

# Fitoplankton i fizikalno-kemijski čimbenici melioracijskih kanala Kopačkog rita

---

Školka, Anastazija

Master's thesis / Diplomski rad

2017

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:181:888991>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-02**



**ODJEL ZA  
BIOLOGIJU**  
Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

Repository / Repozitorij:

[Repository of Department of biology, Josip Juraj  
Strossmayer University of Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
ODJEL ZA BIOLOGIJU

Diplomski sveučilišni studij Biologija i kemija; smjer: nastavnički

Anastazija Školka

FITOPLANKTON I FIZIKALNO-KEMIJSKI ČIMBENICI  
MELIORACIJSKIH KANALA KOPAČKOG RITA

Diplomski rad

OSIJEK, 2017.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

---

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Diplomski rad

Odjel za biologiju

Diplomski nastavnički studij studij biologije i kemije

Znanstveno područje: Prirodne znanosti

Znanstveno polje: Biologija

### Fitoplankton i fizikalno-kemijski čimbenici melioracijskih kanala Kopačkog rita

Anastazija Školka

**Rad je izrađen:** Zavod za ekologiju voda

**Mentor:** Doc. dr. sc. Filip Stević

#### Sažetak:

Istraživanje razvoja fitoplanktonskih zajednica na sedam mjernih postaja u melioracijskim kanalima na području Parka prirode Kopački rit provedeno je u razdoblju od veljače do lipnja 2016. godine. Ove postaje predstavljaju točke ulaska voda na zaštićeno područje, koje su opterećene otpadnim vodama okolnih naselja, farmi, poljoprivrednih i šumskih površina. Praćen je utjecaj promjena fizikalno-kemijskih pokazatelja kvalitete vode na kvantitativni i kvalitativni sastav fitoplanktona uz pomoć funkcionalne klasifikacije. U strukturi fitoplanktonskih zajednica najbrojnije su bile skupine Chlorophyta i Bacillariophyceae. Utvrđene su funkcionalne skupine (X1, Y, D, L<sub>0</sub>, W<sub>5</sub> i W2) koje karakteriziraju vode višeg trofičkog stupnja, a tome je pogodovala visoka koncentracija hranjivih tvari. Prema indeksima trofičkog stanja na temelju prozirnosti i koncentracije klorofila-a lokaliteti su pretežito pripadali eutrofnim vodama. Daljnje kontinuirano praćenje i utvrđivanje ekološkog stanja ovih lokaliteta iznimno je važno za definiranje mjera zaštite poplavnog područja Kopačkog rita.

**Broj stranica:** 93

**Broj slika:** 36

**Broj tablica:** 0

**Broj literaturnih navoda:** 59

**Broj priloga:** 7

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** fitoplankton, melioracijski kanali, otpadne vode, okolišni čimbenici, funkcionalne skupine fitoplanktona

**Datum obrane:** 30. listopada 2017. godine

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

1. Doc. dr. sc. Dubravka Špoljarić Maronić, predsjednik
2. Doc. dr. sc. Filip Stević, mentor i član
3. Doc. dr. sc. Irena Labak, član
4. Doc. dr. sc. Tanja Žuna Pfeiffer, zamjena člana

**Rad je pohranjen u:**

u knjižnici Odjela za biologiju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku i u Nacionalnoj sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu, u elektroničkom obliku, te je objavljen na web stranici Odjela za biologiju.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek**  
**Department of Biology**  
**Graduate Study of Biology and Chemistry in Education**  
**Scientific Area: Natural sciences**  
**Scientific Field: Biology**

**MS thesis**

### **Phytoplankton and physicochemical factors of drainage channels in Kopački Rit**

**Anastazija Školka**

**Thesis performed at:** Subdepartment of Water Ecology

**Supervisor:** Filip Stević, PhD, Assistant Professor

#### **Short Abstract:**

The research on the development of phytoplankton communities at seven monitoring stations located in drainage channels in the area of Kopački Rit Nature Park was conducted in the period from February to June 2016. These sites represent the water entry points to the protected area and are loaded with wastewaters from surrounding villages, farms, agricultural and forest areas. The influence of physicochemical water quality parameters on quantitative and qualitative phytoplankton composition was evaluated using functional classification of phytoplankton. In the phytoplankton community structure the most abundant were Chlorophyta and Bacillariophyceae. Functional groups (X1, Y, D, L<sub>0</sub>, W<sub>S</sub> i W<sub>2</sub>) characterized by higher trophic levels were determined, and their development was favored by a high concentration of nutrients. According to the indices of the trophic state based on the transparency and chlorophyll-a concentration, the localities belonged predominantly to eutrophic waters. Further monitoring activities, as well as an assessment of ecological status of these sites, are extremely important to define protection measures to preserve Kopački Rit floodplain.

**Number of pages:** 93

**Number of figures:** 36

**Number of tables:** 0

**Number of references:** 59

**Number of appendices:** 7

**Original in:** Croatian

**Key words:** phytoplankton, drainage channels, wastewater, environmental parameters, phytoplankton functional groups

**Date of the thesis defence:** 30<sup>th</sup> October 2017

#### **Reviewers:**

1. Dubravka Špoljarić Maronić, PhD, Assistant Professor, president
2. Filip Stević, PhD, Assistant Professor, mentor and reviewer
3. Irena Labak, PhD, Assistant Professor, reviewer
4. Tanja Žuna Pfeiffer, PhD, Assistant Professor, substitute reviewer

#### **Thesis deposited in:**

Library of Department of Biology, University of J.J. Strossmayer Osijek and in National university library in Zagreb in electronic form. It is also disposable on the web site of Department of Biology, University of J.J. Strossmayer Osijek.

*Veliku zahvalnost prvenstveno dugujem svom mentoru doc. dr. sc. Filipu Steviću na motivaciji, vodstvu, stručnim savjetima i nesebičnoj pomoći oko izrade ovog diplomskog rada.*

*Posebnu zahvalnost izražavam izv. prof. dr. sc. Mirni Habudi-Stanić i asistentici Mariji Nujić na susretljivosti i analizama fizikalno-kemijskih parametara vode.*

*Isto tako, moram zahvaliti gospodinu Vlatku Rošču i upravi Kopačkog rita na velikoj pomoći pri terenskom uzorkovanju.*

*Puno hvala doc. dr. sc. Dubravki Špoljarić Maronić i doc. dr. sc. Tanji Žuni Pfeiffer na susretljivosti i pomoći u determinaciji fitoplanktonskih vrsta, a prije svega na ljubaznosti i ugodnom okruženju u laboratoriju.*

*Ovim putem želim se zahvaliti i svojoj obitelji što mi je omogućila školovanje te razumijevanju u svim situacijama kroz koje sam prolazila tijekom studiranja, dečku Robertu koji mi je bio velika potpora i prijateljima što su bili uz mene i učinili godine studiranja najljepšim dijelom mog života.*

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	3
1.1. Općenito o fitoplanktonu.....	3
1.2. Eutrofikacija voda .....	5
1.2.1. Izvori zagađenja.....	5
1.2.2. Pokazatelji trofičkog stanja .....	7
1.2.3. Odgovor fitoplanktona na eutrofikaciju .....	8
1.3. Cilj istraživanja.....	10
2. MATERIJALI I METODE .....	11
2.1. Područje istraživanja .....	11
2.1.1. Lokaliteti uzorkovanja površinskih voda u Parku prirode Kopački rit.....	12
2.2. Uzimanje uzoraka.....	22
2.3. Mjerenje fizikalno-kemijskih svojstava vode.....	22
2.4. Metoda određivanja koncentracije klorofila-a.....	23
2.5. Metoda kvantitativne i kvalitativne analize fitoplanktona .....	25
2.6. Statistička obrada podataka .....	26
3. REZULTATI.....	27
3.1. Rezultati analize fizikalno-kemijskih svojstava vode .....	27
3.1.1. Temperatura zraka i vode .....	27
3.1.2. Dubina i prozirnost vode .....	28
3.1.3. Količina otopljenog kisika.....	29
3.1.4. Električna provodljivost i pH .....	30
3.1.5. Rezultati analize klorofila.....	31
3.1.6. Nitriti, nitrati i ukupan dušik .....	32
3.1.7. Ortofosfati .....	33
3.1.8. Indeks trofičkog stanja .....	34
3.2. Rezultati analize fitoplanktona .....	35
3.2.1. Kvalitativni sastav fitoplanktona .....	35
3.2.2. Kvantitativni sastav fitoplanktona .....	36
3.2.3. Funkcionalne skupine fitoplanktona.....	36
3.2.4. Zastupljenost funkcionalnih skupina na pojedinim postajama .....	38
3.3. Statistička obrada podataka .....	45

4. RASPRAVA.....	48
5. METODIČKI DIO .....	54
6. ZAKLJUČCI.....	61
7. LITERATURA.....	62
8. PRILOZI.....	69

# 1. UVOD

## 1.1. Općenito o fitoplanktonu

Fitoplankton je zajednica fotosintetskih organizama prilagođenih životu ili samo dijelu života u pelagijalu mora i voda na kopnu te on čini fotoautotrofni dio planktona (Reynolds, 2006). To su organizmi koji lebde u vodi ili se u njoj tek ograničeno kreću. Kretanje samog planktona je često preslabo za prevladavanje brzine i smjera većine kretanja vode (Reynolds, 2006), stoga ono prvenstveno ovisi o gibanju vode pa je plankton nošen strujama i valovima.

Fitoplankton zauzima vrlo važno mjesto u vodenim ekološkim sustavima, prvenstveno zato što je on glavni primarni proizvođač organskog ugljika, kisika i organske tvari posebno u slobodnoj vodi jezera. Kao rezultat toga, pelagičke alge i cijanobakterije uvjetuju pravilnu funkciju hranidbenog lanca, a sve promjene u fitoplanktonskim zajednicama utječu na cijeli vodeni ekološki sustav (Paształeniec, 2016). Fitoplankton je malih dimenzija, strukturno jednostavan i osjetljiv na promjene staništa. Nagli porast broja fitoplanktona može uzrokovati ozbiljne probleme u vodenim ekološkim sustavima. Nadalje, zato što je primarni proizvođač fitoplankton je osnova kruženja tvari i protoka energije te čini osnovu trofičke piramide vodenih ekoloških sustava. Njegov rast ograničen je s više resursa, što objašnjava stalno mijenjanje globalnog ciklusa hranjivih tvari povezanog s hranjivim tvarima fitoplanktona (Liu i sur., 2017). Također, kao temeljna karika hranidbenog lanca, fitoplankton je hrana brojnim vrstama zooplanktona te je na taj način pod velikim utjecajem hranidbenog pritiska zooplanktona.

