,019		
SD	r = 0,656 p = 0,004	r = 0,598 p = 0,011							r = -0,592 p = 0,012		r = 0,743 p = 0,001		
AT	r = 0,593 p = 0,012	r = 0,569 p = 0,017			r = 0,892 p = 0,000	r = 0,513 p = 0,035		r = -0,663 p = 0,004	r = -0,578 p = 0,015	r = -0,760 p = 0,000			
WT	r = 0,543 p = 0,024	r = 0,547 p = 0,023		r = 0,892 p = 0,000				r = -0,810 p = 0,000		r = -0,804 p = 0,000			
DO	r = 0,580 p = 0,015	r = 0,520 p = 0,032		r = 0,513 p = 0,035			r = 0,843 p = 0,000						
pH	r = 0,557 p = 0,020					r = 0,843 p = 0,000							
Cond	r = -0,767 p = 0,000	r = -0,782 p = 0,000		r = -0,663 p = 0,004	r = -0,810 p = 0,000				r = 0,490 p = 0,045	r = 0,616 p = 0,008			
Chla	r = -0,800 p = 0,000	r = -0,078 p = 0,000	r = -0,592 p = 0,012	r = -0,578 p = 0,015				r = 0,490 p = 0,045			r = -0,502 p = 0,040	r = 0,499 p = 0,041	
NH_4^+	r = -0,530 p = 0,028	r = -0,488 p = 0,047		r = -0,760 p = 0,000	r = -0,804 p = 0,000			r = 0,616 p = 0,008					r = 0,575 p = 0,016
NO_3^-	r = 0,640 p = 0,006	r = 0,560 p = 0,019	r = 0,743 p = 0,001						r = -0,502 p = 0,040				r = 0,637 p = 0,006
NO_2^-									r = 0,499 p = 0,041				
TN										r = 0,575 p = 0,016	r = 0,637 p = 0,006		

Dubina vode mijenjala se tijekom perioda istraživanja (Slika 10). Veća dubina vode zabilježena je u proljeće i ljeto. Najveća dubina (5,5 m) vode zabilježena je 84. dan razvoja obraštaja, a najniža (0,8 m) u jesen, 168., 182. i 224. dana razvoja obraštaja.



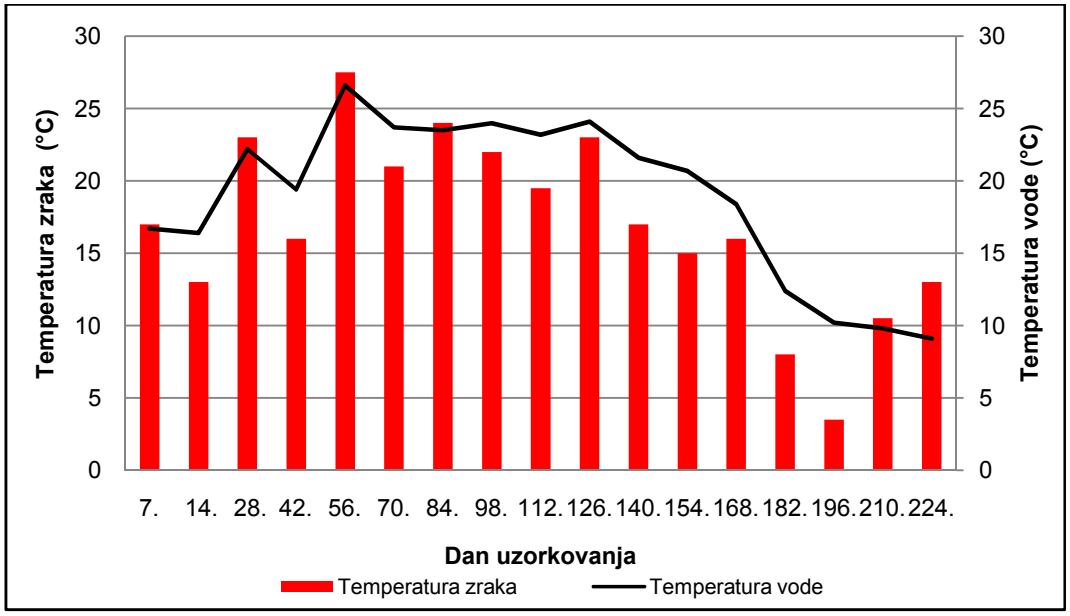
Slika 10: Dubina vode na postaji za istraživanje obraštaja u Sakadaškom jezeru tijekom 2009. godine.

Promjene vodostaja Dunava utjecale su na prozirnost vode Sakadaškog jezera (r= 0,656, p= 0,004). Najveća prozirnost vode (6,67 m) zabilježena je u proljeće u uvjetima plavljenja, dok je u jesen u uvjetima bez plavljenja prozirnost vode bila manja od 1m (Slika 11).



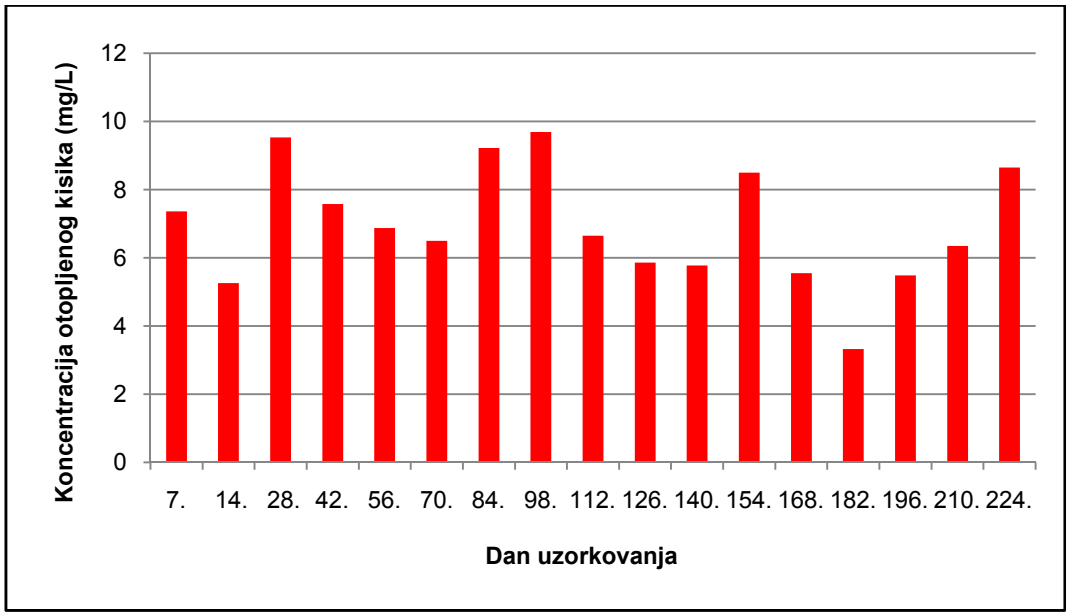
Slika 11: Prozirnost vode na postaji za istraživanje obraštaja u Sakadaškom jezeru tijekom 2009. godine.

Temperatura vode mijenjala se sukladno promjenama temperature zraka (Slika 12) na što ukazuje visoki koeficijent korelacije (r= 0,892, p= 0,000). Najviša temperatura zraka (27,5 °C) i vode (26,6 °C) zabilježena je u ljeto. U jesen su temperature bile niže. Najniža temperatura zraka od samo 3,5 °C zabilježena je u jesen, a vode na kraju istraživanja u prosincu (9,1 °C).



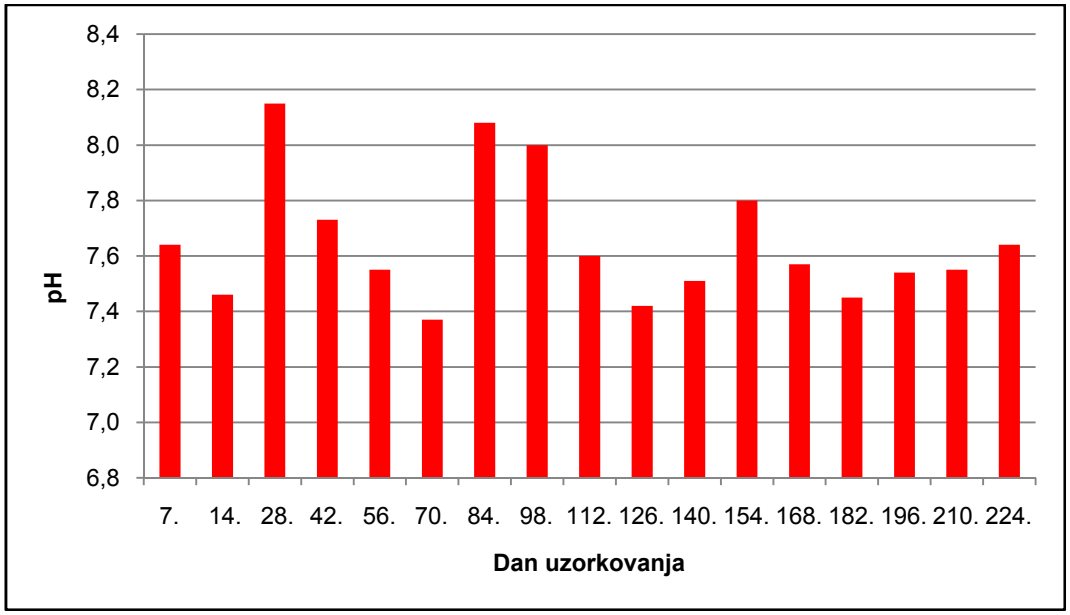
Slika 12: Temperatura zraka i vode na postaji za istraživanje obraštaja u Sakadaškom jezeru tijekom 2009. godine.

Koncentracija otopljenog kisika u vodi (Slika 13) mijenjala se tijekom istraživanog razdoblja. Najveća koncentracija (9,69 mg/L) zabilježena je u srpnju, a najniža (3,32 mg/L) u listopadu.



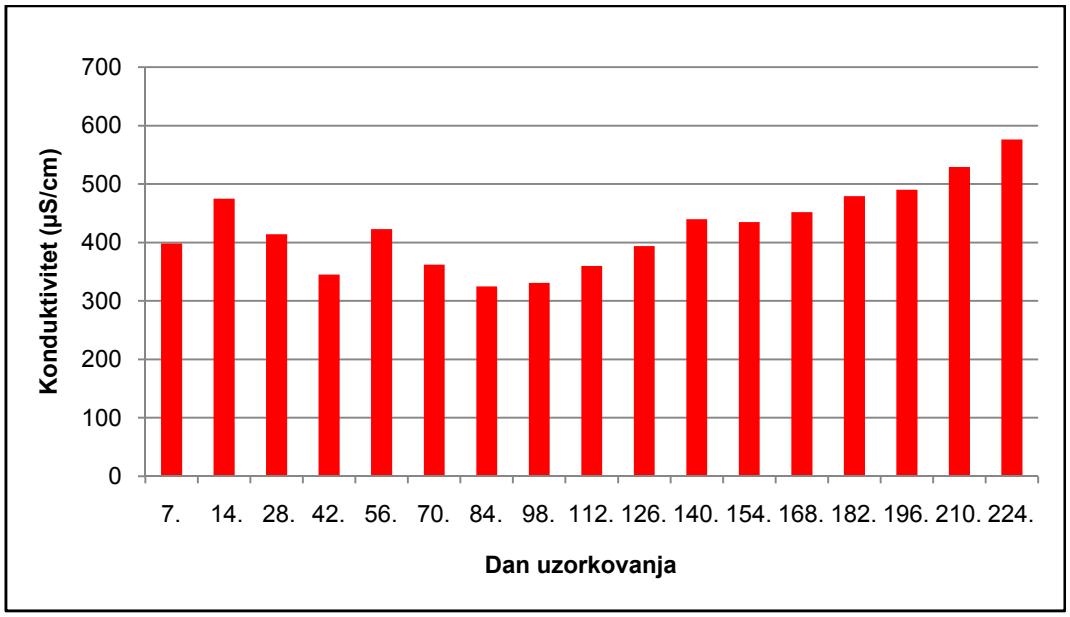
Slika 13: Koncentracija otopljenog kisika na postaji za istraživanje obraštaja u Sakadaškom jezeru tijekom 2009. godine.

pH vode jezera tijekom istraživanja (Slika 14) nije se značajno mijenjao. Izmjerene vrijednosti bile su u granicama od 7,46 do 8,15.



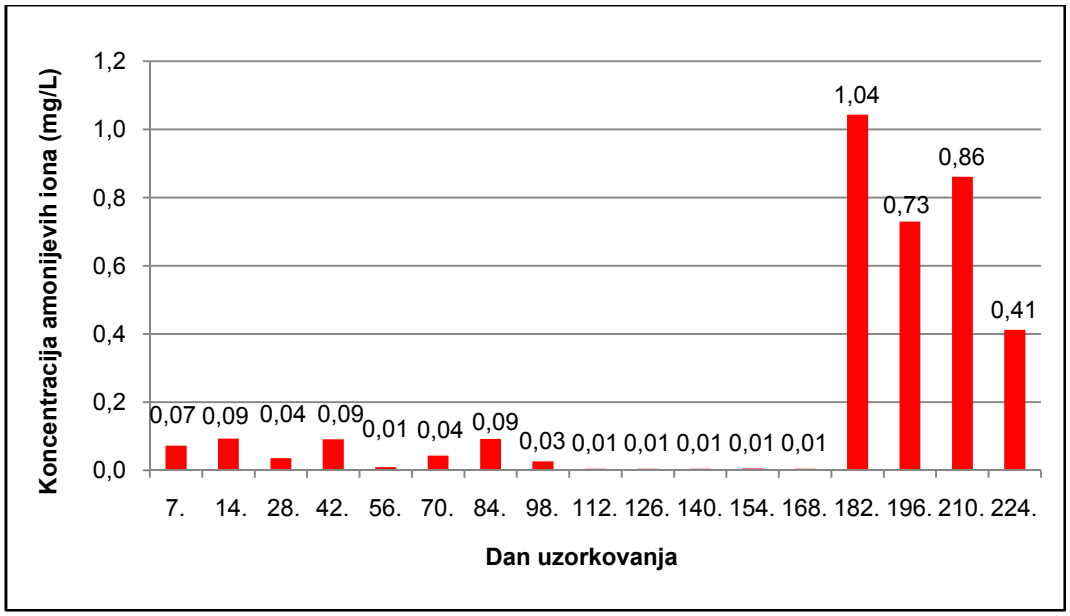
Slika 14: pH vode na postaji za istraživanje obraštaja u Sakadaškom jezeru tijekom 2009. godine.

Provodljivost vode (Slika 15) mijenjala se ovisno o promjenama vodostaja Dunava (r= -0,767, p= 0,000). U uvjetima plavljenja u proljeće i ljeto, provodljivost je bila u granicama od 325 do 475 µS/cm, dok se u uvjetima bez plavljenja tijekom jeseni i zime kontinuirano povećala. Najveća je provodljivost (576 µS/cm) zabilježena na kraju istraživanja u prosincu.



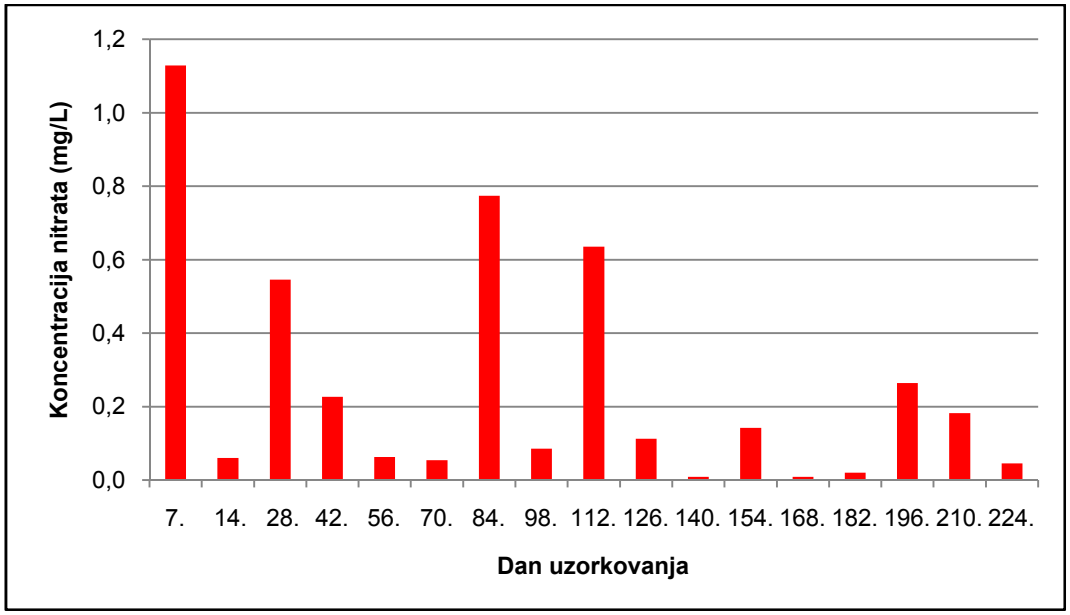
Slika 15: Provodljivost vode na postaji za istraživanje obraštaja u Sakadaškom jezeru tijekom 2009. godine.