Na temelju rezultata monitoringa bioloških elemenata, fizikalno-kemijskih parametara te hidromorfoloških i osnovnih elemenata određuje se ekološko stanje površinskih voda. Fitoplankton, fitobentos, makrozoobentos i makrofita ubrajaju se u biološke elemente kakvoće jezerskih staništa. Dakle, jedan od bioloških elemenata kakvoće za ocjenjivanje ekološkog stanja jezera je i fitoplankton. Fitoplankton ima vrlo kratak životni vijek i brzu stopu reprodukcije, stoga je i njegovo generacijsko vrijeme kratko. Zbog kratkog generacijskog vremena vrlo brzo i izravno „odgovara“ na promjene okolišnih čimbenika u vodenom ekološkom sustavu (Liu i sur., 2017; Fietz i sur., 2005), a posebno na obogaćivanje jezera hranjivim tvarima (Paształeniec, 2016). Zbog toga se koristi kao biološki indikator u procjeni kakvoće vode na temelju analize vrsta, količine i strukture zajednice u vodi (Hrvatske vode, 2015). Tako fitoplankton može biti bioindikator ranog upozorenja, a može se koristiti i za



kontrolu nadolazećih promjena u vodenom ekološkom sustavu (Paształeniec, 2016). Štoviše, sve je više prepoznato kako se globalne klimatske promjene također mogu pratiti kroz promjene u strukturnim i funkcionalnim parametrima fitoplanktona (Hajnal i Padišak, 2008).

U posljednje vrijeme za praćenje promjena u vodenim ekološkim sustavima sve se više koriste različite ekološke klasifikacije fitoplanktona. Tako je jedna od najraširenijih klasifikacija funkcionalnih skupina fitoplanktona (Reynolds i sur., 2002; Padišak i sur., 2009), koja se uspješno primjenjuje diljem svijeta u različitim vodenim ekološkim sustavima: tropskim obalnim lagunama, tropskim estuarijima, suptropskim jezerima, subartičkim jezerima, umjetnim jezerima, privremenim vapnenačkim jezerima, krškim jezerima, plitkim i dubokim umjerenim jezerima, subalpinskim jezerima i velikim rijekama (Gligora Udovič i sur., 2016).

U svrhu boljeg razumijevanja funkcioniranja ekoloških sustava Reynolds (1980) je razvio model funkcionalnih skupina. Nakon te izvorne studije s četrnaest skupina, model je unaprijeđen i proširen te danas sadržava više od njih četrdeset (Reynolds i sur., 2002; Padišak i sur., 2009). Klasifikacija fitoplanktona prema funkcionalnim skupinama temelji se na fiziološkim, morfološkim i ekološkim značajkama vrsta, a uključuje i niz uvjeta u kojima se različite vrste pojavljuju istovremeno. Koncept se temelji na sličnosti ekološke niše i ekološke preferencije vrsta (Gligora Udovič i sur., 2016), a koristi se u svrhu utvrđivanja ekološkog stanja vodenih ekoloških sustava.

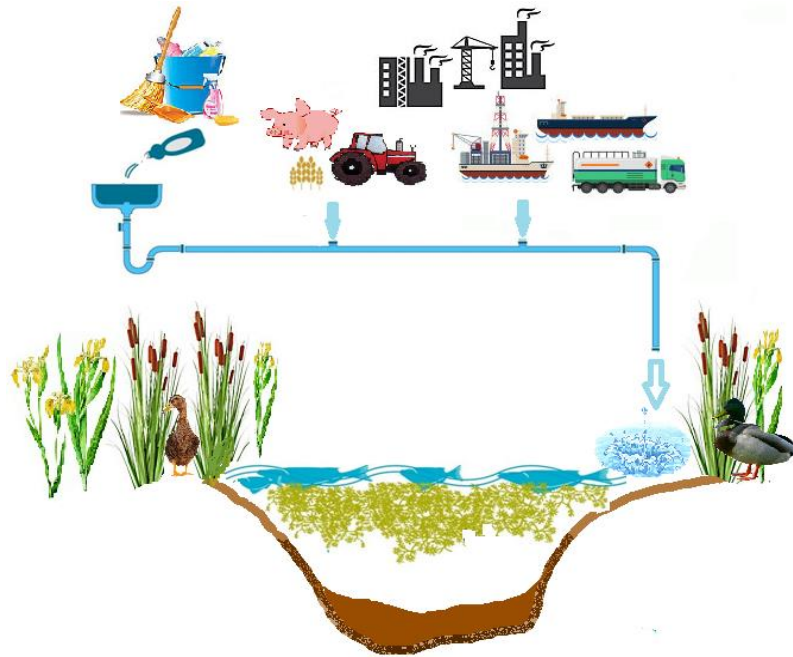
Pozitivni učinak ovog modela je da se umjesto proučavanja velikog broja fitoplanktonskih vrsta ono svede na funkcionalne skupine koje se mogu razmatrati zajedno, uzimajući u obzir njihove funkcionalne karakteristike vrsta te ekološke čimbenike koji utječu na njihov razvoj. Takvo grupiranje sličnih vrsta u funkcionalne skupine pojednostavljuje analize, zato što su fitoplanktonske zajednice iznimno raznovrsne, a koncept funkcionalnih skupina objedinjuje tisuće vrsta u samo nekoliko funkcionalnih skupina. Osim toga, korištenje funkcionalnog pristupa čini ekološka istraživanja usporedivim te olakšava procjenu „odgovora“ slatkovodnih tijela na ekološke promjene.

## 1.2. Eutrofikacija voda

Eutrofikacija je proces kojim se vodeni ekološki sustavi obogaćuju hranjivim tvarima, a posebice visokim koncentracijama dušika i fosfora što rezultira ubrzanim rastom alga i povećanom primarnom proizvodnjom (Alemayehu i Hackett, 2016). U mnogim je europskim zemljama proces eutrofikacije voda sve više izražen (Teneva i sur., 2014) te se veliki broj studija bavi istraživanjem fitoplanktona u nastojanju da predvidi nadolazeće promjene u vodenim ekološkim sustavima. Utvrđeno je da su biomasa i struktura fitoplanktona vrlo učinkoviti u procjeni stanja eutrofikacije voda te se mogu koristiti kao važan bioindikator za praćenje kakvoće voda (Liu i sur., 2017). Eutrofikacija dovodi do neželjenih promjena stanja voda i poremećaja ravnoteže organizama u vodi. Vodeći je uzrok pogoršanja kvalitete jezera što predstavlja ozbiljnu prijetnju izvorima pitke vode, ribarstvu, gospodarstvu, rekreaciji, ali i estetici vodnih tijela. Do eutrofikacije može doći prirodnim putem, na primjer zbog „starenja“ jezera i stvaranja velike količine sedimenta. Međutim, antropogene aktivnosti poput poljoprivrede, industrije i neodgovarajućeg zbrinjavanja otpadnih tvari mogu uvelike pridonijeti povećanju primarne produktivnosti i biomase algi, odnosno procesa eutrofikacije vodenih ekoloških sustava (Alemayehu i Hackett, 2016).

### 1.2.1. Izvori zagađenja

Opterećenje voda je pod neposrednim utjecajem ljudskih aktivnosti i može dovesti do pogoršanja kvalitete vode u različitim vodnim tijelima. Na prvom mjestu opterećenja vodenog ekološkog sustava su izvori kemijskog i fizikalno-kemijskog zagađenja (Grizelj Šimić, 2016). Glavni izvori zagađenja su stanovništvo, poljoprivreda, industrija, promet i turizam (slika 1).



Slika 1. Ilustracija procesa eutrofikacije (izradila A. Školka)

Glavni izvori zagađenja voda mogu se podijeliti u točkaste i netočkaste izvore zagađenja. Točkasti izvori su oni koji se mogu identificirati i kvantificirati. Možemo ih pratiti i kontrolirati, a o njima govorimo onda kada se otpadne tvari ispuštaju direktno kroz kanale u rijeke i jezera. U točkaste izvore zagađenja ubrajamo ispuštanje efluenta iz uređaja za pročišćavanje komunalnih otpadnih voda, iz industrija i tvornica te drugih izvora koji direktno ispuštaju otpadne tvari u okoliš.

Netočkasti izvori teže se identificiraju i kvantificiraju od točkastih izvora zagađenja, zato što su prostorno široko rasprostranjeni. Kako ono označava raspršeni izvor zagađenja, izvor je teško otkriti, a potom i sanirati. Kod procjene zagađenja raspršenih izvora ne mogu se u cijelosti opisati svi procesi koji se događaju u slivu te točno utvrditi što iz kojeg izvora dopijeva u vodno tijelo, što čini procjenu vrlo složenim postupkom (Grizelj Šimić, 2016). U netočkaste izvore zagađenja ubrajamo poljoprivredu, promet te ostale izvore. Protjecanjem kiše odnose se zagađenja s površina u najbliže površinske vode te se na taj način zagađujuće tvari ispiru u vodotoke. Hranjive tvari porijeklom iz gnojidbe te sredstva za zaštitu bilja mogu također završiti u vodenom ekološkom sustavu. Otjecaj i procjedna voda s poljoprivrednih površina, deponija otpada i šumskih rasadnika opterećena je s nutrijentima, sedimentima, pesticidima, herbicidima, bakterijama, otrovnim supstancama, teškim metalima i kiselinama. Otjecaj s urbanih površina može sadržavati nutrijente, teške metale, soli, suspendirane (mineralne) tvari, otrovne kemikalije te mikro i makrobiološke organizme. Površinski otjecaj i

podzemna voda s industrijskih područja može sadržavati nutrijente i kemikalije (u zavisnosti od industrijskog procesa), a ispuštena voda može biti i zagrijana. Ispuštena zagrijana voda djeluje na vodene ekološki sustave tako što povišenje temperature vode može rezultirati povećanom primarnom proizvodnjom te bakterijskom razgradnjom, a ono ubrzava proces eutrofikacije. Netočkastim izvorom zagađenja smatraju se i otpadne vode kućanstava koje nisu povezane sa sustavom komunalne javne odvodnje te se rješavaju putem septičkih jama.