Koncentracije amonijevih iona (Slika 16) bile su niske tijekom cijelog proljetnog i ljetnog razdoblja. Od kolovoza do početka listopada koncentracije amonijevih iona bile su posebno niske i kretale su se u granicama od 0,005-0,006 mg/L. Naglo i značajno povećanje (1,0436 mg/L) zabilježeno je u jesen.



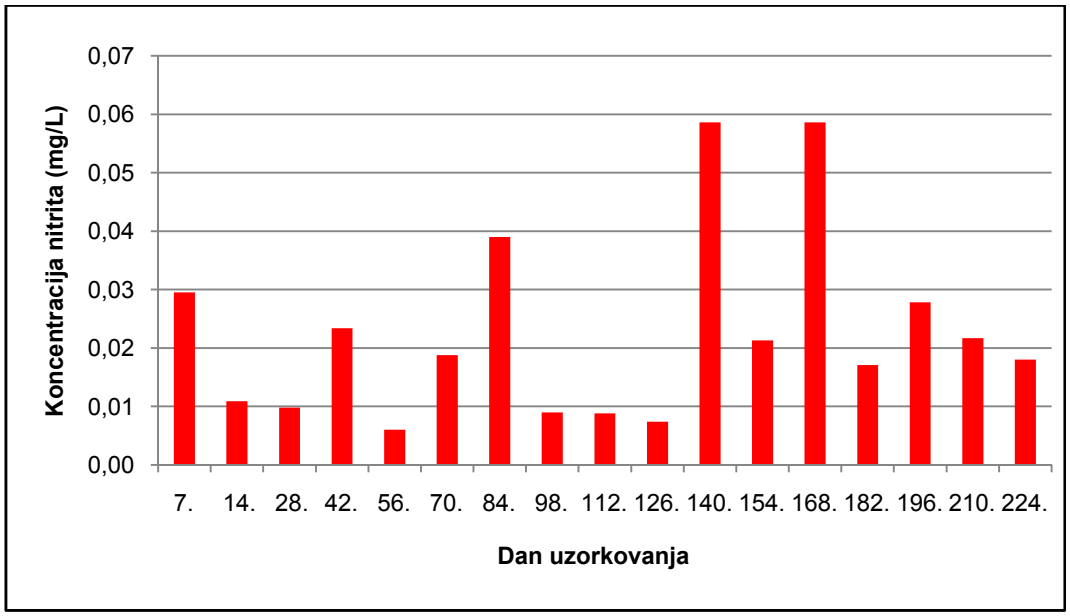
Slika 16: Koncentracija amonijevih iona na postaji za istraživanje obraštaja u Sakadaškom jezeru tijekom 2009. godine.

Koncentracije nitrata (Slika 17) značajno su se mijenjale tijekom istraživanja. Vrlo niske koncentracije od samo 0,0091 mg/L zabilježene su u rujnu i listopadu, dok je najveća koncentracija bila u uvjetima plavljenja u travnju (1, 1283 mg/L).



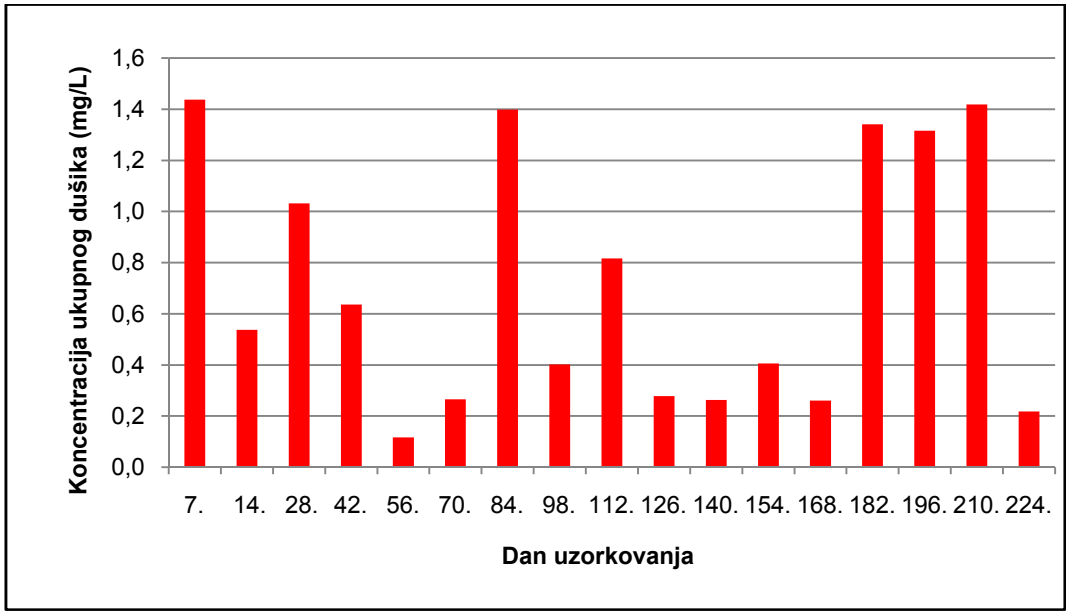
Slika 17: Koncentracija nitrata na postaji za istraživanje obraštaja u Sakadaškom jezeru tijekom 2009. godine.

Koncentracije nitrita (Slika 18) varirale su u rasponu od 0,006 mg/L u lipnju do 0,0586 mg/L u rujnu i listopadu.



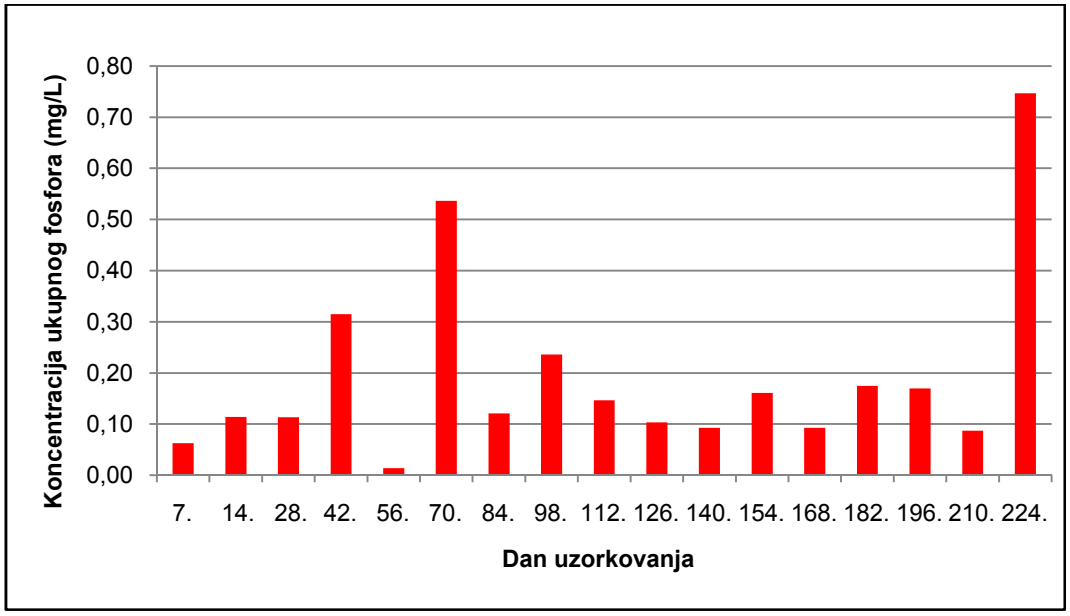
Slika 18: Koncentracija nitrita na postaji za istraživanje obraštaja u Sakadaškom jezeru tijekom 2009. godine.

Koncentracije ukupnog dušika (Slika 19) su varirale između 1,437 mg/L i 0,1159 mg/L.



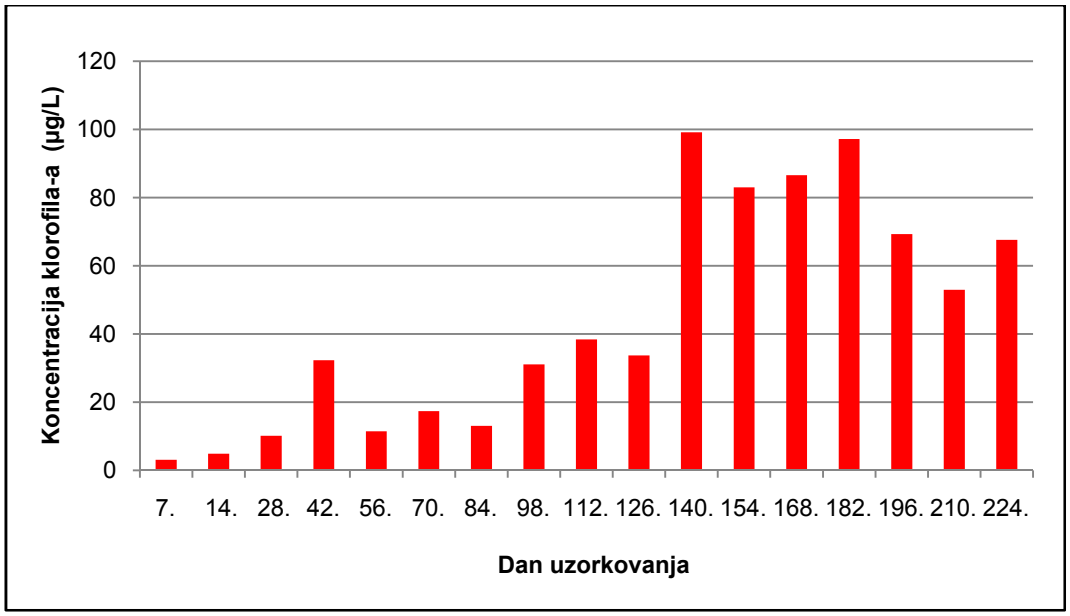
Slika 19: Koncentracija ukupnog dušika na postaji za istraživanje obraštaja u Sakadaškom jezeru tijekom 2009. godine.

Koncentracije ukupnog fosfora (Slika 20) su se mijenjale tijekom istraživanja. Najmanja koncentracija (0,014 mg/L) zabilježena je u uvjetima plavljenja u lipnju, a najviša od 0,747 mg/L na kraju istraživanja u prosincu.



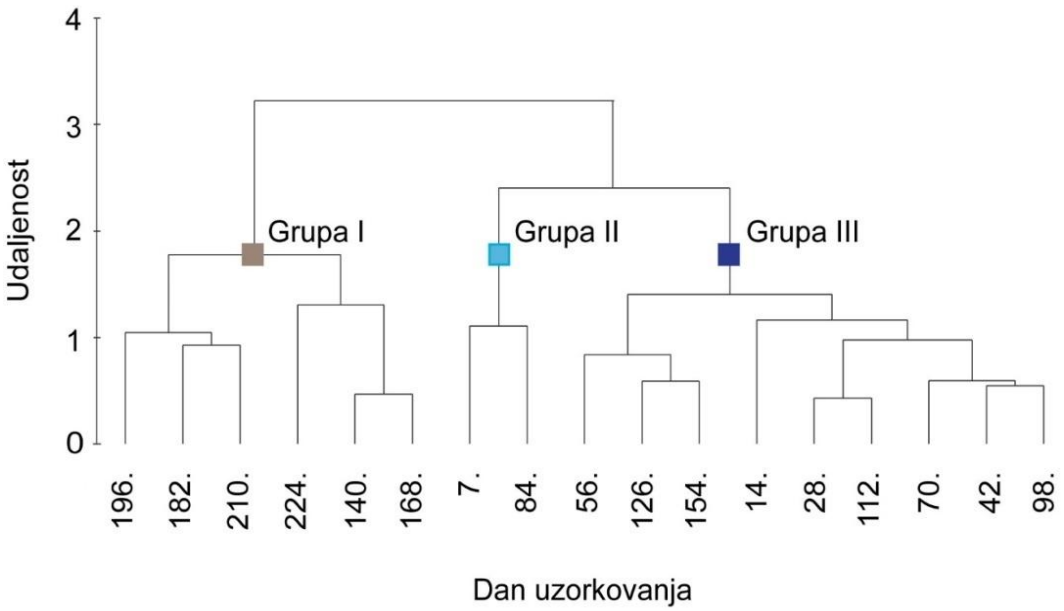
Slika 20: Koncentracija ukupnog fosfora na postaji za istraživanje obraštaja u Sakadaškom jezeru tijekom 2009. godine.

Koncentracije klorofila-a (Slika 21) u površinskom sloju vode su bile niske u uvjetima plavljenja i kretale su se u granicama od 3,092 µg/L do 38,363 µg/L. Rasle su prema kraju istraživanog razdoblja. U jesenskom i zimskom razdoblju u uvjetima bez plavljenja koncentracije klorofila-a su bile visoke, a najviša koncentracija od 99,186 µg/L zabilježena je u rujnu.



Slika 21: Koncentracija klorofila-a u površinskom sloju vode na postaji za istraživanje obraštaja u Sakadaškom jezeru tijekom 2009. godine.

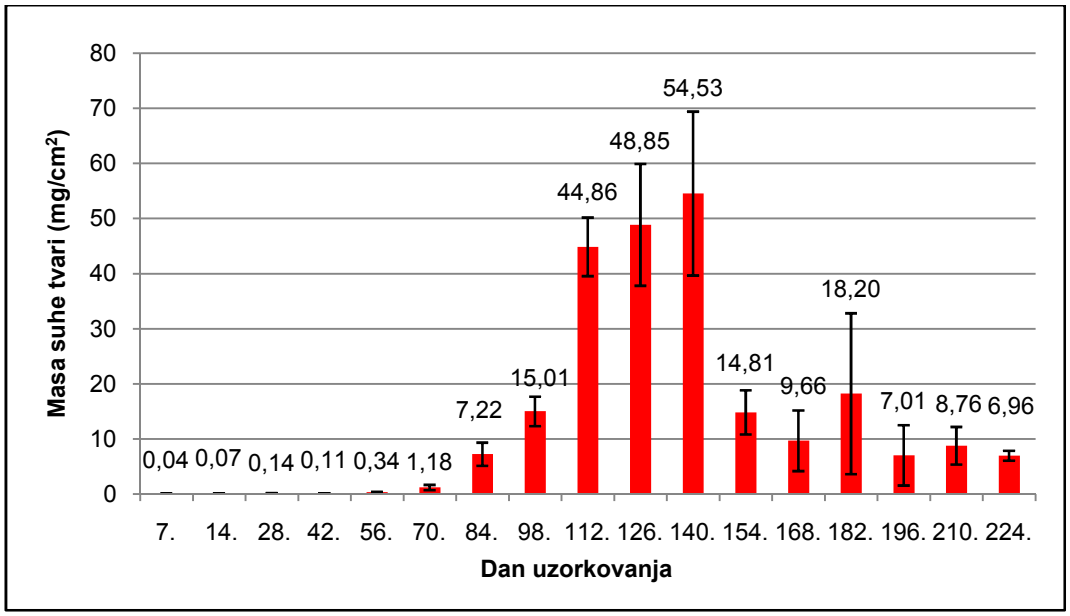
Prema hijerarhijskom klaster dendogramu na temelju vodostaja Dunava i fizikalno-kemijskih svojstava vode Sakadaškog jezera vidljivo je grupiranje podataka u tri grupe (Slika 22). Prva grupa obuhvaća jesensko i zimsko razdoblje karakterizirano niskim vodostajem Dunava (< 2 m) i velikom provodljivosti vode (452-576 µS/cm). Druga grupa obuhvaća proljetno i ljetno razdoblje karakterizirano višim vodostajima Dunava (od 2,5 m do preko 5 m) i većom prozirnošću vode (do 2,56 m), dok je treća grupa karakterizirana vrlo visokim vodostajem Dunava (> 5 m) i malom provodljivosti vode (325-398 µS/cm).



Slika 22: Hijerarhijski klaster dendogram analize vodostaja Dunava i fizikalno-kemijskih parametara vode Sakadaškog jezera.

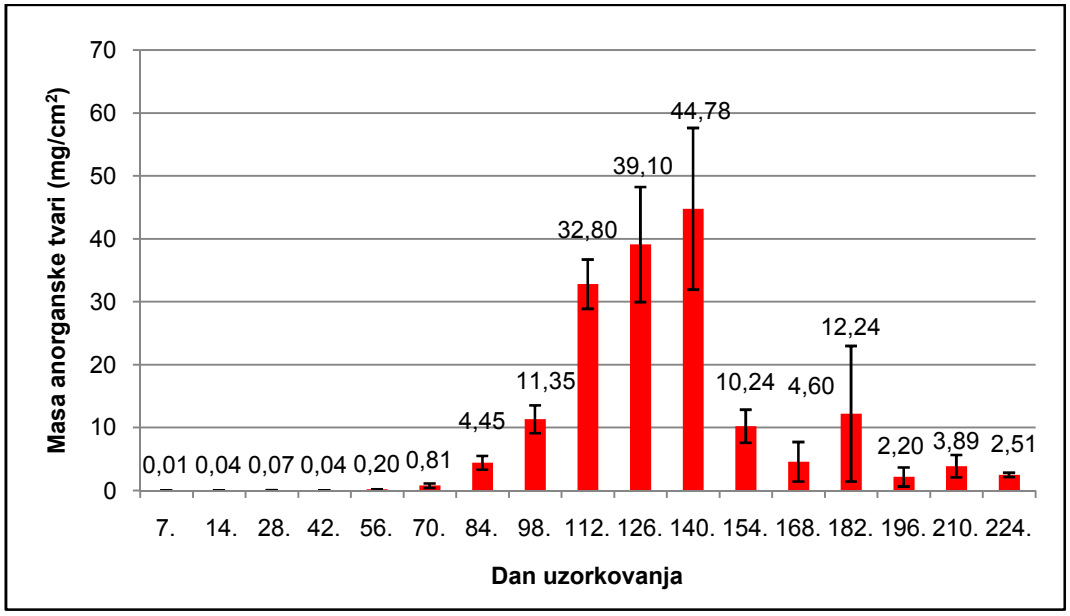
3.2. Biomasa obraštaja

Masa suhe tvari obraštaja (Slika 23) kontinuirano se povećavala sve do 140. dana razvoja obraštaja (0,036±0,003 do 54,533±14,877 mg/cm^2). Nakon toga, masa suhe tvari je bila mala i kretala se u granicama od 6,959±0,896 do 18,201±14,614 mg/cm^2.



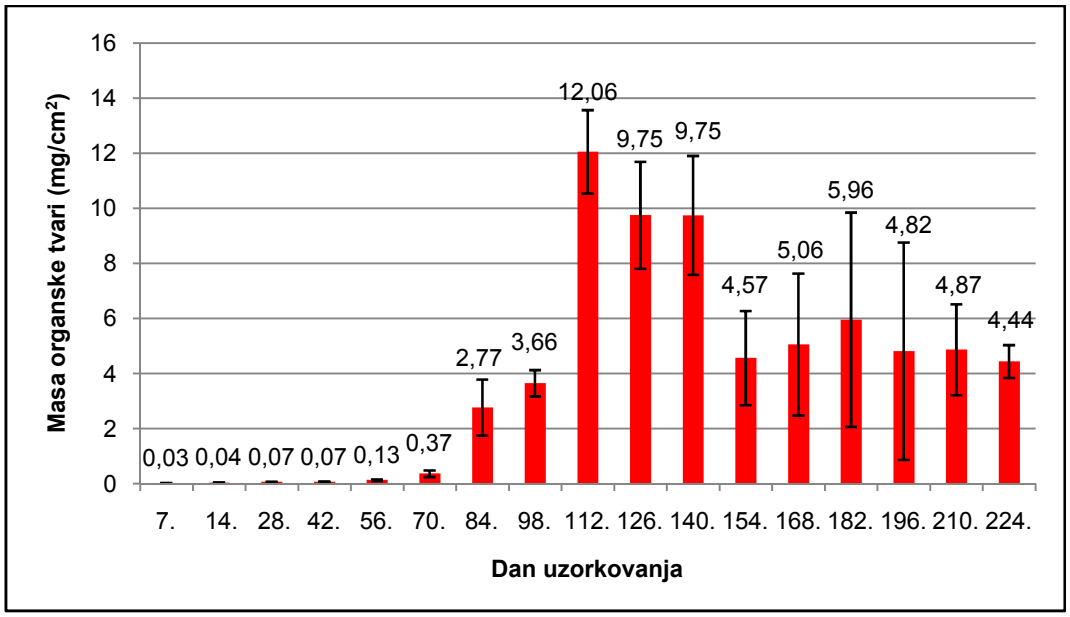
Slika 23: Masa suhe tvari obraštaja na postaji za istraživanje obraštaja u Sakadaškom jezeru tijekom 2009. godine.

Masa anorganske tvari u obraštaju (Slika 24) kontinuirano se povećavala od sedmog (0,011±0,003 mg/cm^2) do 140. dana razvoja obraštaja (44,785±12,841 mg/cm^2). Od 154. dana do kraja istraživanja masa anorganske tvari u obraštaju bila je mala i varirala je od 2,196±1,519 do 12,242±2,636 mg/cm^2.



Slika 24: Masa anorganske tvari u obraštaju na postaji za istraživanje obraštaja u Sakadaškom jezeru tijekom 2009. godine.

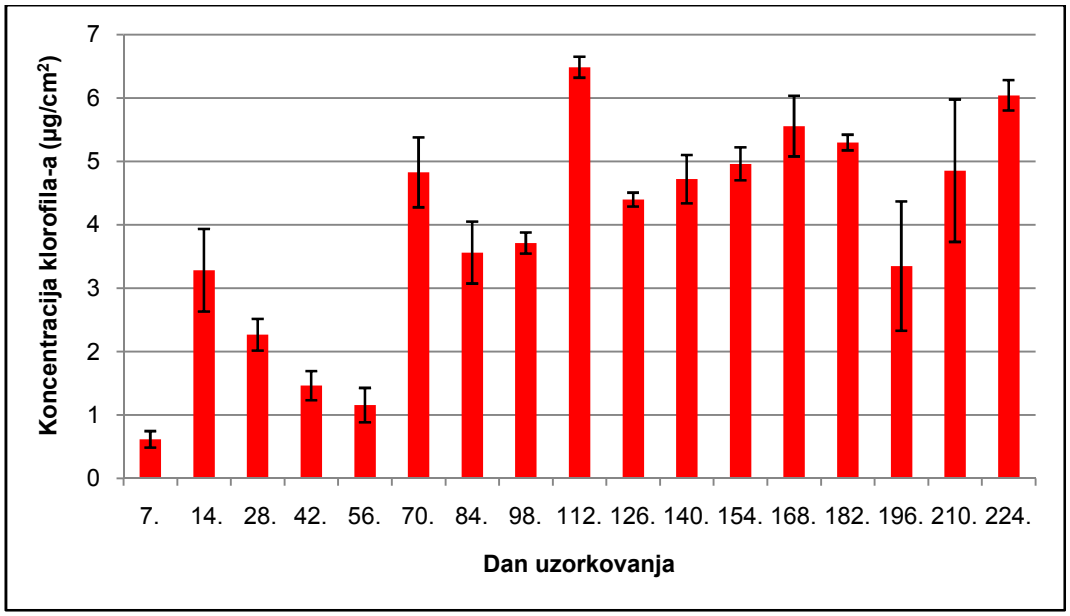
Masa organske tvari u obraštaju (Slika 25) kontinuirano se povećavala do 112. dana razvoja obraštaja kada je zabilježena najveća masa od 12,056±1,512 mg/cm^2. 126. i 140. dana masa organske tvari u obraštaju je bila manja i nije se značajno mijenjala, a od 154. do zadnjeg dana istraživanja varirala je od 4,444±0,594 mg/cm^2 do 5,959±3,889 mg/cm^2.



Slika 25: Masa organske tvari u obraštaju na postaji za istraživanje obraštaja u Sakadaškom jezeru tijekom 2009. godine.

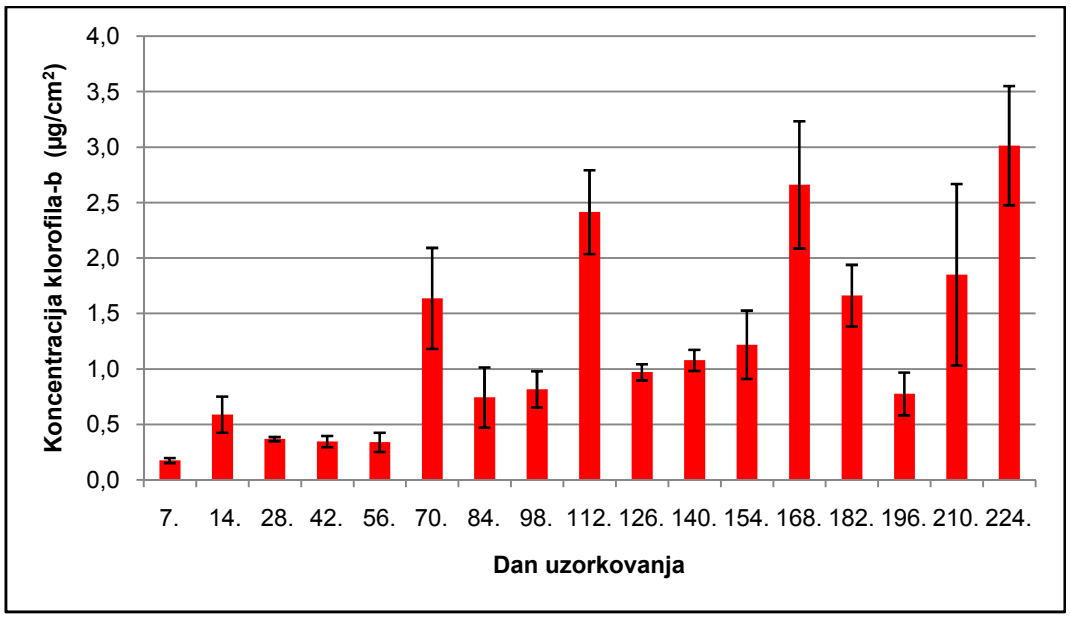
3.3. Koncentracija klorofila u obraštaju

Koncentracije klorofila-a u obraštaju (Slika 26) bile su niske od sedmog do 56. dana razvoja obraštaja i kretale su se od 0,616±0,130 µg/cm^2 do 3,284±0,652 µg/cm^2. Od 70. do zadnjeg dana istraživanja koncentracije su bile veće, a najveća (6,486±0,165 µg/cm^2) je zabilježena u ljeto, 112. dana razvoja obraštaja.



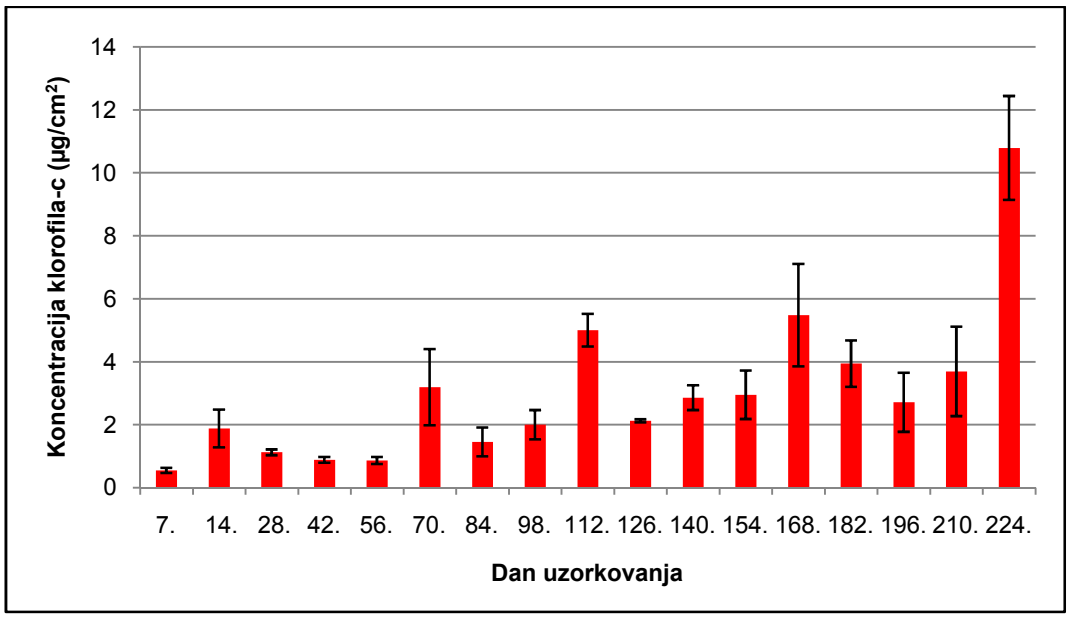
Slika 26: Koncentracije klorofila-a u obraštaju na postaji za istraživanje obraštaja u Sakadaškom jezeru tijekom 2009. godine.

Koncentracije klorofila-b u obraštaju (Slika 27) značajno su se mijenjale tijekom razdoblja istraživanja. Najmanja koncentracija bila je sedmog dana razvoja (0,177±0,023 µg/cm^2), a najveća (3,014±0,537 µg/cm^2) je zabilježena posljednjeg dana istraživanja u prosincu.



Slika 27: Koncentracije klorofila-b u obraštaju na postaji za istraživanje obraštaja u Sakadaškom jezeru tijekom 2009. godine.

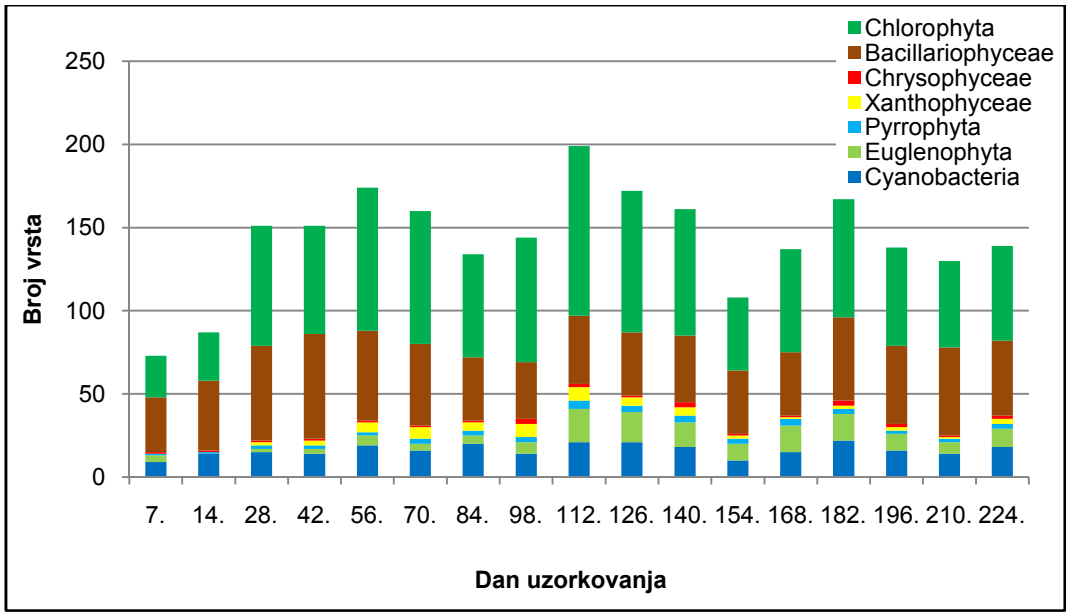
Koncentracije klorofila-c u obraštaju (Slika 28) su od sedmog do 210. dana istraživanja bile u granicama od 0,550±0,079 µg/cm^2 do 5,482±1,627 µg/cm^2. Najveća koncentracija od 10,792±1,652 µg/cm^2 zabilježena je u prosincu, zadnjeg dana razvoja obraštaja.



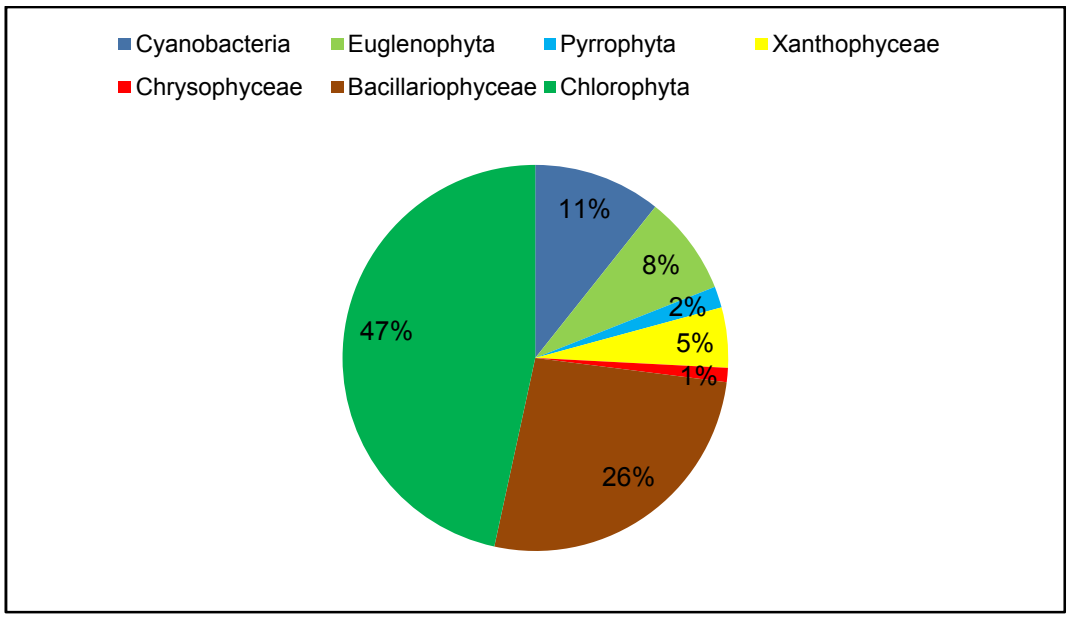
Slika 28: Koncentracije klorofila-c u obraštaju na postaji za istraživanje obraštaja u Sakadaškom jezeru tijekom 2009. godine.