Općenito je fosfor identificiran kao ključni element u kontroli eutrofikacije slatkih voda. Poznato je da smanjenje opterećenja fosforom iz točkastih i netočkastih izvora zagađenja uspješno pridonosi smanjenju primarne proizvodnje (Tolotti i sur., 2012). Ljudska aktivnost utječe na kvalitetu vode na mnogo različitih načina te s različitih vremenskih i prostornih aspekata. Obogaćivanje biljnim hranjivim tvarima podrijetlom iz sliva dovodi do eutrofikacije. S druge strane, smanjenje opterećenja nutrijentima dovodi prije ili kasnije do opadanja trofičkog stanja jezera. Budući da je primarni akceptor opterećenja, fitoplankton vrlo brzo odražava takve učinke promjenom u svojoj strukturi i brojnosti.

### 1.2.2. Pokazatelji trofičkog stanja

Stupanj trofije opisuje intenzitet primarne produkcije u vodama. Mjerenjem biološke produktivnosti jezera, Carlson (1977) je podijelio jezera u oligotrofna (nisko produktivna), mezotrofna (umjereno produktivna), eutrofna (vrlo produktivna) i hipereutrofna (iznimno produktivna) na temelju obogaćivanja jezera hranjivim tvarima te produktivnosti alga. Za određivanje razine eutrofikacije razvio je indeks trofičkog stanja koji se može izračunati na temelju tri varijable kakvoće vode: prozirnosti vode, koncentracije klorofila-a i koncentracije ukupnog fosfora. Nakon nekoliko godina, Kratzer i Brezonik (1981) su uveli dodatni indeks trofičkog stanja na temelju koncentracije ukupnog dušika, za vrijeme istraživanja sezonskih ograničenja dušikom u jezerima. Indeksi trofičkih stanja koji su predložili Carlson, Kratzer i Brezonik često se koriste za opis stanja površinskih voda.

Prozirnost se temelji na prijenosu svjetlosti kroz stupac vode, količini suspendiranih čestica u vodi i prirodnoj boji vode. Klorofil-a je pigment koji je pokazatelj koncentracije fitoplanktona, a visoka koncentracija klorofila-a uglavnom ukazuje na lošu kvalitetu vode (Alemayehu i Hackett, 2016). Produktivnost alga većine površinskih voda ograničena je dušikom ili fosforom. Iako svjetlost, temperatura i mikronutrijenti doprinose povećanju primarne proizvodnje, dodavanje hranjivih tvari poput dušika i fosfora utječe na razinu

eutrofikacije. U vodenom okolišu, fosfor je obično hranjivi sastojak u oskudnijoj opskrbi u odnosu na dušik. Atmosfera nije izvor fosfora, zato što fosfor ne postoji kao dušik u plinovitoj fazi. Naime, fosfor se jako veže za čestice tla, što čini eroziju i taloženje suhe tvari jedan izvor fosfora u vodi (Alemayehu i Hackett, 2016). Sorpcija na čestice tla također omogućuje da se fosfor ukloni sedimentacijom. Iako je prirodno u oskudici, ljudske aktivnosti mogu povećati koncentraciju fosfora u vodama kroz ljudski otpad, deterdžente, gnojiva i eroziju. Za razliku od fosfora, dušika ima u izobilju, stoga manje ograničava vodenu primarnu produkciju (Alemayehu i Hackett, 2016). Iako je dušik biološki raspoloživ, njegova ukupna koncentracija se još uvijek koristi za predviđanje eutrofikacije. Ukupni dušik (TN) je suma Kjeldahl dušika, nitrata i nitrita. Dušik se razlikuje od fosfora po tome što se ne veže lako na čestice tla, prisutan je u atmosferi te se može denitrifikacijom ukloniti iz vodenog ekološkog sustava.

### 1.2.3. Odgovor fitoplanktona na eutrofikaciju

Povećanje koncentracije hranjivih tvari u jezerima ima niz negativnih posljedica, uključujući povećanje biomase fitoplanktona, promjene u sastavu i strukturi fitoplanktonske zajednice, „cvjetanje“ algi, smanjenje prozirnosti vode, potrošnju kisika u hipolimnetičkom sloju i stvaranje reduciranih kemijskih spojeva (Salmaso i sur., 2006). Kada se pogorša kvaliteta vode i povećava zamućenje, vodeni ekološki sustav se dramatično mijenja, što dovodi do smanjena biološke raznolikosti (Liu i sur., 2017). Iz odnosa bioloških i fizikalno-kemijskih elemenata proizlaze čimbenici koji izravno utječu na strukturu zajednice fitoplanktona u slatkovodnim ekološkim sustavima. Dostupnost hranjivih tvari, vrijeme zadržavanja vode, prozirnost, temperatura i svjetlost utječu na promjenu kvalitativnog sastava, brojnosti i biomase fitoplanktona (Hrvatske vode, 2015). Dakle, sukcesija fitoplanktona je pod direktnim utjecajem niza ekoloških faktora.

Odgovor fitoplanktona na eutrofikaciju se obično očituje u povećanoj gustoći i biomasi, a doprinosi i većoj mutnoći vode. Kao rezultat toga, opažen je veliki broj sekundarnih učinaka, kao što su promjene u taksonomskom sastavu fitoplanktona, masovan razvoj cijanobakterija i filamentoznih zelenih algi, smanjen razvoj makrofita pa čak i potpuno njihovo povlačenje. Nadalje, viša temperatura, velika količina svjetla, povećanje hranjivih tvari, a posebno niske vrijednosti omjera ukupnog dušika i ukupnog fosfora uvjeti su koji pogoduju pojavljivanju intenzivnog cvjetanja cijanobakterija, koje mogu uključivati i toksične vrste (Paształeniec, 2016). U mnogim vodenim ekološkim sustavima cijanobakterije su važni primarni proizvođači

i mogu imati značajan utjecaj na druge organizme u ekološkom sustavu. Do sada je poznato oko 40 rodova cijanobakterija koji su toksični (Saker i sur., 1999a). Neke od vrsta koje uzrokuju „cvjetanje“ stvaraju snažne cijanotoksine koji mogu imati štetne učinke na zdravlje živih bića (Carmichael i sur., 1988). Ovisno o njihovoj koncentraciji u vodama, ti prirodni toksini mogu uzrokovati akutno trovanje, mogu prouzročiti kronične učinke ili se akumulirati i proći kroz hranidbeni lanac. Zato toksini i vrste koje ih proizvode predstavljaju fokus aktivnog istraživanja diljem svijeta (Teneva i sur., 2014). S druge strane, sve ove promjene uzrokuju društveno-ekonomske posljedice, kao što su uginuće ribe (uzrokovano anoksijom) ili neprikladnost ribe za konzumaciju zbog sadržaja toksina, štetan utjecaj na pitku vodu i pad prirodnih vrijednosti zaštićenih područja (Paształeniec, 2016). Tako su karakteristike zajednice i odgovor fitoplanktona na promjene staništa iznimno važni za zaštitu vodenih ekoloških sustava, procjenu „zdravlja“ vodenih ekoloških sustava i biološko praćenje formiranja vodenih ekoloških sustava.

### **1.3. Cilj istraživanja**

Cilj ovog rada je istražiti dinamiku i strukturu fitoplanktona i fizikalno-kemijske čimbenike na sedam lokaliteta, odnosno melioracijskih kanala, kojima vode opterećene otpadnim tvarima s okolnih naselja i farmi te poljoprivrednih i šumskih površina ulaze na zaštićeno područje Kopačkog rita. Melioracijski kanali su do sada skoro u potpunosti neistraženi te će ovo istraživanje predstavljati veliki značaj za utvrđivanje ekološkog stanja ovih lokaliteta, što je iznimno važno za definiranje mjera zaštite poplavnog područja.

## 2. MATERIJALI I METODE

### 2.1. Područje istraživanja

Park prirode Kopački rit nalazi se na području Baranje, na samom sjeveroistoku Republike Hrvatske. Značajne poplavne površine nalaze se zapadno, sjeverno i južno od Parka prirode te se protežu do Donjeg Miholjca na zapadu, Batine na sjeveru i Bijelog Brda na jugu (Prostorni plan Parka prirode "Kopački rit", 2006). Vlažna i močvarna područja predstavljaju jedno od najproduktivnijih ekoloških sustava. Jedna su od najvećih vrijednosti biološke i krajobrazne raznolikosti Hrvatske, a ujedno su i prepoznati kao najugroženiji ekološki sustavi. Kopački rit i poplavno područje Podunavlja prepoznato je kao jedno od najznačajnijih takvih područja u Hrvatskoj. U Europi je velik broj ovakvih poplavnih područja izgubio na funkcionalnoj važnosti. Razlozi ugroženosti su regulacija vodotoka i planirani razvoj riječnog prometa, isušivanja i melioracije, preveliko iskorištavanje prirodnih resursa te unošenje stranih vrsta.

Na režim voda Parka prirode Kopački rit prvenstveno utječe rijeka Dunav. Osim utjecaja rijeke Dunav na režim voda utječu i vode koje dotječu preko ustave Sakadaš i vode koje dotječu preko tri crpne stanice: Tikveš, Zlatna Greda i Podunavlje. Na području Kopačkog rita proteže se mreža melioracijskih kanala koji služe za drenažu poljoprivrednih površina. Melioracijski kanali se ulijevaju u kanal Čarna, koji je spojen na tri navedene crpne stanice. U mrežu kanala ulaze vode iz Zapadne Baranje na tri lokacije: Bodorfok (glavni ulaz u Park) - kod mosta prema Zlatnoj Gredi, glavni dovodni kanal Siget i Menetfok kod mosta.