3.4. Kvalitativni i kvantitativni sastav alga u obraštaju

U obraštaju na umjetnim staklenim podlogama tijekom istraživanja 2009. godine utvrđeno je ukupno 337 vrsta alga (Prilog 1, Slika 29). Najzastupljenije su bile vrste iz skupine Chlorophyta (157 vrsta) koje su činile 47 % ukupnog broja vrsta, te vrste iz razreda Bacillariophyceae (89 vrsta, Slika 30). Iz skupine Cyanobacteria utvrđeno je 36 vrsta, a iz skupine Euglenophyta 28 vrsta. Najmanji broj vrsta u obraštaju pripadao je skupini Pyrrophyta (6 vrsta) i razredima Xanthophyceae (17 vrsta) i Chrysophyceae (4). Najmanji broj vrsta zabilježen je na početku razvoja obraštaja (73 vrste), a najveći broj vrsta u kolovozu, 112. dana razvoja obraštaja (199 vrsta).

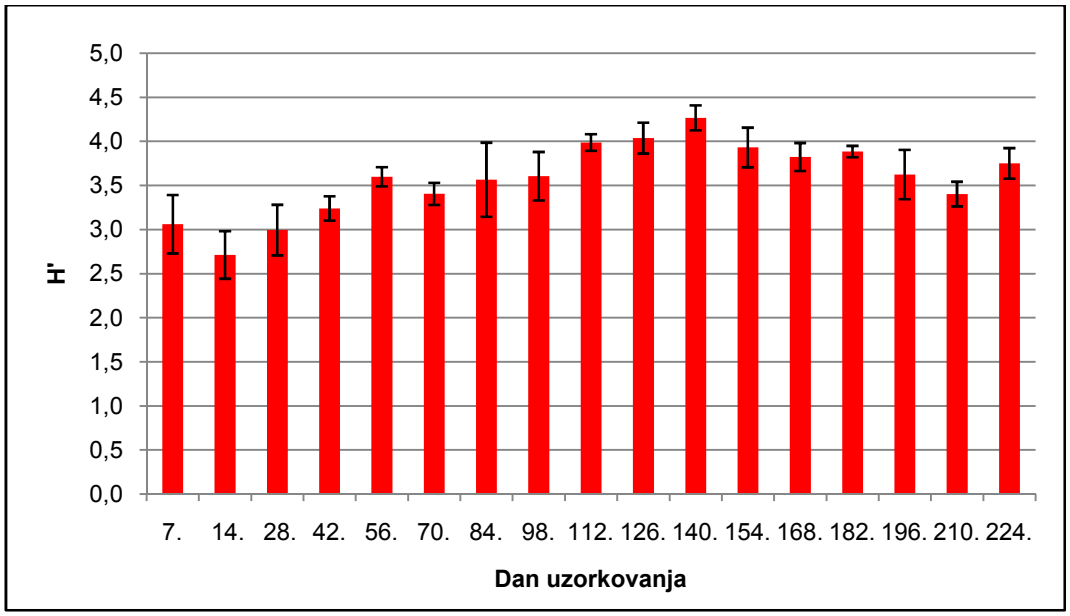


Slika 29: Ukupan broj vrsta unutar pojedinih skupina alga u obraštaju na postaji za istraživanje obraštaja u Sakadaškom jezeru tijekom 2009. godine.



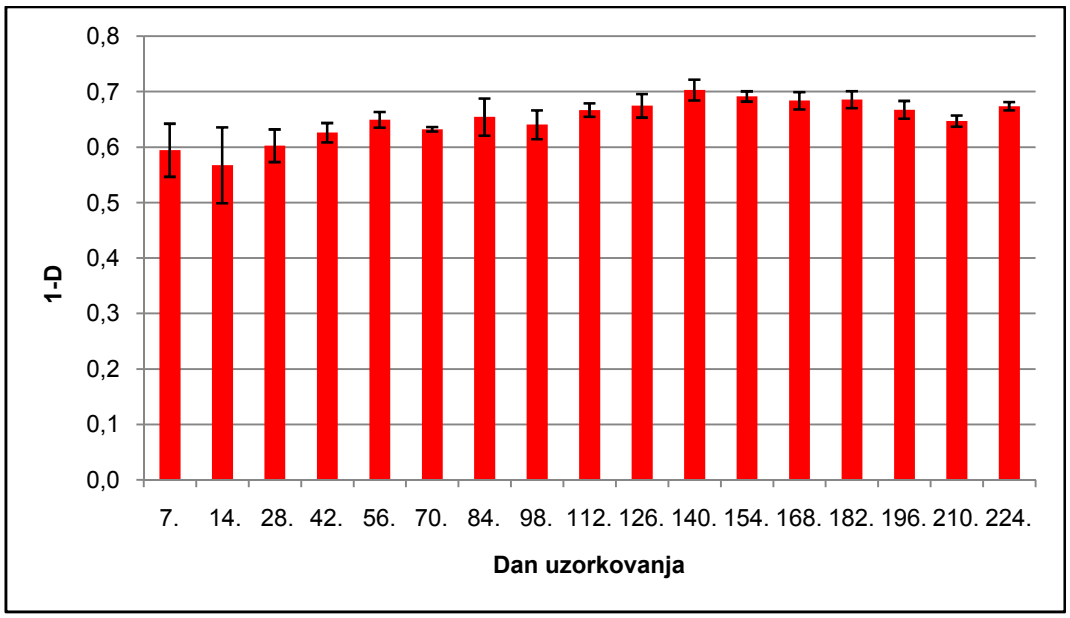
Slika 30: Postotna zastupljenost pojedinih skupina alga u obraštaju na postaji za istraživanje obraštaja u Sakadaškom jezeru tijekom 2009. godine

Vrijednosti Shannon-Weaverovog indeksa raznolikosti (Slika 31) mijenjale su se tijekom istraživanja. Najmanja vrijednost Shannon-Weaverovog indeksa raznolikosti (2,71±0,27) zabilježena je početkom razvoja obraštaja, a najveća (4,27±0,14) početkom rujna.



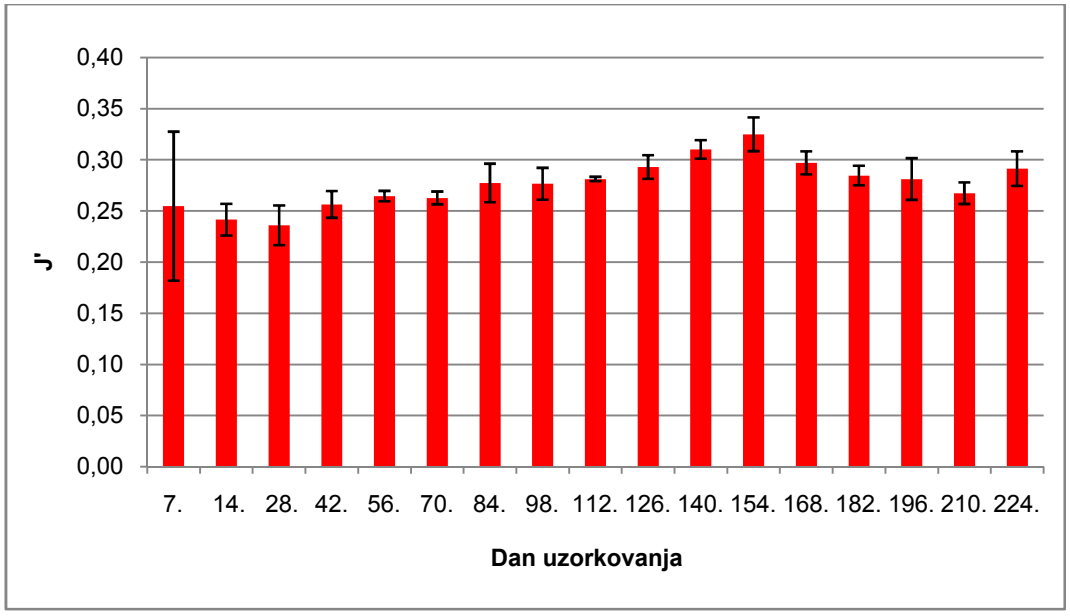
Slika 31: Vrijednosti Shannon-Weaverovog indeksa raznolikosti (H') u obraštaju na postaji za istraživanje obraštaja u Sakadaškom jezeru tijekom 2009. godine.

Vrijednosti Simpsonovog indeksa raznolikosti (Slika 32) bile su prilično ujednačene tijekom cijelog perioda istraživanja i kretale su se u rasponu od 0,57±0,07 do 0,70±0,02. Najmanja vrijednost zabilježena je početkom svibnja, a najveća početkom rujna.



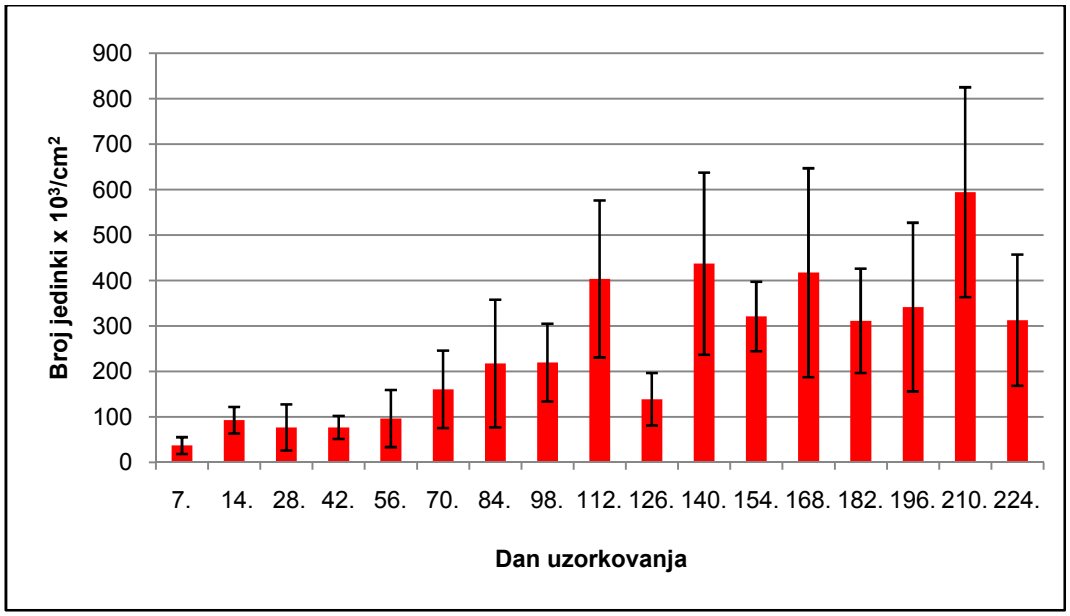
Slika 32: Vrijednosti Simpsonovog indeksa raznolikosti (1-D) u obraštaju na postaji za istraživanje obraštaja u Sakadaškom jezeru tijekom 2009. godine.

Najmanja vrijednost Pielouovog indeksa ujednačenosti (Slika 33) zabilježena je na početku razvoja obraštaja i iznosila je 0,24±0,02. Vrijednosti su zatim rasle, a najveća vrijednost zabilježena je 154. dan razvoja obraštaja i iznosila je 0,33±0,02.



Slika 33: Vrijednosti Pielouovog indeksa ujednačenosti (J') u obraštaju na postaji za istraživanje obraštaja u Sakadaškom jezeru tijekom 2009. godine.

Broj jedinki alga u obraštaju (Slika 34) mijenjao se tijekom istraživanja. Nakon početnog povećanja ukupnog broja jedinki (do 403,463 x 10^3±172, 637 jedinki/cm^2), 126. dana razvoja zabilježen je manji pad (138,957 x 10^3±57,950 jedinki/cm^2). Nakon toga ukupan broj jedinki bio je u granicama od 312,851 x 10^3±144,385 do 594,531x 10^3±230,777 jedinki/cm^2.



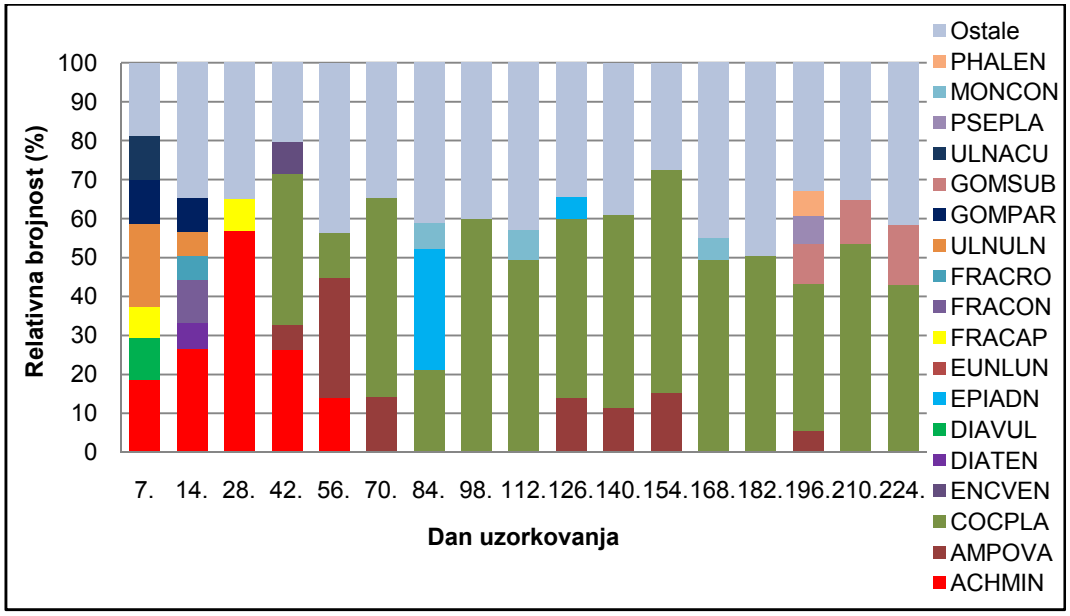
Slika 34: Broj jedinki alga u obraštaju na postaji za istraživanje obraštaja u Sakadaškom jezeru tijekom 2009. godine.

Utvrđena je statistički značajna korelacija između ukupnog broja jedinki, koncentracije klorofila -a, -b i -c te mase organske tvari u obraštaju (Tablica 2).

Tablica 2: Statistički značajni koeficijenti korelacije između koncentracije klorofila, biomase i ukupnog broja jedinki u obraštaju na postaji za istraživanje obraštaja u Sakadaškom jezeru tijekom 2009. godine.

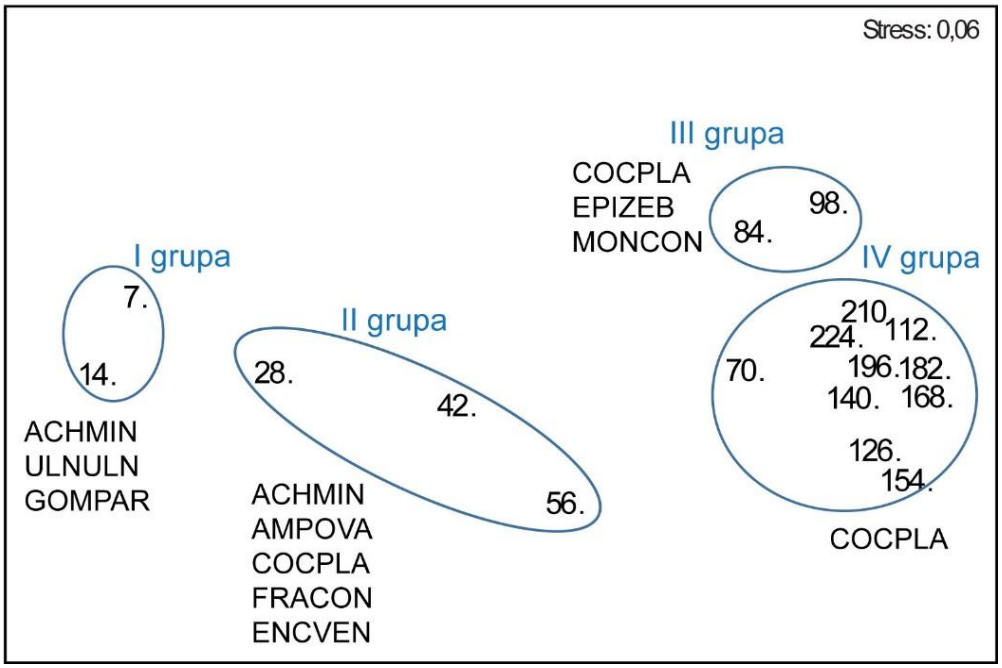
	chla	**chlb**	**chlc**	**DW**	**AW**	**AFDW**	**Broj jedinki**
chla		r = 0,879 p = 0,000	r = 0,756 p = 0,000	r = 0,510 p = 0,036		r = 0,707 p = 0,001	r = 0,732 p = 0,001
chlb	r = 0,879 p = 0,000		r = 0,914 p = 0,000			r = 0,511 p = 0,036	r = 0,679 p = 0,003
chlc	r = 0,756 p = 0,000	r = 0,914 p = 0,000					r = 0,535 p = 0,027
DW	r = 0,510 p = 0,036				r = 0,994 p = 0,000	r = 0,919 p = 0,000	
AW				r = 0,994 p = 0,000		r = 0,873 p = 0,000	
AFDW	r = 0,707 p = 0,001	r = 0,511 p = 0,036		r = 0,919 p = 0,000	r = 0,873 p = 0,000		r = 0,645 p = 0,005
Broj jedinki	r = 0,732 p = 0,001	r = 0,679 p = 0,003	r = 0,535 p = 0,027			r = 0,645 p = 0,005	

Tijekom istraživanja dominantne vrste alga u obraštaju su se mijenjale (Slika 35). Ukupno je zabilježeno 18 dominantnih vrsta alga-tri iz skupine Chlorophyta (*Pseudodidymocystis planctonica*, *Monoraphidium contortum*, *Phacotus lenticularis*) i 15 iz razreda Bacillariophyceae (*Achnanthidium minutissimum*, *Amphora ovalis*, *Cocconeis placentula*, *Encyonema ventricosum*, *Diatoma vulgaris*, *Diatoma tenuis*, *Epithemia adnata*, *Fragilaria capucina*, *Fragilaria crotonensis*, *Fragilaria construens*, *Ulnaria ulna*, *Gomphonema parvulum*, *Ulnaria acus*).



Slika 35: Dominantne vrste alga u obraštaju na postaji za istraživanje obraštaja u Sakadaškom jezeru tijekom 2009. godine. Kodovi vrsta nalaze se u Prilogu 1.

Prema NMDS analizi na osnovi broja jedinki alga po jedinici površine tijekom razvoja obraštaja u Sakadaškom jezeru, utvrđeno je grupiranje podataka u četiri grupe (Slika 36). Prva grupa obuhvaća prvih 14 dana razvoja obraštaja. Druga grupa obuhvaća razdoblje od 28. do 56. dana, treća grupa 84. i 98. dan, dok četvrta grupa obuhvaća 70. dan te razdoblje od 112. dana do zadnjeg dana razvoja obraštaja. Dijatomeje *A. minutissimum*, *Ulnaria ulna* i *Gomphonema parvulum* obilježile su prvih 14 dana razvoja obraštaja. U razdoblju od 28. do 56. dana dominirale su uz *A. minutissimum* i dijatomeje *A. ovalis*, *Encyonema ventricosum*, *F. construens* i *C. placentula*. Uz dijatomeje *C. placentula* i *E. adnata*, u obraštaju je 84. dan dominantna bila i zelena alga *M. contortum*, dok je 98. dan dominantna vrsta bio samo *C. placentula*, koja je činila više od 59 % ukupnog broja jedinki alga. 70. dan te od 112. do zadnjeg dana razvoja obraštaja *C. placentula* je bio najzastupljenija vrsta alga u obraštaju.



Slika 36: Shematski prikaz na temelju NMDS analize broja jedinki alga u obraštaju po danima ekspozicije tijekom razvoja obraštaja u Sakadaškom jezeru 2009. godine.

Vodostaj Dunava i fizikalno-kemijski parametri vode Sakadaškog jezera utjecali su na razvoj dominantnih vrsta alga u obraštaju na što ukazuju visoki koeficijenti korelacije (Tablica 3).

Tablica 3. Statistički značajni koeficijenti korelacije između vodostaja Dunava, fizikalno-kemijskih parametara vode Sakadaškog jezera i broja jedinki dominantnih vrsta alga u obraštaju tijekom razvoja obraštaja 2009. godine.

	WL	SD	AT	WT	Cond	NH_4^+	NO_3^-	NO_2^-
COCPLA	r = -0,609 p = 0,009	r = -0,500 p = 0,041						
ENCVEN	r = -0,587 p = 0,013		r = -0,673 p = 0,003	r = -0,658 p = 0,004	r = 0,604 p = 0,010	r = 0,661 p = 0,004		
DIAVUL		r = 0,872 p = 0,000					r = 0,733 p = 0,001	
EPIADN	r = 0,564 p = 0,018							
FRAULN		r = 0,611 p = 0,009						
GOMSUB	r = -0,542 p = 0,024		r = -0,487 p = 0,047	r = -0,729 p = 0,001	r = ,0746 p = 0,001	r = 0,609 p = 0,009		
ULNACU		r = 0,773 p = 0,000						
PSEPLA	r = -0,668 p = 0,003	r = -0,507 p = 0,038	r = -0,571 p = 0,016					r = 0,542 p = 0,024
PHALEN	r = -0,568 p = 0,017		r = -0,750 p = 0,001	r = -0,673 p = 0,003	r = 0,532 p = 0,028	r = 0,683 p = 0,002		

4. RASPRAVA

Istraživanje razvoja alga u obraštajnim zajednicama na umjetnim staklenim podlogama provedeno je u Sakadaškom jezeru, u razdoblju od travnja do prosinca 2009. godine. Tijekom istraživanja okolišni su se čimbenici značajno mijenjali ovisno o sezonskim uvjetima i dinamici plavljenja što je vidljivo i iz hijerarhijskog klaster dendograma (Slika 22). U proljeće i ljeto vodostaj Dunava je bio visok što je dovelo do značajnog povećanja dubine i prozirnosti vode jezera. Osim toga, u vrijeme plavljenja koncentracije hranjivih tvari su bile visoke. Unos dunavskih poplavnih voda bogatih suspendiranim tvarima (Hein i sur., 2004) pridonijeo je zadržavanju visokih koncentracija hranjivih tvari u jezeru. Posebno su bile visoke koncentracije nitrata što je u skladu s rezultatima prethodnih istraživanja u poplavnom području Kopačkog rita (Mihaljević i sur., 2009, 2010). Tijekom jeseni i zime, vodostaj Dunava je bio vrlo nizak i plavljenje Kopačkog rita je izostalo. Međutim, i u uvjetima hidrološke izolacije jezera od matične rijeke u jesenskom i zimskom razdoblju, koncentracije hranjivih tvari su bile visoke čemu su pridonijeli ispiranje okolnog područja te intenzivni procesi razgradnje akumuliranih tvari (Keckeis i sur., 2003; Pithart i sur., 2007). Na intenzivne procese razgradnje ukazuju utvrđene visoke koncentracije amonijevih iona u vodi jezera (Balaban i Constantinescu, 2007; McCarthy i sur., 2008). Osim na promjene fizikalno-kemijskih svojstava vode, poplave utječu i na razvoj različitih biotičkih zajednica, posebno na razvoj fitoplanktona (Zalocar de Domitrović, 2003; Towsend, 2006). Prethodnim je istraživanjima utvrđeno da se u uvjetima plavljenja količina fitoplanktona u Sakadaškom jezeru smanjuje (Mihaljević i sur., 2010; Mihaljević i Stević, 2011). Velike i dugotrajne poplave u proljeće i ljeto 2009. godine imale su negativan utjecaj na razvoj fitoplanktona te su u tom razdoblju zabilježene niske koncentracije Chl-a u vodi.

Tijekom istraživanja na umjetnim staklenim podlogama su se razvile složene obraštajne zajednice. Razvoj obraštaja bio je dinamičan i odvijao se kroz fazu rasta i fazu gubitka. Faza rasta obično je karakterizirana kontinuiranim povećanjem ukupne biomase obraštaja (Azim i Asaeda, 2005). Na razvoj obraštaja utječu različiti čimbenici kao što su hidrološki režim i dostupne koncentracije hranjivih tvari (Gaiser, 2008). Uvjeti u okolišu također utječu na duljinu trajanja pojedinih faza u razvoju obraštaja. Prema rezultatima prethodnih istraživanja, u poplavnom području Kopačkog rita ukupna biomasa obraštaja dostiže svoje vršne vrijednosti već oko 40.-tog dana razvoja nakon čega slijedi faza gubitka (Mihaljević i Žuna Pfeiffer, 2012). Međutim, u proljeće 2009. godine razvoj obraštaja je bio sporiji vjerojatno

zbog velikih i dugotrajnih poplava te manje brojnosti fitoplanktona u jezeru. Također su podloge bile pogodne za naseljavanje i razvoj faune u kojoj su bili dobro razvijeni trepetljikaši, mahovnjaci i maločetinaši (Vlaičević, neobjavljeni podaci) koji se hrane algama. Zbog toga je faza rasta trajala 140 dana, nakon čega se ukupna biomasa obraštaja smanjila.

S povećanjem biomase povećavala se raznolikost i brojnost alga u obraštajnim zajednicama. Naseljavanje i razvoj alga u obraštaju ovise o tipu podloge na kojem se obraštaj razvija, o količini dostupnih hranjivih tvari, intenzitetu svjetlosti i utjecaju disturbancija (Azim i sur., 2005). U eutrofnim sustavima kao što je Sakadaško jezero, naseljavanje alga je potpomognuto dobro razvijenim fitoplanktonskim zajednicama (Ács i sur., 2005). Prethodna istraživanja obraštaja na umjetnim staklenim podlogama u poplavnom području Kopačkog rita također su ukazala na veliku raznolikost alga u obraštaju (Mihaljević i Žuna Pfeiffer, 2011; Jovanovac, 2012; Baković, 2015). Smatra se da se veliki broj različitih vrsta alga zadržava u obraštaju jer im razvoj na granici između čvrste podloge i stupca vode omogućuje bolju dostupnost hranjivim tvarima i svjetlosti (Makarevitz, 2008).

Dominantne vrste alga u obraštaju su se mijenjale tijekom istraživanja što je povezano s njihovim morfološkim obilježjima i mogućnostima naseljavanja (Hoagland i sur., 1982; Szabó i sur., 2008). Tijekom cijelog razdoblja istraživanja u obraštaju su dominirale dijatomeje, a u ljeto i jesen su zajednice upotpunjavale i zelene alge. U područjima s umjerenom klimom jasno su izražene sezonske promjene u sastavu alga. Dijatomeje kojima pogoduju niže temperature i manji intenzitet svjetlosti dominiraju u proljeće i zimu, dok zelene alge i cijanobakterije postaju brojnije u ljeto i jesen (Van Dijk, 1993; McCormick i sur., 2001). Dijatomeje su obično najzastupljenije alge u obraštaju (Azim i sur., 2005) jer mogu izlučivati polisaharidne tvari i formirati različite strukture kojima će se prihvatiti za podlogu te zauzeti odgovarajući položaj u zajednici (Bahulikar, 2006). S obzirom na dominantne vrste, u razvoju alga razlikovale su se četiri faze.

Prva faza je obuhvatila prvih 14 dana razvoja obraštaja. U ovoj su fazi u obraštaju dominirale dijatomeje *A. minutissimum*, *U. ulna* i *G. parvulum.* Sve tri vrste su brzi kolonizatori i klasificirane su kao R-stratezi (Biggs i sur., 1998). *A. minutissimum* je vrsta manjih dimenzija, a karakterizira ju velika sposobnost razmnožavanja. Obično postiže veću brojnost u ranoj fazi razvoja obraštaja, ali može razviti i duge stapke te se dobro prilagoditi uvjetima u dobro razvijenim obraštajnim zajednicama (Ivorra i sur., 1999). Otporna je na različite disturbancije,

posebno na otkidanje i otplavljivanje. Dobro se razvija u uvjetima plavljenja što je utvrđeno i prethodnim istraživanjima obraštaja u Sakadaškom jezeru (Žuna Pfeiffer i sur., 2014). *U. ulna* i *G. parvulum* se za podloge prihvaćaju vršnim dijelom stanice, a *G. parvulum* može razviti i želatinozne stapke kojima se izdiže iznad podloge (Ács i sur., 2007). S obzirom da se čvrsto prihvaća za podlogu, *G. parvulum* je otporna na brzo strujanje vode (Kociolek i Spaulding, 2003). U prethodnim istraživanjima sve tri vrste utvrđene su u ranoj fazi razvoja obraštaja na umjetnim podlogama u Sakadaškom jezeru (Mihaljević i Žuna Pfeiffer, 2012).

Druga faza je trajala od 28. do 56. dana. U ovoj su fazi u obraštaju i dalje dominirale dijatomeje, ali promjene u sastavu alga ukazuju na postupno izdizanje obraštajnih zajednica iznad površine podloge. Posebno su brojne bile vrste *A. minutissimum*, *A. ovalis*, *C. placentula*, *E. ventricosum* i *F. construens*. *A. ovalis* i *C. placentula* čvrsto prianjaju uz podlogu, dok *E. ventricosum* formira cjevaste želatinozne strukture u kojima se stanice slažu jedna iznad druge te se na taj način izdižu iznad površine podloge (Plenković-Moraj i sur., 2008). Izdizanje iznad površine podloge je od velike važnosti jer omogućuje algama zauzimanje odgovarajućeg položaja u obraštaju i bolju dostupnost hranjivih tvari i svjetlosti (Hoagland i sur., 1982). Hranjive tvari su neophodne algama za rast i razvoj. Tako su utvrđene visoke vrijednosti provodljivosti i koncentracije amonijevih iona imale pozitivan utjecaj na razvoj vrste *E. ventricosum*.

Treća faza je obuhvatila 84. i 96. dan razvoja obraštaja. S povećanjem ukupnog broja jedinki alga u obraštaju, te povećanjem ukupne biomase obraštaja, u zajednicama su prevladale dijatomeje koje su dobro prilagođene uvjetima veće kompeticije za prostor, hranjive tvari i svjetlost. Dominantne su bile *C. placentula* i *E. adnata*. Vrste roda *Epithemia* pripadaju S-stratezima. Priliježu i čvrsto se prihvaćaju za podlogu zbog čega su otporne na različite disturbancije. Osim toga, mogu fiksirati dušik što im omogućuje da se dobro razvijaju u uvjetima kada su dostupne manje koncentracije hranjivih tvari (Biggs i sur., 1998). Uz dijatomeje, u ovoj su fazi u obraštaju bile dobro razvijene i zelene alge, a posebno je brojna bila vrsta *M. contortum*. Ova vrsta nema razvijene strukture koje bi joj omogućile prihvaćanje za podlogu, ali može ostati zahvaćena u dobro razvijenoj strukturi obraštaja.

Četvrta faza je trajala od 112. do zadnjeg dana istraživanja, a odvijala se u uvjetima bez plavljenja. Istraživanja su pokazala da se s prestankom velikih i dugotrajnih poplava obraštajne zajednice u poplavnom području Kopačkog rita vrlo brzo obnavljaju pri čemu se

uz povećavanje ukupnog broja jedinki alga razvija i bogata trodimenzionalna struktura obraštaja (Žuna Pfeiffer i sur., 2014). Međutim, nakon postizanja vršnih vrijednosti, ukupna biomasa obraštaja se nije značajno povećavala sve do kraja istraživanja 2009. godine. U ukupnoj biomasi bio je veći udio organske tvari, ukupan broj jedinki alga je bio velik, ali neprestano se mijenjao. U obraštaju su dominirale dijatomeje, a najbrojnija je ostala vrsta *C. placentula*. Iako je u obraštaju s većim brojem jedinki bila prisutna i vrsta *G. subclavatum* koja se za podlogu prihvaća vršnim dijelom stanice, nije došlo do daljnjeg razvoja trodimenzionale strukture obraštaja. Ovo ukazuje da su na razvoj obraštaja utjecali i drugi, različiti čimbenici, a posebno povećana ispaša (Liboriussen i sur., 2005). U obraštaju su tijekom istraživanja bile dobro razvijene zajednice mahovnjaka (Bryozoa) te invazivna vrsta školjkaša *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771). Poznato je da se mahovnjaci kao i *D. polymorpha* hrane algama (Pillsbury i sur., 2002). Prethodnim je istraživanjima utvrđeno da razvoj vrste *D. polymorpha* na umjetnim staklenim podlogama u Sakadaškom jezeru može dovesti do smanjenja ukupnog broja jedinki alga u obraštaju, ali i onemogućiti razvoj njegove trodimenzionalne strukture (Stević i sur., 2013). U ovoj su fazi u obraštaju s većim brojem jedinki bile povremeno prisutne i zelene alge *Pseudodydimocistis planctonica* i *Phacotus lenticularis*. Nitritni ioni imali su pozitivan utjecaj na razvoj vrste *P. planctonica*. *P. lenticularis* se obično dobro razvija pri višim vrijednostima temperature vode. Međutim, visoke koncentracije iona u vodi, a posebno kalcijevog karbonata, mogu omogućiti razvoj ove vrste i pri nižim temperaturama (Gruenert i Raeder, 2014). Tako su visoke vrijednosti provodljivosti i amonijevih iona imali pozitivan utjecaj na razvoj vrste *P. lenticularis* u obraštajnim zajednica u zimskim mjesecima.