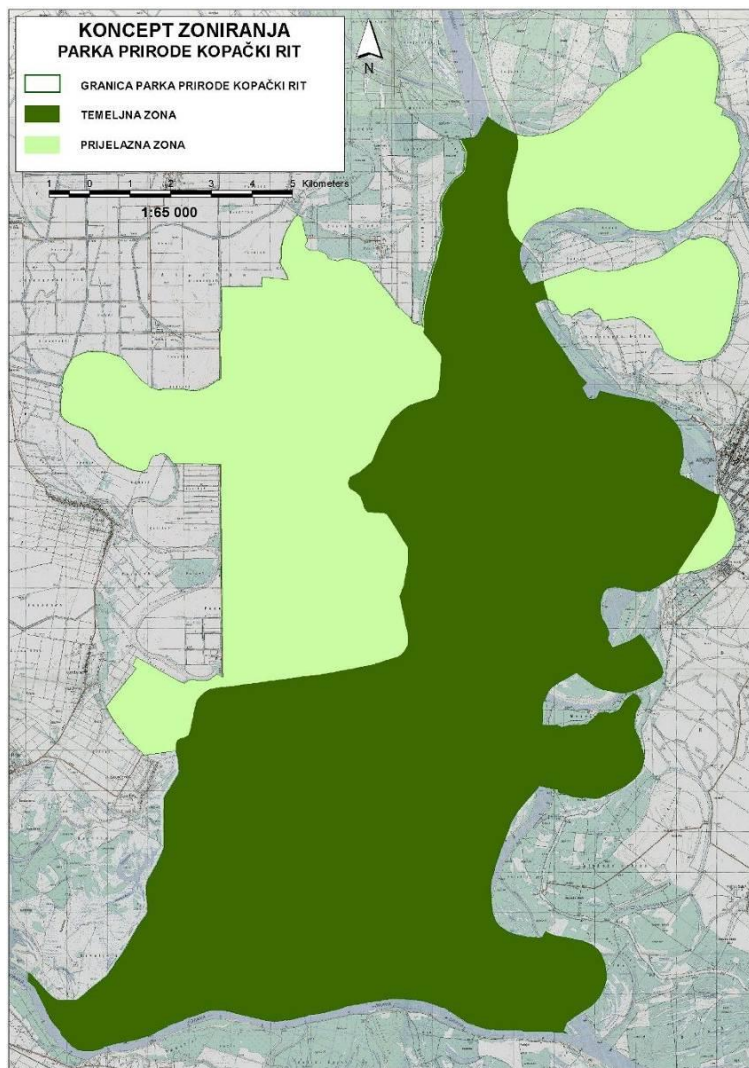
Vode koje dolaze rijekama Dunavom i Dravom ne predstavljaju većinski značaj onečišćenja voda za Kopački rit, već su to vode koje antropogenim utjecajem dolaze iz točkastih i netočkastih izvora zagađenja. Na kakvoću vode Parka prirode primarno utječu otpadne vode naselja, a uz njih velik utjecaj ima i postojeći mulj nataložen u osnovnim vodotocima. Tako opterećena voda se preko ustave Kopačevo upušta u Sakadaško jezero u Parku prirode. Osim toga, direktan utjecaj na kakvoću vode imaju i vode kanala Čarna koje se upuštaju na područje Parka prirode putem tri crpne stanice. Unutar Parka prirode nalaze se naselja, kao i uz rub samog područja, tako da i otpadne vode tih naselja utječu na kakvoću vode na području Parka prirode. Na ovom području nalaze se i velike poljoprivredne površine, farme, ribnjaci i veća privatna



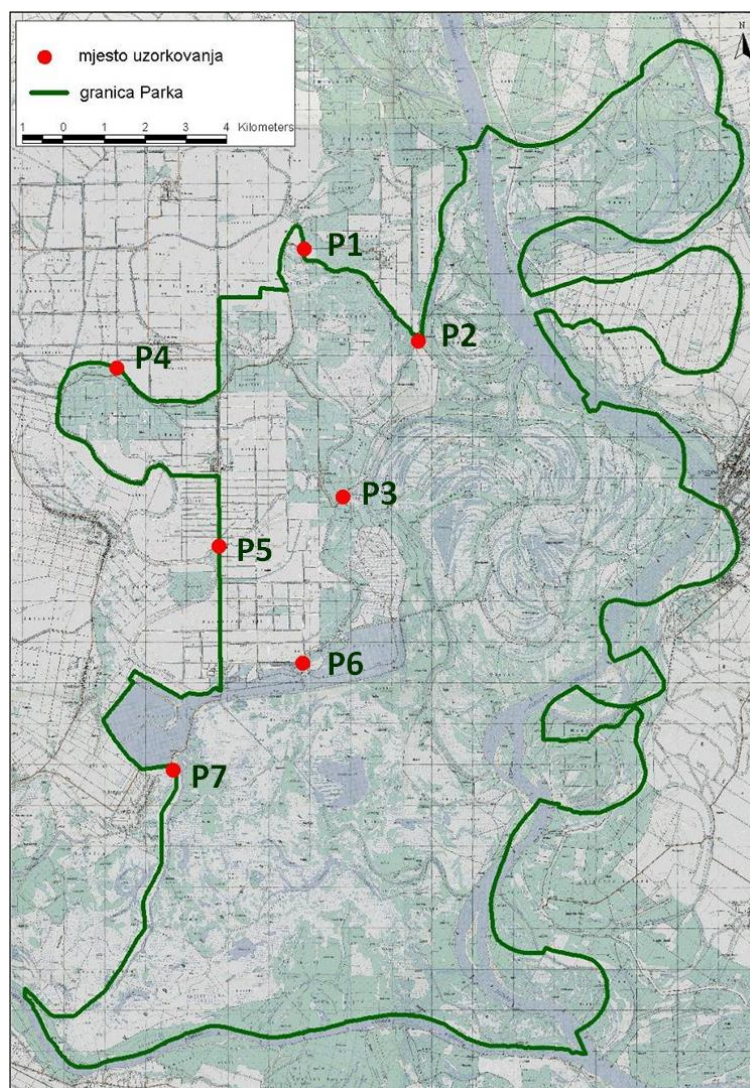
gospodarstva koja mogu potencijalno onečistiti vode te također imati utjecaj na kvalitetu vode na području Parka prirode. Oborinske vode se odводе cestovnim jarcima, što dodatno opterećuje vode u Parku prirode. Ipak otpadne vode koje se skupljaju u kanalima ne odlaze potpuno opterećene u Kopački rit, kako zbog malog pada dna kanala dolazi do sporijeg toka vode. U kanalima se voda zadržava neko vrijeme pa se voda pročisti, a s tim se i opterećenje vode koja dolazi na područje Kopačkog rita smanji (usmeni izvor, V. Rožac).

#### 2.1.1. Lokalizacija uzorkovanja površinskih voda u Parku prirode Kopački rit

U svrhu utvrđivanja kvalitete površinskih voda u Parku prirode Kopački rit odabrano je sedam lokaliteta za uzorkovanje. Odabrani lokaliteti predstavljaju točke ulaska voda na zaštićeno područje Kopačkog rita, koje su opterećene otpadnim vodama okolnih naselja i farmi, a također se u njima skupljaju i vode s okolnih poljoprivrednih i šumskih površina. Odabrano je četiri lokaliteta gdje voda iz utjecajnog područja ulazi u Park iz tranzicijske i utjecajne zone (postaja 1 - kanal Bodorfok, postaja 4 - kanal Siget, postaja 5 - kanal Menetfok, postaja 7 - ustava Kopačevo) (slika 2). Na postaji 7 voda iz utjecajnog područja ulazi u poplavno područje (temeljnu zonu). Odabrano je još tri lokaliteta na mjestima gdje voda iz prijelazne zone ulazi u poplavno područje (temeljnu zonu) (postaja 2 - CS Zlatna greda, postaja 6 - CS Podunavlje, postaja 3 - CS Tikveš). Na crpnim stanicama uzorkovalo se sa strane nasipa u branjenom području. Ovih sedam postaja predstavlja reprezentativne točke ulaska vode u zaštićeno područje. Dio lokaliteta nalazi se unutar granice PP Kopački rit, a dio uz samu njegovu granicu (slika 3).



Slika 2. Zonacija Parka prirode Kopački rit.  
(arhiva Parka prirode Kopački rit)



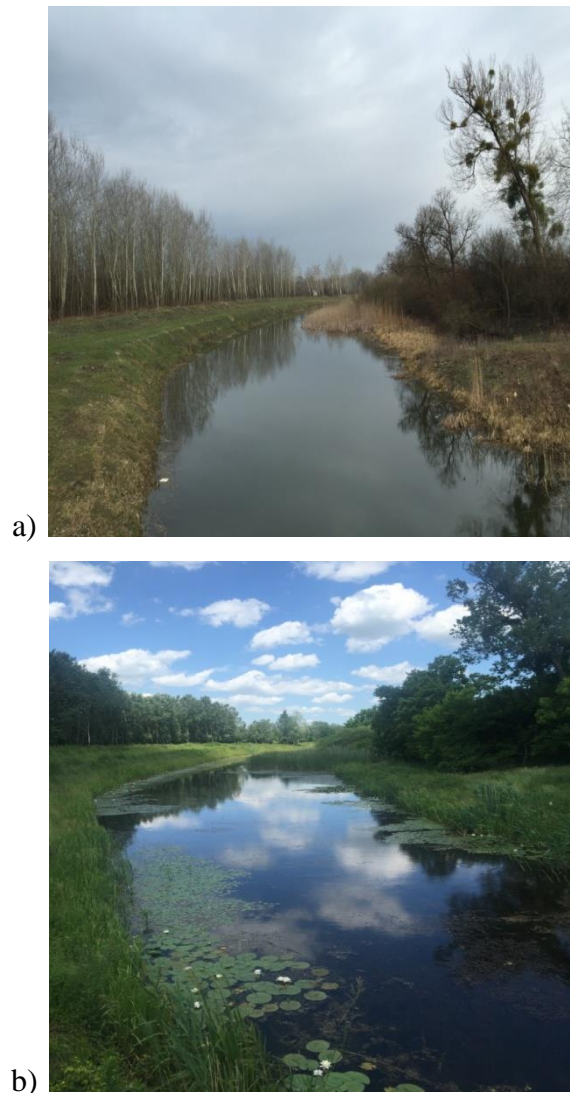
Slika 3. Istraživane postaje u Parku prirode Kopački rit  
(arhiva Parka prirode Kopački rit)

Iz kanala Črna se površinske vode upuštaju u poplavno područje Kopačkog rita radom crpnih stanica Zlatna Greda, Tikveš i Podunavlje. S jedne strane kanal Črna povezuje sve tri crpne stanice, dok s druge strane prima vode obližnjih šumskih i poljoprivrednih zemljišta, otpadne vode iz nekoliko manjih okolnih naselja i s obližnjih farmi. Površinske vode na lokalitetima uzorkovanja većinom se kreću u smjeru poplavnog područja. Osim na postaji 7 (ustava Kopačevo), gdje se radom ustave povremeno voda upušta iz poplavnog područja u područje nasipom branjeno od poplava pa se zbog toga površinske vode povremeno kreću iz smjera poplavnog područja. Površinske vode ulijevaju se iz kanala Barbara i Stare Drave u poplavno područje Kopačkog rita. U svojem toku kanali Barbara i Stara Drava primaju oborinske vode koje se lijevaju s obližnjih šumskih i poljoprivrednih zemljišta, te otpadne vode iz obližnjih naselja.