5. ZAKLJUČAK

Rezultati istraživanja obraštaja na umjetnim staklenim podlogama u Sakadaškom jezeru tijekom 2009. godine ukazuju da dinamika plavljenja značajno utječe na razvoj obraštaja te sastav i strukturu alga u obraštajnim zajednicama.

Ovaj zaključak izveden je na temelju slijedećih dobivenih rezultata:

- u uvjetima velikih i dugotrajnih poplava utvrđen je spor razvoj obraštaja, te dominacija dijatomeja koje su otporne na disturbancije;
- u stabilnim hidrološkim uvjetima bez plavljenja, ukupna biomasa obraštaja se značajno povećala, zajednice alga u obraštaju bile su kvantitativno bogatije, ali postupni razvoj bogate trodimenzionalne strukture obraštaja je izostao vjerojatno zbog snažnog hranidbenog pritiska dobro razvijene faune na podlogama.

6. LITERATURA

Ács É, Kiss KT. 1991. Investigation of periphytic algae in the Danube at Göd (1669 river km, Hungary). *Arch Hydrobiol Suppl 89 Algol Stud* 62:47-67.

Ács É, Kiss KT. 1993. Colonization process of diatoms on artificial substrates in the river Danube near Budapest (Hungary). *Hydrobiologia* 269/270:307-315.

Ács É, Kiss KT, Szabó K, Makk J. 2000. Short-term colonization sequence of periphyton on glass slides in a large river (River Danube, near Budapest). *Arch Hydrobiol Suppl Algol Stud* 100:135-156.

Ács É, Reskoné NM, Szabó K, Taba GY, Kiss KT. 2005. Application of epiphytic diatoms in water quality monitoring of Lake Velencei-Recommendations and assignments. *Acta Bot Hung* 47:211-223.

Ács É, Borsodi AK, Kröpfl K, Vladár P, Záray G. 2007. Changes in the algal composition, bacterial metabolic activity and element content of biofilms developed on artificial substrata in the early phase of colonization. *Acta Bot Croat* 66:89-100.

Anagnostidis K, Komárek J. 1985. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 1. Introduction. *Arch Hydrobiol Suppl* 71 $^{1}/_{2}$:291-302.

APHA. 1985. *American Public Health Association. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewaters*. Washington, DC.

Asaeda T, Hong Sun D. 2000. A model of the development of a periphyton community: Resource and flow dynamics. *Ecol Model* 137:61-75.

Azim ME, Asaeda T. 2005. *Periphyton structure, diversity and colonization*. U: Periphyton: Ecology, Exploitation and Management (ur. Azim ME, Verdegem MCJ, van Dam AA, Beveridge MCM). CABI Publishing, 1-33 pp.

Azim ME, Verdegem MCJ, van Dam AA, Beveridge MCM. 2005. *Periphyton: Ecology, Exploitation and Management*. CABI Publishing, 352 pp.

Bahulicar R. 2006. *Diatoms from littoral zone of Lake Constance: Diversity, phylogeny, extracellular polysaccaharides and bacterial associations*. Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades des Doktors der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.) an der Universität Konstanz, Fachbereich Biologie, 177 pp.

Baković A. 2015. *Mikrofitske zajednice u obraštaju akvatičnih biotopa Kopačkog rita*. Diploski rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Odjel za biologiju, Osijek.

Balaban A, Constantinescu E. 2007. Physico-chemical and biological analyses for Danube water. *Ana Univ Chim, Anul* XVI (serie nouã) 1:75-82.

Biggs BJF. 1996. *Patterns in benthic algae of streams*. Academic Press, San Diego, California, 31-56 pp.

Biggs BJF, Stevenson RJ, Lowe RL. 1998. A habitat matrix conceptual model for stream periphyton. *Arch Hydrobiol* 143:21-56.

Blenkinsopp SA, Lock MA. 1994. The impact of storm-flow in river biofilm architecture. *J Phycol* 30:807-818.

Bognar A. 1990. *Geomorfologija Baranje*. Štamparski zavod Ognjen Prica, Zagreb, 312 pp.

Cattaneo A. 1990. The effect of fetch on periphyton spatial variation. *Hydrobiologia* 206:1-10.

Clark KR, Warwick RM. 2001. *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*, 2nd edition. PRIMER-E, Plymouth.

Danilov RA, Ekelund NGA. 2001. Comparison of usefulness of three types of artificial substrata (glass, wood and plastic) when studying settlement patterns of periphyton in lakes of different trophic status. *J Microbiol Meth* 45:167-170.

Debenest T, Silvestre J, Coste M, Pinelli E. 2010. Effects of Pesticides on Freshwater Diatoms. *Rev of Environ Contam T* 203.

Dudley TL, D' Antonio CM. 1991. The effects of supstrate texture, grazing, and disturbance on macroalgal establishment in streams. *Ecology* 72:297-309.

Ewe SML, Gaiser EE, Childers DL, Rivera-Monroy VH, Iwaniec D, Fouquerean J, Twilley RR. 2006. Spatial and temporal patterns of aboveground net primary productivity (ANPP) in the Florida Coastal Everglades LTER (2001-2004). *Hydrobiologia* 569:459-474.

Fonseca IA, Rodrigues L. 2007. Periphytic Cyanobacteria in different environments from the upper Paraná river floodplain, Brazil. *Periphyton Ecology, Research Nucleus in Limnology, Ichthyology, and Aquiculture*-Nupélia/PEA/UEM, State University of Maringá, Avenue Colombo, 5790 – 87020-900 Maringá–Pr, Brazil.

Gaiser EE. 2008. Periphyton as an indicator of restoration in the Florida Everglades. *Ecol indic* 9:31-45.

Goldsborough LG, McDougal RL, North AK. 2005. *Periphyton in freshwater lakes and wetlands*. CABI Publishing, 352 pp.

Gottlieb AD, Richards JH, Gaiser EE. 2006. Comparative study of periphyton community structure in long and short – hydroperiod Everglades marshes. *Hydrobiologia* 569:195-207.

Gross EM, Erhard D, Iványi E. 2003. Allelopathic activity of *Ceratophyllum demersum* L. and *Najas marina* ssp. *intermedia* (Wolfgang) Casper. *Hydrobiologia* 506:583-589.

Gruenert U, Raeder U. 2014. Growth responses of the calcite-loricated freshwater phytoflagellate *Phacotus lenticularis* (Chlorophyta) to the $CaCO_3$ saturation state and meteorological changes. *J Plankton Res* doi:10.1093.

Gucunski D. 1984. *Fitoplankton Sakadaškog jezera nakon katastrofalnog djelovanja otpadnih voda u ožujku 1984. godine*. Drugi kongres biologa Hrvatske, Zadar, Zbornik sažetaka priopćenja, 81-82.

Gucunski D. 1994. *Važnost zaštite hidrološkog sustava Specijalnog zoološkog rezervata Kopački rit.* Zbornik ekoloških radova " Problemi u zaštiti okoliša". Osijek 1:15-23.

Hein T, Baranyi C, Reckendorfer W, Schiemer F. 2004. The impact of surface water exchange on the nutrient and particle dynamics in side-arms along the River Danube, Austria. *Sci Total Environ* 328:207-218.

Higgins H, Hann B. 1995. Snail grazer-periphyton interactions: the effects of macrophyte removal, inorganic nutrient addition, and organic nutrient addition. *UFS (Delta Marsh) Annual Report*, Vol. 30.

Hindak F, Cyrus Z, Marvan P, Javornicky P, Komarek J, Ettl H, Rosa K, Sladečkova A, Popovsky J, Punčocharova M, Lhotsky O. 1978. *Slatkovodne riasy*. Slovenske pedagogicke nakladelstvo, Bratislava.

Hindak F. 1977-1990. *Studies on the chlorococcales algae (Chlorophyceae).* I-IV. VEDA. Publishing House of the Slovak Academy of Sciences, Bratislava.

Hoagland KD, Roemer SC, Rosowski JR. 1982. Colonization and community structure of two periphyton assemblages with emphasis on the diatoms (Bacillariophyceae). *Am J Bot* 69:188-213.

Hoagland KD, Rosowski JR, Gretz MR, Roemer SC. 1993. Diatom extracellular polymeric substances: function, fine structure, chemistry, and physiology. *J Phycol* 29:537-566.

Ivorra N, Hettelar J, Tubbing G, Kraak MHS, Sabater S, Admiraal W. 1999. Translocation of microbenthic algal assemblages used *in situ* analysis of metal pollution in rivers. *Arch Environ Con Tox* 37:19-28.

Jovanovac A. 2012. *Razvoj alga u obraštajnim zajednicama Sakadaškoj jezera u stabilnim hidrološkim uvjetima*. Diplomski rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Odjel za biologiju, Osijek.

Junk WJ, Bayley PB, Sparks RE. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. *Can Spec Publ Fish Aquatic Sci* 106:110-127.

Keckeis S, Baranyi C, Hein T, Holarek C, Reidler P, Schiemer F. 2003. The significance of zooplancton grazing in floodplain system of river danube. *J Plankton Res* 25:243-253.

Kociolek JP, Spaulding SA. 2003. *Eunotiod and asymmetrical naviculoid diatoms*. U: Freshwater algae of North America: Ecology and classification (Ur. Weher JD, Sheath RG). Elsevier, San Diego, California, 665-668 pp.

Komárek J. 1973. *The communities of algae of Opatovicky Fishpond (South Bohemia)*. In: Heiny, S. (ed.), Ecosystem on Wetland Bime in Czechoslovakia. Czechosl. IBT/PT-PP Report No 3, Trebon, 179-184.

Komárek J, Anagnostidis K. 1989. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 4. Nostocales. *Algol Stud* 56:247-345.

Kralj K, Plenković-Moraj A, Gligora M, Primc-Habdija B, Šipoš L. 2006. Structure of periphytic community on artificial substrata: influence of depth, slide orientation and colonization time in karstic Lake Visovacko, Croatia. *Hydrobiologia* 560:249-258.

Krebs CJ. 1999. *Ecological Methodology*. 2nd edition, Benjamin/Cummings, Menlo Park, 620 pp.

Larned ST. 2010. A prospectus for periphyton: recent and future ecological research. *J N Am Benthol Soc* 29:182-206.

Leadrini JA, Rodrigues L. 2008. Temporal variation of periphyton biomass in semilotic environments of the upper Paraná river floodplain. 23. *Acta Limnol Bras* 20:21-28.

Liboriussen L. 2003. *Production, regulation and ecophysiology of periphyton in shallow freshwater lakes.* PhD thesis. National Environmental Research Institute, Department of Freshwater Ecology. University of Aarhus, Faculty of Science, Denmark.

Liboriussen L, Jeppesen E, Bramm ME, Lassen MF. 2005. Periphyton-macroinvertebrate interactions in light and fish manipulated and closures in a clear and a turbid shallow lake. *Aquat Ecol* 39:23-39.

Makarevitz TA, Mastitsky SE, Savich IV. 2008. Phytoperiphyton on the shels of *Dreissena polymorpha* (Pallas) in Lake Naroch. *Aquat invasions* 3:283-290.

Mátrai I, Buzetsky G, Lakatos G. 2009. Ecological status of waterfowl habitat on the Gemnec floodplain area in Hungary. *J Ecol Nat Environ* 1:120-129.

McCarthy MJ, McNeal TS, Morse JW, Gardner WS. 2008. Bottom-water hypoxia effects on sediment-water interface nitrogen transformations in a seasonally hypoxic, shallow bay (Corpus Christi Bay, TX, USA). *Estuar Coast* 31:521-531.

McCormick PV, O'Dell MV, Shuford III RBE, Backus JG, Kennedy WC. 2001. Periphyton responses to experimental phosporus enrichment in a subtropical wetland. *Aquat Bot* 71:119-139.

Mihaljević M, Getz D, Tadić Z, Živanović B, Gucunski D, Topić J, Kalinović I, Mikuska J. 1999. *Kopački rit-Pregled istraživanja i bibliografija*. HAZU, Zavod za znanstveni rad Osijek, Zagreb-Osijek, 187 pp.

Mihaljević M, Stević F, Horvatić J, Hackenberger-Kutuzović B. 2009. Dual impact of the flood pulses on the phytoplankton assemblages in a Danubian floodplain lake (Kopački rit Nature Park, Croatia). *Hydrobiologia* 618:77-88.

Mihaljević M, Špoljarić D, Stević F, Cvijanović V, Hackenberger-Kutuzović B. 2010. The influence of extreme floods from the River Danube in 2006 on phytoplankton communities in a floodplain lake: Shift to a clear state. *Limnology* 40:260-268.

Mihaljević M, Stević F. 2011. Cyanobacterial blooms in a temperate river-floodplain ecosystem: the importance of hydrological extremes. *Aquat Ecol* 45:335-349.

Mihaljević M, Žuna Pfeiffer T. 2012. Colonization of periphyton algae in a temperate floodplain lake under a fluctuating spring hydrological regime. *Fund Appl Limnol* 180:13-25.

Mihaljević M, Žuna Pfeiffer T, Stević F, Špoljarić D. 2013. Dynamics of phytoplankton and periphytic algae in a danubian floodplain lake: A comprative study under altered hydrological conditions. *Fresen Environ Bull* 22:2516-2523.

Mihaljević M, Stević F, Špoljarić D, Žuna Pfeiffer T. 2014. Spatial pattern of phytoplankton based on the morphology-based functional approach along a river-floodplain gradient. *River Res Appl* doi: 10.1002/rra.2739.

Mikuska J. 1979. *Ekološke osobine i zaštita specijalnog zoološkog rezervata „Kopački rit“ s posebnim osvrtom na ekologiju kralješnjaka*. Disertacija, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.

Mulholland PJ, Steinman AD, Palumbo AV, Elwood JW, Kirschtel DB. 1991. Role of nutrient cycling and herbivory in regulating periphyton communities in laboratory strams. *Ecology* 72:966-982.

Pascher A. 1976. *Die Süsswasser-flora Mitteleuropas*. Heft 10. Bacillariophyta (Diatomeae). JENA.

Petz B. 1985. *Osnovne statističke metode za nematematičare*. Sveučilišna naklada Liber, Zagreb.

Pielou EC. 1969. *An introduction to Mathematical Ecology*. John Wiley and Sons, New York, 286 pp.

Pillsbury RW, Lowe RL. 1999. The response of benthic algae to manipulations of light in four acidic lakes in northern Michigan. *Hydrobiologia* 394:69-81.

Pillsbury RW, Lowe RL, Pan YD, Greenwood JL. 2002. Changes in the benthic algal community and nutrient limitation in Saginaw Bay, Lake Huron, during the invasion of the zebra mussel (*Dreissena polymorpha*). *J N Am Benthol Soc* 21:238-252.

Pithart David, Pichlová R, Bílý M, Hrbáček J, Novotná K, Pechar L. 2007. Spatial and temporal diversity of small shallow waters in river Lužnice floodplain. *Hydrobiologia* 584: 265-275.

Rodrigues L, Bicudo D. 2001. Similarity among periphyton algal communities in a lentic lotic gradient of upper Parana river floodplain. *Braz J Bot* 24:235-248.

Sakshaug E, Johnsen G, Kovacs K. 2009. *Ecosystem Barents Sea*. Tapir Academic Press, 580 pp.

Santos T, Ferragut C. 2013. The successional phases of a periphytica algal community in a shalow tropical reservoir during the dry and rainy season. *Limnetica* 32:337-352.

Schwarz U. 2005. *Landschaftsökologische Charakterisierung des Kopački Rit unter besonderer Berücksichtigung von Flusslandschaftsformen sowie deren Genese und Typologie*. Dissertation. University of Wien.

Scott JT. 2009. Nitrogen fixation and phosphatase activity in periphyton growing on nutrient diffusing substrata: Evidence for differential nutrient limitation in stream periphyton. *J N Am Benth Soc* 28:57-68.

Shannon CE. 1984. *A mathematical theory of communication*. Bell Syst Tech J 27:379-423, 623-656.

Stević F, Čerba D, Turković-Čakalić I, Žuna Pfeiffer T, Vidaković J, Mihaljević M. 2013. Interrelations between *Dreissena polymorpha* colonization and autotrophic periphyton development-a field study in a temperate floodplain lake. *Fund Appl Limnol* 183/2:107-119.

Stilinović B, Plenković-Moraj A. 1995. Bacterial and phytoplanctonic research of Ponikve artificial lake on the island of Krk. *Period biol* 97:351-358.