U nastavku se navodi osnovni opis postaja:

#### Postaja 1 - kanal Bodorfok

Lokalitet uzorkovanja nalazi se na kanalu Bodorfok, na dionici kanala kod mosta na Čarni prema Zlatnoj Gredi (slika 4). Kanal Bodorfok nalazi se kod glavnog ulaza u Park. Ovdje voda iz obližnjih melioracijskih kanala, koji se nalaze sjeverozapadno od lokaliteta, ulazi u prijelaznu zonu Parka prirode Kopački rit. Također, prema ovom se lokalitetu slijeva i voda sa sjeveroistočnog područja gdje se nalaze šumske površine. Površinske vode se zatim dalje kreću prema crpnoj stanici Zlatna Greda.



Slika 4. Kanal Bodorfok, postaja 1: a) veljača, 2016., b) svibanj, 2016.

(arhiva Zavoda za ekologiju voda)



## Postaja 2 - crpna stanica Zlatna greda

Crpna stanica Zlatna greda odabrana je kao drugi lokalitet (slika 5), a uzorak je uzet sa strane nasipa u području branjenom od poplava. Voda se s okolnog šumskog zemljišta, radom crpne stanice prebacuje u poplavno područje. Ovdje se također slijevaju otpadne vode iz pustare Zlatna Greda.

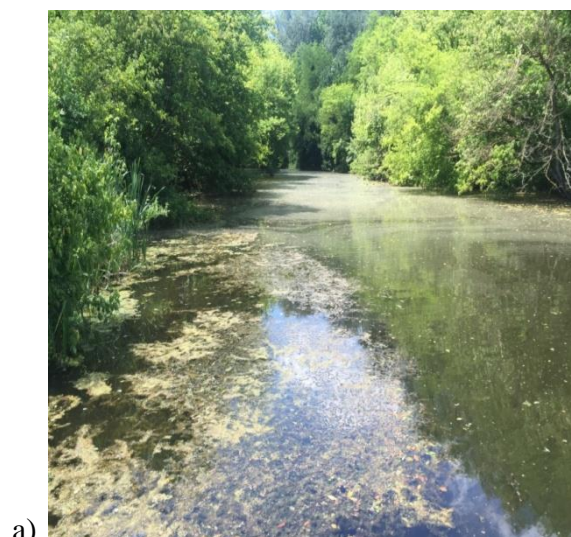


Slika 5. Crpna stanica Zlatna greda, postaja 2: a) veljača, 2016., b) svibanj, 2016.

(arhiva Zavoda za ekologiju voda)

### Postaja 3 - crpna stanica Tikveš

Crpna stanica Tikveš je treći lokalitet uzorkovanja (slika 6), a uzorkovanje je obavljeno sa strane nasipa u području branjenom od poplava. Voda se iz obližnjih melioracijskih kanala, koji se nalaze zapadno od lokaliteta, te s okolnog šumskog zemljišta radom crpne stanice prebacuje u poplavno područje. Ovdje se također slijevaju i otpadne vode iz pustare Tikveš.



Slika 6. Crpna stanica Tikveš, postaja 3: a) svibanj, 2016., b) lipanj, 2016.

(arhiva Zavoda za ekologiju voda)

## Postaja 4 - kanal Siget

Za postaju 4 odabran je glavni dovodni kanal Siget (slika 7). Ovdje u prijelaznu zonu Parka prirode Kopački rit ulazi voda iz obližnjih melioracijskih kanala, koji se nalaze sjeverno i zapadno od lokaliteta. Ovdje se također slijevaju i otpadne vode iz sela Grabovac.



Slika 7. Kanal Siget, postaja 4: a) ožujak, 2016., b) svibanj, 2016.  
(arhiva Zavoda za ekologiju voda)

## Postaja 5 - kanal Menetfok

Slijedeći lokalitet za istraživanje odabran je na dionici kanala Menetfok (slika 8), a uzorkovanje je obavljeno kod mosta. Voda iz obližnjih melioracijskih kanala, koji se nalaze zapadno od lokaliteta, ulazi u prijelaznu zonu Parka prirode Kopački rit. Ovdje se također djelomično slijevaju i otpadne vode iz pustare Kozjak.



Slika 8. Kanal Menetfok, postaja 5: a) svibanj, 2016., b) lipanj, 2016.

(arhiva Zavoda za ekologiju voda)



## Postaja 6 - crpna stanica Podunavlje

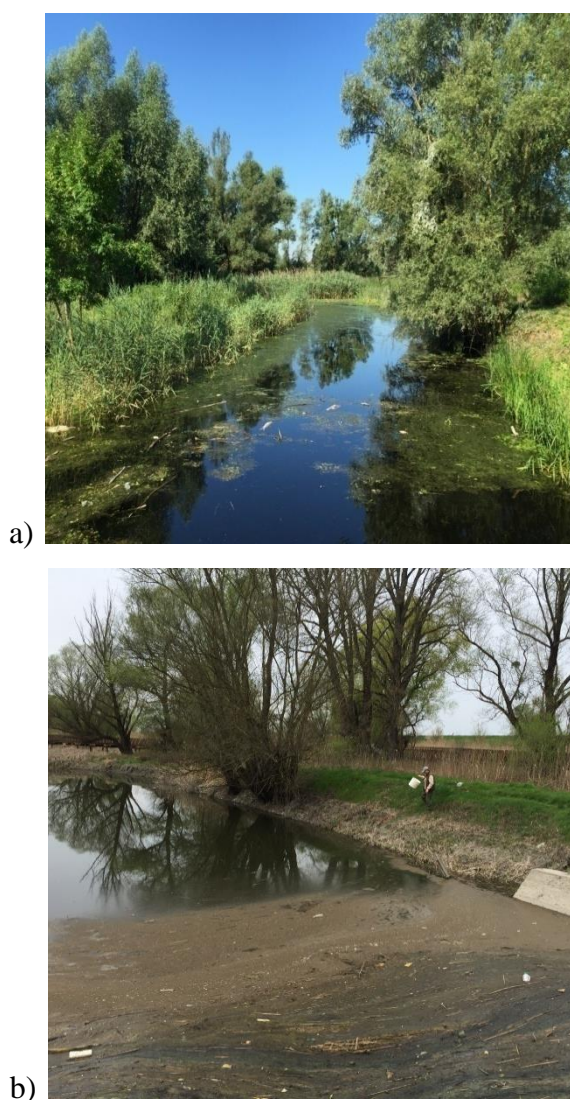
Crpna stanica Podunavlje, koja se nalazi na Donjem zmajevačkom kanalu, odabrana je za šesti lokalitet (slika 9). Uzorkovanje je obavljeno sa strane nasipa u području branjenom od poplava, kao i kod ostalih crpnih stanica. Voda se iz obližnjih melioracijskih kanala, koji se nalaze sjeverozapadno od lokaliteta, radom crpne stanice prebacuje u poplavno područje. Radom crpne stanice voda se prebacuje u poplavno područje i s okolnog šumskog zemljišta. Prema ovome lokalitetu kreću se i otpadne vode s farme te obližnjih oranica i pašnjaka. Ovdje se također slijevaju i vode iz pustare Podunavlje.



Slika 9. Crpna stanica Podunavlje, postaja 6 (lipanj, 2016.)

## Postaja 7 - ustava Kopačevo

Ustava Kopačevo odabrana je za sedmi lokalitet (slika 10). Preko ustave Kopačevo voda ulazi u poplavno područje Parka prirode Kopački rit iz obližnjih melioracijskih kanala, koji se nalaze zapadno od lokaliteta. Jugoistočno se nalazi šumsko zemljište s kojeg se kanalima, voda također slijeva prema ovom lokalitetu. Ovdje se također slijevaju i otpadne vode iz sela Kopačevo. Za razliku od ostalih lokaliteta, ovdje se radom ustave voda povremeno pušta iz smjera poplavnog područja u područje branjeno od poplava.



Slika 10. Ustava Kopačevo, postaja 7: a) ožujak, 2016., b) lipanj, 2016.  
(arhiva Zavoda za ekologiju voda)

## 2.2. Uzimanje uzoraka

U razdoblju od veljače do lipnja 2016. godine uzimani su uzorci vode za hidrobiološke analize u jednomjesečnim intervalima na sedam postaja (slika 11): P1 - Bodorfok, P2 - CS Zlatna greda, P3 - CS Tikveš, P4 – Siget, P5 - Menetfok, P6 - CS Podunavlje i P7 – U stava Kopačevo. Uzorci su uzimani u vremenu između 8.30 i 13 sati.



Slika 11. Uzimanje uzorka vode za analizu (fotografija: A. Školka)

## 2.3. Mjerenje fizikalno-kemijskih svojstava vode

Uzorci za analiza fizikalno-kemijskih svojstava vode uzeti su u površinskom sloju vode. Temperatura vode ( $T_v$ ) i zraka ( $T_z$ ), dubina ( $D_v$ ) i prozornost vode (Secchi dubina,  $SD$ ), električna provodljivost (konduktivitet,  $Kond$ ), pH, otopljeni kisik u vodi ( $O_2$ ) i zasićenje kisikom ( $O_2\%$ ) mjereni su na mjestu uzorkovanja, *in situ*. Temperatura zraka mjere na je živinim termometrom s podjelom ljestvice  $10/1$  °C. Dubina vode određena je s pomoću baždarenog konopca s utegom, a prozornost vode pomoću Secchi ploče promjera 30 cm. Prijenosnim uređajem, mini laboratorijem WTW Multi 343i (Wissenschaftlich-Technische



Werkstätten, Wilhelm) izmjerena je temperatura vode, električna provodljivost vode, pH, otopljeni kisik u vodi i zasićenje vode kisikom (slika 12).



Slika 12. Mjerenje fizikalno-kemijskih svojstava vode  
(arhiva Zavoda za ekologiju voda)

U laboratoriju Prehrambeno-tehnološkog fakulteta u Osijeku obavljene su analize koncentracija hranjivih tvari. Određena je koncentracija nitrata ( $\text{NO}_3$ ), nitrita ( $\text{NO}_2$ ), ukupnog dušika (TN) i ortofosfata ( $\text{PO}_4^{3-}$ ).