Strickland JDH, Parsons TR. 1968. A practical handbook of sea-water analysis. *Fish Res Board Can Bull* 167:71-76.

Szabó KE, Makk J, Kiss KT, Eiler A, Ács É, Tóth B, Kiss ÁK, Bertilsson S. 2008. Sequential colonization of river periphyton analysed by microscopy and molecular fingerprinting. *Freshwater Biol* 53:1359-1371.

Šarčević Kopić I. 2008. *Utjecaj dinamike plavljenja na sastav epiksilona u poplavnom području Dunava*. Magistarski rad.

Thomas S, Gaiser EE, Gantar M, Scinto LJ. 2006. Quantifying the responses of calcareous periphyton crusts to rehydration: a microcosm study (Florida Everglades). *Aquat Bot* 84:317-323.

Tockner T, Stanford K. 2002. Riverine floodplains present state and future trends. *Environ Conserv* 29:308-330.

Towsend SA. 2006. Hydraulic phases, persistent stratification, and phytoplankton in a tropical floodplain lake (Mary River, northern Australia). *Hydrobiologia* 556:163-179.

UNESCO 1966. Determinations of photosynthetic pigments in seawater. Report of SCOR-UNESCO Working Group 17. *Monogr Oceanogr Meth*, Paris, 69.

Vadeboncoeur Y, Steinman AD. 2002. Periphyton Function in Lake Ecosystems. *Sci World J* 2:1449-1468.

Vadeboncoeur Y, Kaff J, Chistoffersen K, Jeppesen E. 2006. Supstratum as a driver of variation in periphyton chlorophyll and productivity in lakes. *J N Am Benthol Soc* 25:379-392.

Van Dam AA, Beveridge MCM, Azim ME, Verdegem MCJ. 2002. The potential of fish production based on periphyton. *Rev Fish Biol Fisher* 12:1-31.

Van Dijk, GM. 1993. Dynamics and attenuation characteristic of periphyton upon artificial substratum under various light conditions and some additional observations on periphyton upon *Potamogeton pectinatus* L. *Hydrobiologia* 252:143-161.

Vermaat JE. 2005. *Periphyton dynamics and influencing factors*. U: Periphyton: Ecology, Expolitation and Management. (Ur. Azim ME, Verdegem MCJ, van Dam AA, Beveridge MCM.) CABI Publishing, 35-49 pp.

Wardand Jv, Stanford JA. 1995. Ecological connectivity in alluvial river ecosystems and its disruptions by flow regulation. *Regul river* 11:105-111.

Wetzel, RG. 1983. *Limnology*. 2nd edn. Saunders, Philadelphia.

Wetzel, RG. 2001. *Limnology, Lake and River Ecosystems*, Academic Press, San Diego, 1006 pp.

Zalocar de Domitrović Y. 2003. Effect of fluctuations in water level on phytoplankton development in three lakes of the Parána river floodplain (Argentina). *Hydrobiologia* 510:175-193.

Žuna Pfeiffer T, Mihaljević M, Špoljarić D, Stević F, Plenković-Moraj A. 2015. The disturbance-driven changes of periphytic algal communities in a Danubian floodplain lake. *Knowl Manag Aquat Ec* 416: 02.

WEB STRANICE:

WEB 1: www.geografija.hr 24.4.2016
WEB 2: http://croatia.panda.org/?205577/Kopakom-ritu-priznanje-Grey-Globe# 22.2.2016
WEB 3: www.algaebase.org. 16.5.2016.

7. PRILOZI

Prilog 1: Popis vrsta alga utvrđenih u Sakadaškom jezeru u razdoblju od travnja do prosinca 2009.

		Datum																
		28.04.	05.05.	19.05.	02.06.	16.06.	30.06.	14.07.	28.07.	11.08.	25.08.	08.09.	22.09.	06.10.	20.10.	03.11.	17.11.	01.12.
		Dan razvoja obraštaja																
Vrsta	Kod	7.	14.	28.	42.	56.	70.	84.	98.	112.	126.	140.	154.	168.	182.	196.	210.	224.
Cyanobacteria																		
Aphanocapsa delicatissima West & G. S. West	APHDEL					*		*	*	*	*	*		*	*	*	*	*
Aphanocapsa incerta (Lemmermann) G. Cronberg & Komárek	APHINC	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*				*		
Aphanothece saxicola Nägeli	APHSAX														*			
Arthrospira platensis Gomont	ARTPLA														*			
Calothrix sp.	CALSP					*	*											
Chroococcus minutus (Kützing) Nägeli	CHRMIN	*	*	*		*	*		*	*	*	*	*		*	*		*
Chroococcus turgidus (Kützing) Nägeli	CHRTUR		*	*		*	*	*	*	*	*	*		*		*		*
Chroococcus sp.	CHRSP														*			
Dolichospermum affine (Lemmermann) Wacklin, L. Hoffmann & Komárek	DOLAFF	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*
Dolichospermum solitarium (Klebahn) Wacklin, L. Hoffmann & Komárek	DOLSOL	*				*												
Gloeobacter violaceus Rippka, J. B. Waterbury & Cohen-Bazire	GLOVIO	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*		*	*			
Gomphosphaeria aponina Kützing	GOMAPO				*					*		*				*		
Gomphosphaeria fusca Skuja	GOMFUS		*	*	*	*	*	*			*							*
Heteroleibleinia ucrainica (Schirschoff) Anagnostidis & Komárek	HETUCR						*		*	*	*	*		*	*	*	*	*
Leptolyngbya fragilis (Gomont) Anagnostidis & Komárek	LEPFRA							*			*				*			
Lyngbya sp.	LYNSP	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Merismopedia elegans A. Braun ex Kützing	MERELE	*		*	*			*		*					*			*

Merismopedia glauca (Ehrenberg) Kützing	MERGLA	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				*		*	*
Merismopedia punctata Meyen	MERPUN		*							*					*	*	*	
Merismopedia tenuissima Lemmermann	MERTEN		*	*		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Microcystis aeruginosa (Kützing) Kützing	MICAER																	*
Microcystis flos aquae (Wittrock) Kirchner	MICFAQ		*								*	*			*			
Microcystis pulverea (H. C. Wood) Forti	MICPUL			*									*			*		
Microcystis viridis (A. Braun) Lemmermann	MICVIR							*			*			*	*			*
Microcystis sp.	MICSP				*	*												
Nostoc punctiforme Hariot	NOSPUN						*	*	*	*		*		*			*	
Oscillatoria limosa C. Agardh ex Gomont	OSCLIM	*		*	*	*			*	*								
Oscillatoria tenuis C. Agardh ex Gomont	OSCTEN	*	*		*	*	*	*		*			*	*			*	
Phormidesmis molle (Gomont) Turicchia, Ventura, Komárková & Komárek	PHOMOL				*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*
Phormidium formosum (Bory ex Gomont) Anagnostidis & Komárek	PHOFOR					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Phormidium mucicola (G. S. An) Anagnostidis	PHOMUC		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Planktolyngbya limnetica (Lemmermann) Komárková-Legnerová & Cronberg	PLALIM		*	*	*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*
Pseudanabaena limnetica (Lemmermann) Komárek	PSELIM		*	*				*		*	*						*	*
Snowella lacustris (Chodat) Komárek & Hindák	SNOLAC									*		*		*	*	*		
Synechococcus salinarum Komárek	SYNSAL						*			*	*	*			*	*		*
Rhabdoderma lineare Schmidle & Lauterborn	RHALIN							*			*							
Eulenophyta																		
Colacium vesiculosum Ehrenberg	COLVES	*					*	*	*	*	*	*			*			
Cryptoglena skujae Marin & Melkonian	CRYSKU								*		*	*		*	*			
Euglena deses Ehrenberg	EUGDES				*			*	*	*								
Euglena texta (Dujardin) Hübner	EUGTEX									*	*	*		*	*			
Euglena variabilis Klebs	EUGVAR					*			*		*							*
Euglena viridis (O. F. Müller) Ehrenberg	EUGVIR									*	*	*	*		*	*		*
Euglenaformis proxima (Dangeard) M. S. Bennett & Triemer	EUGPRO											*						
Lepocinclis acus (O. F. Müller) Marin & Melkonian	LEPACU									*	*	*	*	*		*	*	

Lepocinclis fusiformis (H. J. Carter) Lemmermann	LEPFUS	*			*					*	*	*		*	*			*	*
Lepocinclis ovum (Ehrenberg) Lemmermann	LEPOVU					*					*	*	*	*	*	*	*		*
Lepocinclis oxyuris (Schmarda) Marin & Melkonian	LEPOXY			*						*	*	*		*	*	*	*	*	*
Lepocinclis spirogyroides Marin & Melkonian	LEPSPI										*								
Lepocinclis steinii Lemmermann	LEPSTE											*	*		*	*			*
Lepocinclis tripteris (Dujardin) Marin & Melkonian	LEPTRI										*					*			
Phacus acuminatus Stokes	PHAACU											*							
Phacus caudatus Hübner	PHACAU						*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*
Phacus curvicauda Svirenko	PHACUR										*						*		
Phacus helicoides Pochmann	PHAHEL										*	*	*	*	*	*			
Phacus limnophilus (Lemmermann) E.W.Linton & A. Karnkowska-Ishikawa	PHALIM										*				*				
Phacus longicauda (Ehrenberg) Dujardin	PHALON										*	*	*		*	*	*		
Phacus pleuronectes (O. F. Müller) Nitzsch ex Dujardin	PHAPLE					*	*				*	*	*	*	*	*	*		*
Phacus pusillus Lemmermann	PHAPUS										*	*		*	*	*			
Phacus skujae Skvortzov	PHASKU										*		*						
Trachelomonas granulata Svirenko	TRAGRA	*																	
Trachelomonas hispida (Perty) F. Stein	TRAHIS				*										*	*			*
Trachelomonas oblonga Lemmermann	TRAOBL	*		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Trachelomonas planctonica Svirenko	TRAPLA					*												*	
Trachelomonas volvocina (Ehrenberg) Ehrenberg	TRAVOL					*		*			*	*	*		*	*	*	*	*
Pyrrophyta																			
Ceratium hirundinella (O. F. Müller) Dujardin	CERHIR		*								*								
Glenodinium edax A. J. Schilling	GLEEDA			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*
Glenodinium sp.	GLESP						*				*	*	*		*	*			
Peridinium inconspicuum (Lemmermann) S. Carty	PERINC	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Peridinium aciculiferum Lemmermann	PERACI							*	*	*	*	*	*	*		*			*
Peridiniopsis cunningtonii Lemmermann	PERCUN																		

Chrysophyceae																		
Chromophyton rosanoffii Woronin	CHRROS								*									
Chrysococcus rufescens G. A. Klebs	CHRRUF											*			*			
Dinobryon divergens O. E. Imhof	DINDIV	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*
Kephyrion rubi-claustri Conrad	KEPRCL								*	*		*			*	*	*	*
Xanthophyceae																		
Centritractus belenophorus (Schmidle) Lemmermann	CENBEL									*	*							
Characiopsis borziana Lemmermann	CHABOR				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Characiopsis gibba (A. Braun) Borzí	CHAGIB								*									
Characiopsis minuta (A. Braun) Borzí	CHAMIN			*	*	*	*	*			*							
Characiopsis naegelii (A. Braun) Lemmermann	CHANAE							*	*									
Characiopsis sublinearis Pascher	CHASUB					*	*											
Characiopsis tuba (Hermann) Lemmermann	CHATUB					*												
Goniochloris mutica (A. Braun) Fott	GONMUT								*	*		*			*			
Heteropedia polychloris Pascher	HETPOL																	*
Ophiocytium capitatum Wolle	OPHCAP					*	*	*	*	*	*	*	*			*		*
Ophiocytium capitatum var. longispinum (Möbius) Lemmermann	OPHCAPlon								*	*	*	*						
Ophiocytium lagerheimii Lemmermann	OPHLAG			*		*	*		*	*								
Ophiocytium parvulum (Perty) A. Braun	OPHPAR						*	*		*								
Ophiocytium variabile	OPHVAR				*													
Pseudotetraëdron neglectum Pascher	PSENEG									*								
Pseudostaurastrum sp.	PSESP						*		*									
Tetraëdriella regularis (Kützing) Fott	TETREG											*						
Bacillariophyceae																		
Achnanthidium lineare W.Smith	ACHLIN				*										*			

Achnanthidium minutissimum (Kützing) Czarnecki	ACHMIN	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Amphora ovalis (Kützing) Kützing	AMPOVA	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Aneumastus tuscula (Ehrenberg) D. G. Mann & A. J. Stickle	ANETUS				*	*	*			*						*	
Asterionella formosa Hassall	ASTFOR	*	*	*	*		*										
Aulacoseira distans (Ehrenberg) Simonsen	AULDIS						*	*	*	*		*	*	*	*	*	*
Aulacoseira granulata (Ehrenberg) Simonsen	AULGRA	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Aulacoseira italica (Ehrenberg) Simonsen	AULITA	*															
Caloneis bacillum (Grunow) Cleve	CALBAC				*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*
Caloneis limosa (Kützing) R. M. Patrick	CALVEN		*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*		
Caloneis ventricosa (Ehrenberg) F. Meister	CALVEN			*	*	*	*				*	*		*		*	*
Cocconeis placentula Ehrenberg	COCPLA	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Cyclotella meneghiniana Kützing	CYCMEN	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Cymatopleura solea (Brébisson) W. Smith	CYMSOL	*		*	*		*					*	*		*		*
Cymbella affinis Kützing	CYMAFF	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Cymbella aspera (Ehrenberg) Cleve	CYMASP		*	*											*		
Cymbella cistula (Ehrenberg) O. Kirchner	CYMCIS	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*
Cymbella cymbiformis C. Agardh	CYMCYM			*	*	*	*							*	*		
Cymbella lanceolata (C. Agardh) C. Agardh	CYMLAN	*	*	*	*	*	*	*		*	*			*	*	*	*
Cymbella tumida (Brébisson) Van Heurck	CYMTUM	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Cymbopleura amphicephala (Nägeli) Krammer	CYMAMP					*											
Cymbopleura inaequalis (Ehrenberg) Krammer	CYMINA			*													
Diatoma tenuis C. Agardh	DIATEN	*	*	*	*	*		*									
Diatoma vulgaris Bory	DIAVUL	*	*	*	*										*		
Encyonema leibleinii (C. Agardh) W. J. Silva, R. Jahn, T. A. Veiga Ludwig & M. Menezes	ENCLEI	*	*	*	*	*	*									*	*
Encyonema ventricosum (C.Agardh) Grunow	ENCVEN	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Epithemia adnata (Kützing) Brébisson	EPIADN		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Epithemia turgida (Ehrenberg) Kützing	EPITUR			*			*	*	*	*	*	*	*	*		*	*
Eunotia bigibba Kützing	EUNBIG		*	*	*	*	*	*			*	*				*	
Eunotia incisa W. Smith ex W. Gregory	EUNINC			*	*												
Eunotia lunaris (Ehrenberg) Grunow	EUNLUN	*	*	*	*	*	*	*			*		*	*			

Fallacia vitrea (Østrup) D.G.Mann	FALLVIT			*														
Fragilaria capucina Desmazières	FRACAP	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Fragilaria construens (Ehrenberg) Grunow	FRACON	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*		*
Fragilaria crotonensis Kitton	FRACRO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Fragilariforma virescens (Ralfs) D. M. Williams & Round	FRAVIR	*	*	*														
Gomphonema acuminatum Ehrenberg	GOMACU	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Gomphonema augur Ehrenberg	GOMAUG	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
Gomphonema olivaceum (Hornemann) Brébisson	GOMOLI	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*
Gomphonema parvulum (Kützing) Kützing	GOMPAR	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Gomphonema subclavatum (Grunow) Grunow	GOMSUB	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Gomphonema truncatum Ehrenberg	GOMTRU	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Gyrosigma acuminatum (Kützing) Rabenhorst	GYRACU			*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*
Halamphora veneta (Kützing) Levkov	HALVEN				*													
Hantzschia amphioxys (Ehrenberg) Grunow	HANAMP					*	*				*							
Lindavia comta (Kützing) Nakov, Gullory, Julius, Theriot & Alverson	LINCOM						*					*						
Melosira varians C. Agardh	MELVAR	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*
Navicula capitata Fritsch & Rich	NAVCAP			*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*
Navicula cincta (Ehrenberg) Ralfs	NAVCIN																*	
Navicula cryptocephala Kützing	NAVCRY	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Navicula gracilis Lauby	NAVGRA		*	*	*	*	*					*	*	*	*	*	*	*
Navicula gregaria Donkin	NAVGRE				*													
Navicula lanceolata Ehrenberg	NAVLAN				*	*	*	*	*	*		*	*	*		*	*	*
Navicula menisculus Schumann	NAVMEN				*													
Navicula peregrina (Ehrenberg) Kützing	NAVPER																*	
Navicula radiosa Kützing	NAVRAD			*	*	*	*									*	*	
Navicula reinhardtii (Grunow) Grunow	NAVREI					*					*				*		*	*
Navicula rhynchocephala Kützing	NAVRHY		*	*	*	*	*	*		*				*	*	*	*	*
Navicula viridula var. avenacea (Brébisson) van Heurck	NAVVIRA				*												*	
Neidium dubium (Ehenberg) Cleve	NEIDUB				*							*			*		*	*
Nitzschia acicularis (Kützing) W.Smith	NITACI				*		*		*	*								