#### 2.4. Metoda određivanja koncentracije klorofila-a

Za analizu klorofila uzeta je 1 L uzorka iz površinskog sloja vode. Ovi uzorci su se kasnije u laboratoriju profiltrirali uz pomoć vakuum sisaljke kroz filter-papir staklenih vlakana oznake GF/C, promjera 55 mm s otvorom pora  $1,2 \mu\text{m}$  (Whatman International Ltd, Maidstone, Engleska). Nakon filtracije, filter-papir se zajedno sa svojim talogom homogenizirao u tarioniku s tučkom uz pomoć 90%-tnog acetona (15 mL). Zatim se sadržaj prebacio u staklene kivete i ostavio preko noći u mraku u hladnjaku na  $4^\circ\text{C}$ . Slijedeći dan dobiveni su ekstrakti centrifugirani 10 min na 3000 okr/min.

Apsorbancija ekstrakata izmjerena je spektrofotometrom DR/2010 (Hach Company, SAD) pri valnim duljinama od 630, 645, 663 i 750 nm. Koncentracije klorofila-a (Chl-a), klorofila-b (Chl-b) i klorofila-c (Chl-c) određene su prema metodi po Komárková (1989).

Koncentracije klorofila izračunate su prema SCOR-UNESCO (1966) te Strickland i Parsons (1972).

Količina klorofila-a (Chl-a) izračunata je prema formuli:

$$\text{Chl a } (\mu\text{g l}^{-1}) = (11.64 \times A_{663} - 2.16 \times A_{645} + 0.10 \times A_{630}) \times v/V \times d$$

Količina klorofila-b (Chl-b) izračunata je prema formuli:

$$\text{Chl-b } (\mu\text{m/L}) = (20,97 \times A_{645} - 3,94 \times A_{663} - 3,66 \times A_{630}) \times v/V \times d$$

Količina klorofila-c (Chl-c) izračunata je prema formuli:

$$\text{Chl-c } (\mu\text{m/L}) = (54,22 \times A_{630} - 5,53 \times A_{663} - 14,81 \times A_{645}) \times v/V \times d$$

U gore navedenim jednadžbama  $A_{630}$ ,  $A_{645}$  i  $A_{663}$  predstavljaju vrijednosti apsorbancija izmjerenih u crvenom dijelu spektra pri valnim duljinama 630, 645 i 663 nm od kojih je oduzeta vrijednost apsorbancije  $A_{750}$  izmjerena pri valnoj duljini 750 nm. Oznaka  $v$  predstavlja volumen ekstrakta u mL,  $d$  označava duljinu kivete u cm, a oznaka  $V$  je volumen filtriranog uzorka vode izražen u L.

Nakon što su se izmjerile apsorbancije pri svim valnim duljinama (630, 645, 663 i 750 nm) napravljena je korekcija za feopigmente. Za svaki ekstrakt izračunata je količina klorovodične kiseline koja se dodaje za korekciju, na način da se 33  $\mu\text{L}$  pomnožilo s volumenom ekstrakta u mL. Nakon dodatka klorovodične kiseline, izmjerene su apsorbancije pri valnim duljinama 663 i 750 nm. Koncentracije korigiranog klorofila-a i feofitina izračunate su prema Lorenzenu (1967).

Količina korigiranog klorofila-a (Chl-a korig) izračunata je prema formuli:

$$\text{Chl-a korig } (\mu\text{g/L}) = 26.7 (A_{663} - A_{a663}) \times v/V \times d$$

Količina feofitina (Phe) izračunata je prema formuli:

$$\text{Phe } (\mu\text{g/L}) = 26.7 (1.7 \times A_{a663} - A_{663}) \times v/V \times d$$

U navedenim jednadžbama  $A_{663}$  predstavlja vrijednost apsorbancije izmjerene pri valnoj duljini 663 nm prije dodatka kiseline od koje je oduzeta vrijednost apsorbancije  $A_{750}$ , a  $A_{a663}$  predstavlja vrijednost apsorbancije izmjerene pri valnoj duljini 663 nm nakon dodatka kiseline od koje je oduzeta vrijednost apsorbancije. Kao u prethodnim jednadžbama, oznaka  $v$

predstavlja volumen ekstrakta u mL,  $d$  označava duljinu kivete u cm, a oznaka  $V$  je volumen filtriranog uzorka vode izražen u L.

## 2.5. Metoda kvantitativne i kvalitativne analize fitoplanktona

Uzorci za analizu fitoplanktona uzeti su u površinskom sloju vode. Za kvantitativnu analizu fitoplanktona uzeto je 100 mL nefiltriranog uzorka koji je potom fiksiran Lugolovom otopinom načinjenom po Utermöhl-u (1958). Za kvalitativnu analizu fitoplanktona uzeti su uzorci procjeđivanjem 10 L površinske vode kroz planktonsku mrežicu veličine pora 22,5  $\mu\text{m}$ , a sadržaj mrežice se skupio u plastičnu bočicu pričvršćenu na dnu mrežice. Nakon toga se uzorak prebacio u staklenu bočicu, u kojima se prethodno pripremila 4%-tna otopina formaldehida s kojom je uzorak potom bio fiksiran.

Svjetlosnim mikroskopom (Carl Zeiss Jena) određene su fitoplanktonske vrste uz pomoć priručnika za determinaciju fitoplanktona (Hindak i sur., 1975; Hindak, 1977-1990; Hindak i sur., 1978; Huber-Pestalozzi, 1961-1990; Komarek, 1973; Hustedt, 1976; Anagnostidis i Komárek, 1985, 1988; Komárek i Anagnostidis, 1989). Nazivi vrsta su se uskladili prema web bazi podataka AlgaeBase (web 1 - Guiry i Guiry, 2017).

Invertnim mikroskopom (Axiovert 25, Carl Zeiss®, Inc, Göttingen, Njemačka) odrađena je kvantitativna analiza fitoplanktona. Kako bi odredili brojnost fitoplanktona, 1 mL uzorka sedimentirao je najmanje četiri sata u Utermöhl-ovim komoricama od pleksigasa volumena 1, 2 i 5 mL, ovisno o gustoći fitoplanktona u uzorku (Utermöhl, 1958). Nakon sedimentacije brojale su se jedinke u dva okomita pravca, uvijek pri povećanju od 600x i uvijek je izbrojano najmanje 30 vidnih polja i/ili 200 jedinki.

U odnosu na ukupan broj jedinki fitoplanktona određene su dominantne vrste. Vrste koje su činile najmanje 5% od ukupnog broja jedinki fitoplanktona smatrale su se dominantnima. Također, po istom principu određene su i dominantne funkcionalne skupine. Dominantnim funkcionalnim skupinama smatrale su se one koje su činile najmanje 5% od ukupnog broja određenih skupina. Funkcionalne skupine fitoplanktona određene su prema Reynolds i sur. (2002) te Padišák i sur. (2009). Indeksi trofičkog stanja izračunati su na temelju prozirnosti i klorofila-a prema Carlson (1977), a na temelju koncentracije ukupnog dušika prema Kratzer i Brezonik (1981).

## 2.6. Statistička obrada podataka

Za objašnjavanje međusobnih odnosa fitoplanktonske zajednice i fizikalno-kemijskih čimbenika tijekom istraživnog razdoblja korištena je redundancijska analiza („Redundancy Analysis“, RDA). Zavisnu varijablu činio je broj jedinki funkcionalnih skupina koje su činile najmanje 5% od ukupnog broja jedinki fitoplanktona, a nezavisnu fizikalno-kemijski čimbenici. Podaci broja jedinki transformirani su na drugi korijen, a rezultati su testirani Monte Carlo simulacijom. Rezultat analize prikazan je grafom u kojem su korelacije zavisne i nezavisne varijable prikazane zajedno s ordinacijskim osima. Za ovu analizu korišten je statistički program Canoco.

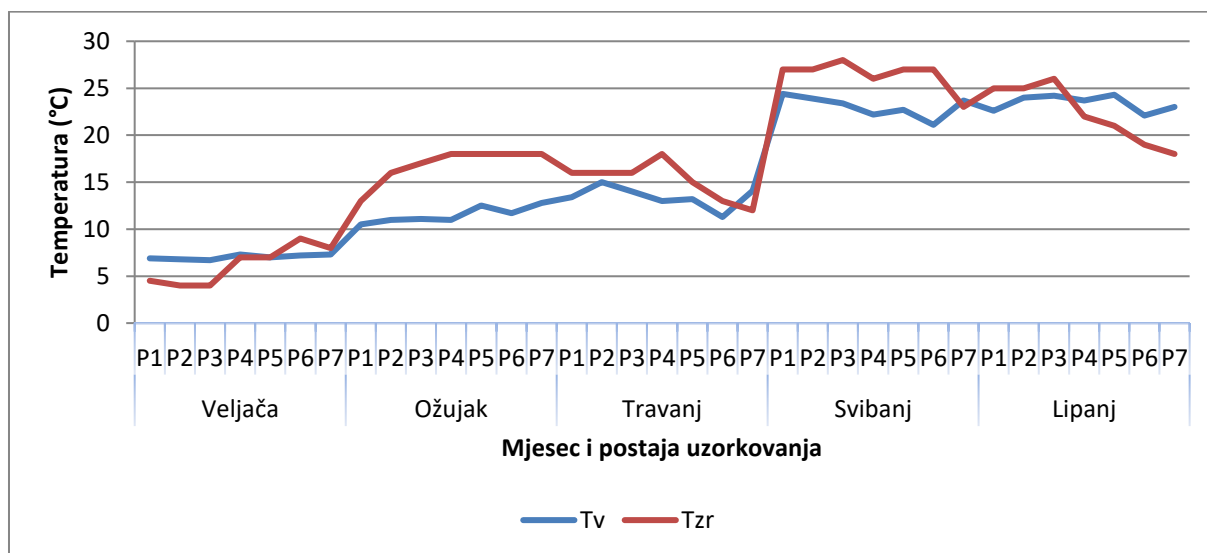
U svrhu utvrđivanja udaljenosti („Euclidian distance“) između sedam postaja tijekom istraživnog razdoblja na temelju fizikalno-kemijskih parametara vode korištena je hijerarhijska klaster analiza („Cluster Analysis“), a podaci su prije analize logaritamski transformirani. Ordinacijska metoda nemetrijskog višedimenzijskog grupiranja („non-metric Multidimensional Scaling“, nMDS) korištena je kako bi dobili grafički prikaz odnosa uzoraka na temelju klastera u dvije dimenzije. Vjerojatnost pravilne ordinacije i interpretacije opisuje „stress“ (Clarke i Warwick, 2001). Za računalnu obradu podataka ovom analizom korišten je statistički program Primer 6.