Nitzschia amphibia Grunow	NITAMP		*	*	*	*						*	*		*	*	*	*
Nitzschia fonticola (Grunow) Grunow	NITFON															*		
Nitzschia frustulum (Kützing) Grunow	NITFRU		*	*	*	*												
Nitzschia linearis W. Smith	NITLIN					*												
Nitzschia palea (Kützing) W. Smith	NITPAL					*						*	*		*	*	*	*
Nitzschia parvula W. Smith	NITPAR			*	*					*			*			*	*	*
Nitzschia sp.	NITSP				*													
Nitzschia vermicularis (Kützing) Hantzsch	NITVER			*		*									*			
Odontidium hyemale (Roth) Kützing	ODOHYE		*	*	*													
Pinnularia interrupta W. Smith	PININT																*	
Pinnularia gibba Ehrenberg	PINGIB									*	*	*			*	*	*	*
Placoneis elginensis (W. Gregory) E.J.Cox	PLAELG				*	*							*			*	*	
Placoneis exigua (W. Gregory) Mereschkovsky	PLAEXI															*		
Placoneis gastrum (Ehrenberg) Mereschkovsky	PLAGAS				*						*				*	*	*	*
Placoneis placentula (Ehrenberg) Mereschkowsky	PLAPLA			*		*									*		*	
Planothidium lanceolatum (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot	PLALAN					*												
Pseudostaurosira parasitica (W. Smith) Morales	PSEPAR						*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*
Rhoicosphaenia curvata (Kutz.) Grun	RHOCUR	*	*	*	*	*		*	*	*								
Rhopalodia gibba (Ehrenberg) Otto Müller	RHOGIB		*		*	*	*	*	*	*		*	*		*	*	*	*
Sellaphora pupula (Kützing) Mereschkovsky	SELPUP			*	*					*					*	*	*	*
Stephanodiscus hantzschii Grunow	STEHAN	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Surirella angusta Kützing	SURANG				*													
Surirella linearis W. Smith	SURLIN			*														
Surirella minuta Brébisson	SURMIN			*												*	*	*
Surirella tenera W. Gregory	SURTEN														*			
Ulnaria acus (Kützing) Aboal	ULNACU	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ulnaria capitata (Ehrenberg) Compèrelot	ULNCAP		*	*	*	*	*	*	*	*	*		*		*	*		
Ulnaria ulna (Nitzsch) Compère	ULNULN	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Chlorophyta

Actinastrum hantzschii Lagerheim	ACTHAN						*	*	*	*	*							
Acutodesmus acuminatus (Lagerheim) P.M.Tsarenko	ACUACU	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Acutodesmus acutiformis (Schröder) Tsarenko & D. M. John	ACUACUT						*		*	*			*					*
Ankistrodesmus falcatus (Corda) Ralfs	ANKFAL			*					*	*	*							
Ankistrodesmus fusiformis Corda	ANKFUS							*	*	*								
Ankistrodesmus gracilis (Reinsch) Korshikov	ANKGRA	*		*		*				*	*	*						*
Apanochaete repens A. Braun	APAREP			*	*	*	*	*							*	*		
Asterococcus superbus (Cienkowski) Scherffel	ASTSUP		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
Binuclearia lauterbornii (Schmidle) Proschkina-Lavrenko	BINLAU		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
Chaetophora elegans (Roth) C.Agardh	CHAELE			*			*											
Chaetophora pisiformis (Roth) C.Agardh	CHAPIS	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Characiopsis naegelii (A.Braun) Lemmermann	CHANAE				*		*	*		*	*	*						
Characium ornitocephalum A. Braun	CHAORN									*	*	*			*	*	*	
Characium westianum Printz	CHAWES					*												
Chlamydomonas sp.	CHLSP		*	*		*	*	*	*	*	*	*		*	*	*		
Chlorella sp.	CHLSP			*	*	*	*			*	*	*						
Chlorotetraedron incus (Teiling) Komárek & Kovácik	CHLINC				*		*											
Closteriopsis acicularis (Chodat) J. H. Belcher & Swale	CLOACI			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Closterium ehrenbergii Meneghini ex Ralfs	CLOEHR			*	*	*	*	*		*								
Closterium gracile Brébisson ex Ralfs	CLOGRA					*				*	*							
Closterium leibleinii Kützing ex Ralfs	CLOLEI	*	*	*	*	*	*	*		*								
Closterium limneticum Lemmermann	CLOLIM									*								
Closterium moniliferum Ehrenberg ex Ralfs	CLOMON			*		*												
Coccomyxa confluens (Kützing) Fott	COCCON															*		
Coelastrella striolata Chodat	COESTR				*													
Coelastrum astroideum De Notaris	COEAST	*		*		*	*	*	*	*	*	*		*			*	*
Coelastrum microporum Nägeli	COEMIC	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Coenococcus planctonicus Korshikov	COEPLA					*	*			*	*	*	*	*	*		*	
Coleochaete divergens Pringsheim	COLDIV	*		*	*	*												

Coleochaete scutata Brébisson	COLSCU	*	*	*	*	*		*	*		*			*		*		
Coleochaete soluta (Brébisson) Pringsheim	COLSOL			*														
Cosmarium botrytis Meneghini ex Ralfs	COSBOT									*								
Cosmarium formosulum Hoff	COSFOR	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			*			
Cosmarium granatum Brébisson ex Ralfs	COSGRA		*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*		*
Cosmarium humile Nordstedt ex De Toni	COSHUM			*	*	*		*	*	*								
Cosmarium impressulum Elfving	COSIMP			*	*	*	*		*	*		*						
Cosmarium laeve Rabenhorst	COSLAE				*	*	*	*		*		*		*	*			
Cosmarium meneghinii Brébisson ex Ralfs	COSMEN					*												
Cosmarium obtusatum (Schmidle) Schmidle	COSOBT		*			*	*		*	*				*				
Cosmarium punctulatum Brébisson	COSPUN			*														
Cosmarium pygmaeum W. Archer	COSPYG										*							
Cosmarium reniforme (Ralfs) W. Archer	COSREN		*		*					*								
Cosmarium subcrenatum Hantzsch	COSSUB				*		*											
Cosmarium subtumidum Nordstedt	COSSUBT						*											
Crucigenia fenestrata (Schmidle) Schmidle	CRUFEN					*						*			*	*		
Crucigenia quadrata Morren	CRUQUA	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Crucigenia tetrapedia (Kirchner) Kuntze	CRUTET	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Desmodesmus abundans (Kirchner) E. Hegewald	DESABU			*	*	*	*		*	*	*	*		*	*	*	*	*
Desmodesmus brasiliensis (Bohlin) E. Hegewald	DESBRA			*	*		*			*	*			*	*			
Desmodesmus denticulatus (Lagerheim) S. S. An, T. Friedl & E. Hegewald	DESDEN				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Desmodesmus intermedius (Chodat) E. Hegewald	DESINT			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Desmodesmus opoliensis (P.G.Richter) E. Hegewald	DESOPO			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Desmodesmus opoliensis var. carinatus (Lemmermann) E. Hegewaldn	DESOPOC											*						
Desmodesmus pannonicus (Hortobágyi) E. Hegewald	DESPAN														*			
Desmodesmus serratus (Corda) S. S. An, Friedl & E. Hegewald	DESSER						*	*	*	*		*						
Desmodesmus spinosus (Chodat) E. Hegewald	DESSPI			*	*	*	*		*	*								
Desmodesmus subspicatus (Chodat) E. Hegewald & A. Schmidt	DESSUB				*		*						*	*	*			
Dictyosphaerium ehrenbergianum Nägeli	DICEHR							*	*	*	*	*					*	*
Eudorina elegans Ehrenberg	EUDELE			*	*	*	*							*	*			

Franceia ovalis (Francé) Lemmermann	FRAOVA								*	*	*							
Golenkinia radiata Chodat	GOLRAD			*							*	*	*	*	*	*		*
Keratococcus bicaudatus (A. Braun ex Rabenhorst) J. B. Petersen	KERBIC			*		*			*	*	*							
Kirchneriella irregularis (G. M. Smith) Korshikov	KIRIRR						*	*		*				*	*	*		
Kirchneriella lunaris (Kirchner) Möbius	KIRLUN	*				*				*	*	*						
Kirchneriella obesa (West) West & G. S. West	KIROBE			*		*	*			*	*		*	*	*	*		
Koliella longiseta (Vischer) Hindák	KOLLON	*		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Koliella planctonica Hindák	KOLPLA			*														
Koliella spiculiformis (Vischer) Hindák	KOLSPI											*						
Lagerheimia citriformis (J.W.Snow) Collins	LAGCIT						*		*		*	*						
Lagerheimia genevensis (Chodat) Chodat	LAGGEN			*	*	*	*	*	*	*	*			*				
Lagerheimia longiseta (Lemmermann) Printz	LAGLON						*		*		*	*	*	*				
Lagerheimia wratislaviensis Schröder	LAGWRA			*														
Micractinium pusillum Fresenius	MICPUS					*												
Monactinus simplex (Meyen) Corda	MONSIM			*		*	*		*	*	*	*	*		*	*	*	*
Monoraphidium arcuatum (Korshikov) Hindák	MONARC			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Monoraphidium contortum (Thuret) Komárková-Legnerová	MONCON			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Monoraphidium convolutum (Corda) Komárková-Legnerová	MONCON														*			
Monoraphidium irregulare (G. M. Smith) Komárková-Legnerová	MONIRR										*				*			
Monoraphidium griffithii (Berkeley) Komárková-Legnerová	MONGRI		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Monoraphidium minutum (Nägeli) Komárková-Legnerová	MONMIN			*		*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*
Monoraphidium komarkovae Nygaard	MONKOM			*	*	*			*		*							
Mougeotia sp	MOUSP	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*
Mucidosphaerium pulchellum (H.C.Wood) C.Bock, Proschold & Krienitz	MUCPUL		*	*	*	*	*		*	*	*	*		*	*	*		*
Nephrochlamys rostrata Nygaard, Komárek, J.Kristiansen & O. M. Skulberg	NEPROS					*						*			*	*	*	*
Nephrochlamys willeana (Printz) Korshikov	NEPWIL									*	*	*		*	*	*	*	*
Nephrocytium agardhianum Nägeli	NEPAGA									*		*			*	*		
Nephrocytium lunatum West	NEPLUN										*	*		*	*	*	*	*
Oedogonium sp.	OEDSP		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Oocystis lacustris Chodat	OOCLAC	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	

Oocystis marssonii Lemmermann	OOCMAR			*	*	*	*	*	*	*	*	*			*	*		*
Oocystis parva West & G.S.West	OOCPAR					*								*	*		*	
Oocystis solitaria Wittrock	OOCSOL			*	*	*	*	*	*	*	*		*	*				
Pandorina morum (O. F. Müller) Bory	PANMOR	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Pediastrum duplex Meyen	PEDDUP			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Phacotus lenticularis (Ehrenberg) Deising	PHALEN			*		*	*		*	*	*	*		*	*	*	*	*
Planctosphaeria gelatinosa G. M. Smith	PLAGEL		*	*	*	*			*					*				
Pleurococcus vulgaris Meneghini	PLEVUL				*													
Pleurotaenium trabecula Nägeli	PLETRA					*												
Protoderma viride Kützing	PROVIR	*	*		*	*	*											
Pseudocharacium obtusum (A. Braun) Petry-Hesse	PSEOBT							*	*	*	*	*				*	*	*
Pseudococcomyxa adhaerens Korshikov	PSEADH							*			*							
Pseudodidymocystis planctonica (Korshikov) E. Hegewald & Deason	PSEPLA					*	*	*	*	*	*			*	*	*	*	*
Pseudopediastrum boryanum (Turpin) E. Hegewald	PSEBOR		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Raphidocelis danubiana (Hindák) Marvan, Komárek & Comas	RAPDAN						*	*	*	*					*	*	*	*
Selenastrum bibraianum Reinsch	SELBIR									*	*							
Scenedesmus armatus (Chodat) Chodat	SCEARM			*	*	*	*					*	*	*	*	*	*	*
Scenedesmus bacillaris Gutwinski	SCEBAC									*	*	*	*	*	*			*
Scenedesmus bicaudatus Dedusenko	SCEBIC			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Tetradesmus dimorphus (Turpin) M. J. Wynne	TETDIM																*	
Scenedesmus ecornis (Ehrenberg) Chodat	SCEECO		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Scenedesmus ellipticus Corda	SCEELL			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Scenedesmus granulatus West & G. S. West	SCEGRA									*		*		*	*	*	*	*
Scenedesmus intermedius var. acaudatus Hortobagyi	SCEINTA									*					*			*
Scenedesmus longispIna var assimetrycus Chodat	SCELONA				*	*				*	*	*		*	*	*	*	*
Scenedesmus naegelii Brébisson	SCENAE					*												
Scenedesmus obtusus Meyen	SCEOBT			*	*	*	*					*	*	*	*	*	*	*
Scenedesmus obtusus f. disciformis (Chodat) Compère	SCEOBTD											*			*			
Scenedesmus quadricauda (Turpin) Brébisson	SCEQUA	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Scenedesmus setiferus Chodat	SCESET			*	*	*	*							*			*	*

Scenedesmus spinosus var. bicaudatus Hortobágyi	SCESPIB				*													
Scenedesmus sp.	SCESP				*													
Scenedesmus velitaris Komárek	SCEVEL								*	*						*		
Schroederia setigera (Schröder) Lemmermann	SCHSET									*		*					*	
Spyrogyra sp.	SPYSP	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			*			*	*
Staurastrum astroideum var nanum W.et G. S. West	STAASTN				*	*		*	*									
Staurastrum furcatum Brébisson	STAFUR									*								
Staurastrum gracile Ralfs ex Ralfs	STAGRA					*	*		*	*		*			*	*	*	*
Staurastrum inflexum Brébisson	STAINF								*		*							
Staurastrum margaritaceum Meneghini ex Ralfs	STAMAR								*	*	*							
Staurastrum orbiculare Meneghini ex Ralfs	STAORB									*								
Staurastrum paradoxum Meyen ex Ralfs	STAPAR																	*
Staurastrum polymorphum Brébisson	STAPOL					*	*	*	*	*	*							
Staurastrum punctulatum Brébisson	STAPUN	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*					*		
Staurastrum tetracerum Ralfs ex Ralfs	STATET			*						*	*							
Stauridium tetras (Ehrenberg) E. Hegewald	STATETR	*		*	*	*	*	*	*	*		*		*			*	*
Staurodesmus incus (Hassal ex Ralfs) Teiling	STAINC			*														
Tetrabaena socialis (Dujardin) H. Nozaki & M. Itoh	TETSOC									*								
Tetraëdriella regularis (Kützing) Fott	TETREG					*				*		*	*					
Tetraëdron caudatum (Corda) Hansgirg	TETCAU			*	*	*	*	*	*	*	*	*			*	*	*	*
Tetraëdron constrictum G. M. Smith	TETCON									*								
Tetraëdron longispinum (Perty) Playfair	TETLON										*	*						
Tetraëdron minimum (A. Braun) Hansgirg	TETMIN									*	*	*			*			
Tetraëdron minutum (A. Braun) Hansgirg	TETMINU						*	*	*	*	*				*			*
Tetraëdron platyisthmum (W. Archer) G. S. West	TETPLA										*							
Tetraëdron triangulare Korshikov	TETTRI						*			*								
Tetraëdron trigonum (Nägeli) Hansgirg	TETTRIG									*	*	*	*	*	*			
Tetraëdron trilobulatum (Reinsch) Hansgirg	TETTRIL					*	*	*	*	*	*		*			*		
Tetradesmus obliquus (Turpin) M. J. Wynne	TETOBL	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Tetrastrum elegans Playfair	TETELE					*												

Tetrastrum glabrum (Y. V. Roll) Ahlstrom & Tiffany	TETGLA	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Tetrastrum heteracanthum (Nordstedt) Chodat	TETHET								*	*	*							
Tetrastrum staurogeniiforme (Schröder) Lemmermann	TETSTA								*	*		*			*	*		*
Treubaria planctonica (G. M. Smith) Korshikov	TREPLA								*	*	*	*						
Treubaria varia Tiffany & Ahlstrom	TREVAR											*	*					
Ulothrix tenerrima (Kützing) Kützing	ULOTEN	*	*	*	*	*	*	*								*		
Willea apiculata (Lemmermann) D. M. John, M. J. Wynne & P. M. Tsarenko	WILAPI							*		*	*	*						*
Willea rectangularis (A. Braun) D. M. John, M. J. Wynne & P. M. Tsarenko	WILREC	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*