### 3. REZULTATI

#### 3.1. Rezultati analize fizikalno-kemijskih svojstava vode

##### 3.1.1. Temperatura zraka i vode

Promjene temperature zraka ( $T_{zr}$ ) i temperature vode ( $T_v$ ) prikazane su na slici 13. U razdoblju od veljače do lipnja 2016. godine srednja temperatura zraka na istraživanim postajama iznosila je  $17,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a kretala se od  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$  (veljača) do  $28\text{ }^{\circ}\text{C}$  (svibanj). Temperatura vode kretala se od  $6,7\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $24,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a srednja temperatura iznosila je  $15,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Najniža temperatura vode zabilježena je u veljači na crpnoj stanici Tikveš (postaja 3), a najveća u svibnju na kanalu Bodorfok (postaja 1). Temperatura vode mijenjala se s obzirom na promjene temperature zraka, ali zbog toplinskog kapaciteta vode temperatura vode je manje oscilirala nego temperatura zraka.

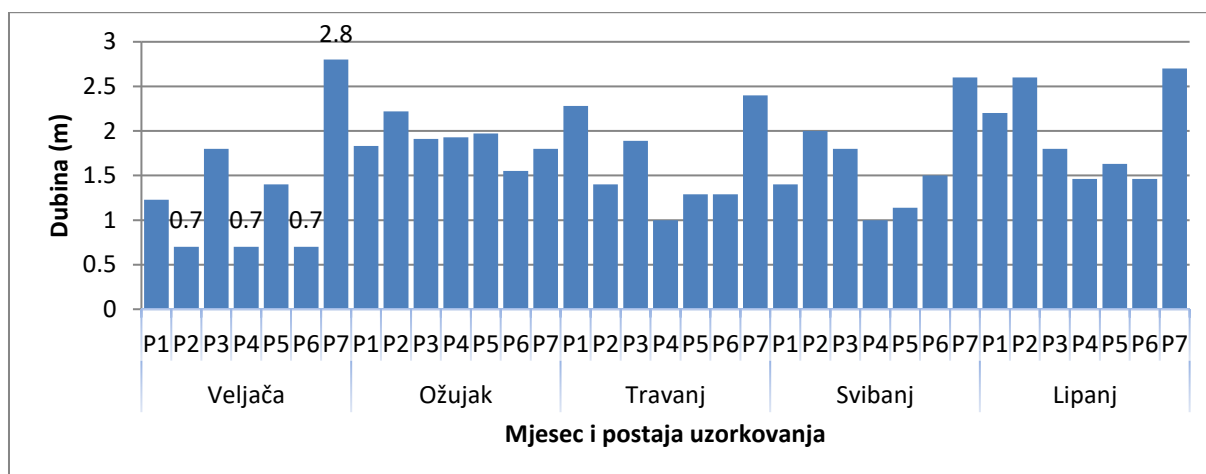


Slika 13. Promjene temperatura zraka i vode tijekom istraživanog razdoblja u 2016. godini



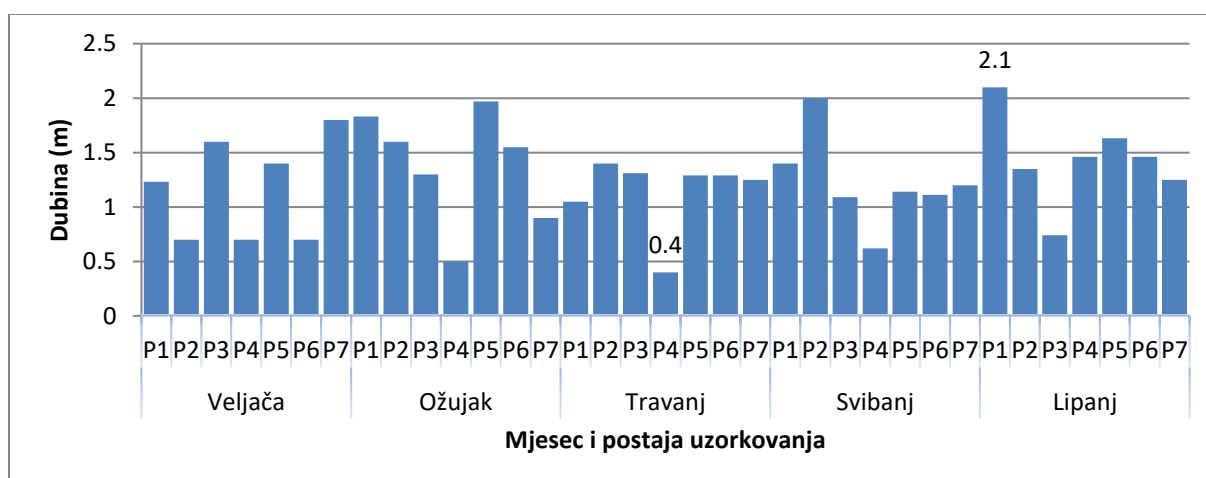
### 3.1.2. Dubina i prozirnost vode

Dubina vode (D) tijekom istraživanog razdoblja kretala se od 0,70 m (veljača, postaje 2, 4 i 6) do 2,80 m (veljača, postaja 7), što vidimo na slici 14. Srednja dubina svih mjernih postaja iznosila je 1,68 m. Ustava Kopačevo (postaja 7) bilježi najveću srednju dubinu s 2,46 m, a kanal Siget (postaja 4) najmanju s 1,22 m.



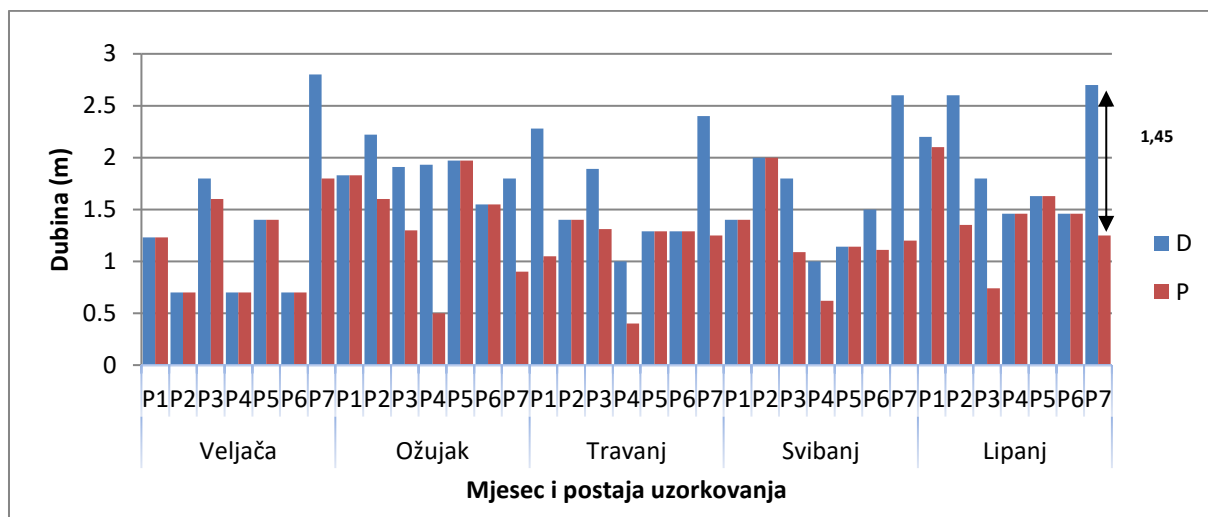
Slika 14. Promjene dubine vode tijekom istraživanog razdoblja

Prozirnost vode (P) na mjernim postajama mijenjala se od 0,40 m (travanj, postaja 4) do 2,10 m (lipanj, postaja 1), a srednja vrijednost svih postaja za istraživani period iznosila je 1,27 m (slika 15). Kanal Bodorfok (postaja 1) za mjereno razdoblje ima najveću srednju vrijednost za prozirnost, a kanal Siget (postaja 4) najmanju srednju vrijednost.



Slika 15. Promjene prozirnosti vode tijekom istraživanog razdoblja

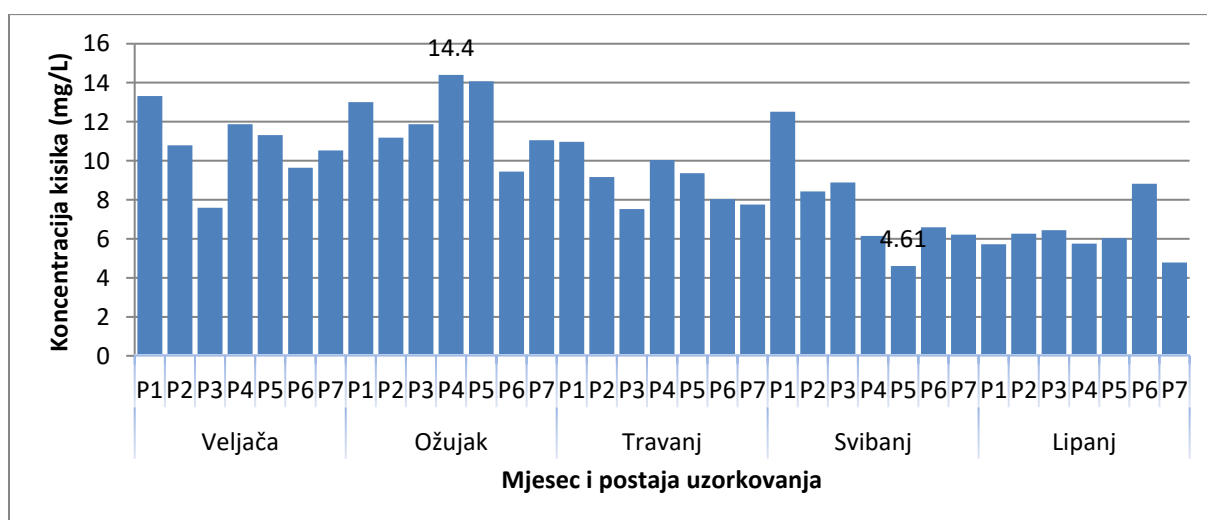
Najveća razlika između dubine i prozirnosti zabilježena je u lipnju na ustavi Kopačevo (postaja 7) te je iznosila 1,45 m (slika 16).



Slika 16. Promjene dubine i prozirnosti vode tijekom istraživanog perioda

### 3.1.3. Količina otopljenog kisika

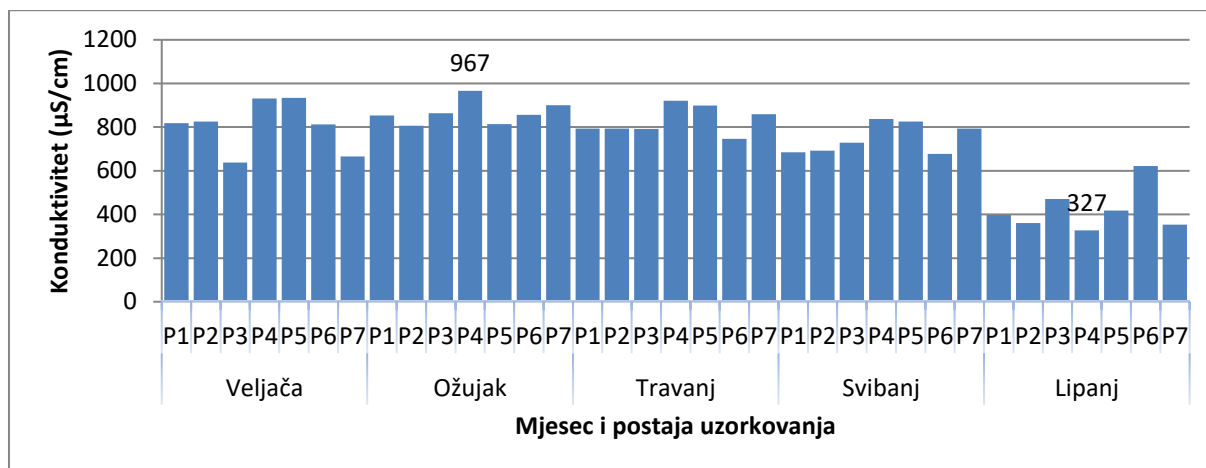
Ukupna količina otopljenog kisika na mjernim postajama u površinskom sloju vode kretala se od 4,61 (ožujak, postaja 4) do 14,4 mg/l (svibanj, postaja 5) tijekom istraživanog razdoblja. Općenito su niže vrijednosti koncentracije otopljenog kisika izmjerene krajem proljetnog razdoblja i početkom ljeta, odnosno u svibnju i lipnju (slika 17).



Slika 17. Promjene koncentracije otopljenog kisika (mg/l) tijekom istraživanog razdoblja

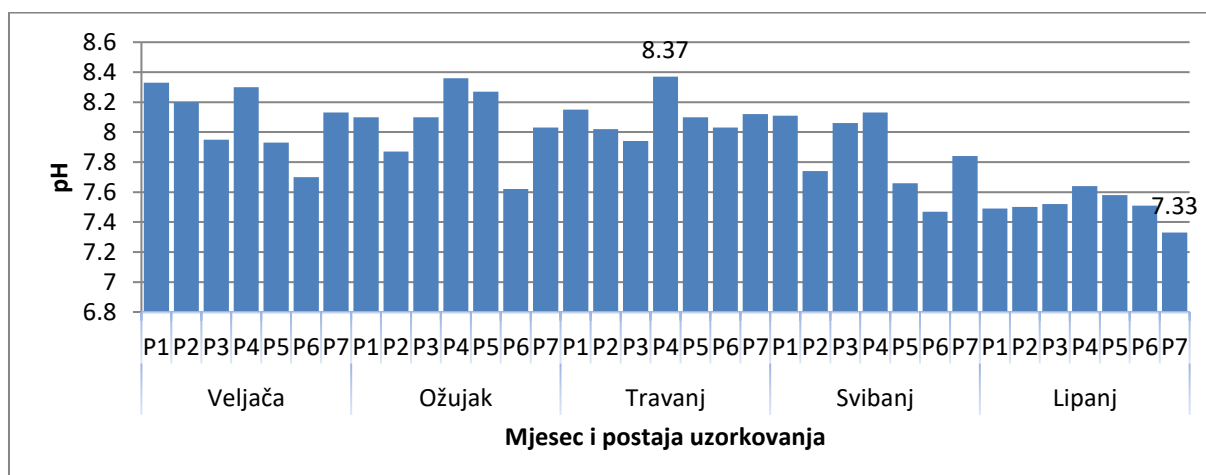
### 3.1.4. Električna provodljivost i pH

Konduktivitet ili električna provodljivost vode mijenjala se od 327 (ožujak, postaja 4) do 967  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (lipanj, postaja 4), a srednja vrijednost tijekom istraživog razdoblja svih lokaliteta uzorkovanja iznosila je 733,6  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Niže vrijednosti električne provodljivosti izmjerene su u lipnju (slika 18).



Slika 18. Promjene konduktiviteta tijekom istraživog razdoblja

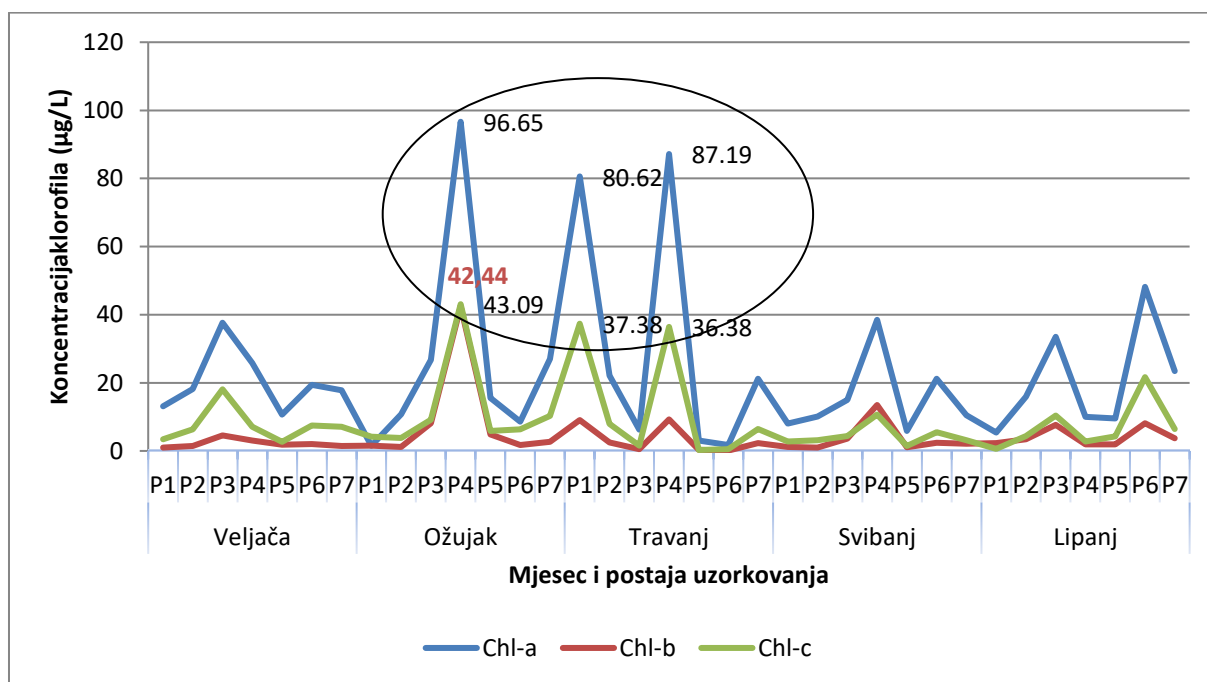
Prema koncentraciji vodikovih iona tijekom istraživog razdoblja mjerne postaje bile su neutralne do blago lužnate, a pH vrijednosti su bile u granicama 7,33 (lipanj, postaja 7) do 8,37 (travanj, postaja 4). Također, kao vrijednosti električne provodljivosti i koncentracije otopljenog kisika, niže pH vrijednosti zabilježene su u mjesecu lipnju (slika 19).



Slika 19. Promjene pH vrijednosti tijekom istraživog razdoblja

### 3.1.5. Rezultati analize klorofila

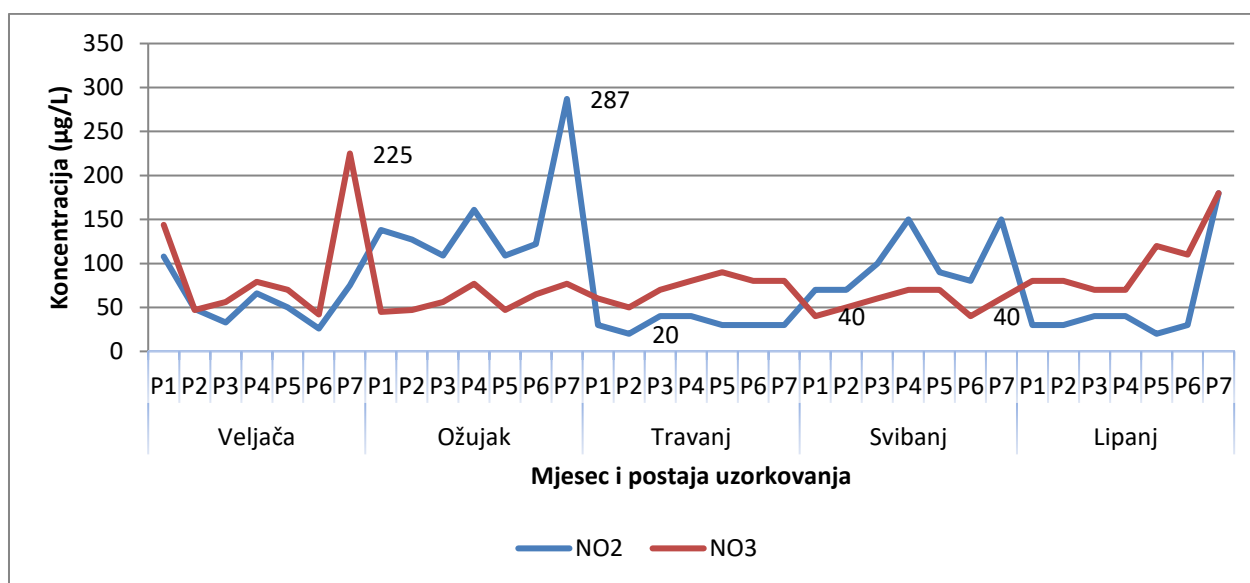
Koncentracije klorofila-a (Chl-a) bile su u granicama od 1,52 (ožujak, postaja 1) do 96,65  $\mu\text{g/L}$  (ožujak, postaja 4). Koncentracije klorofila-b (Chl-b) kretale su se u granicama od 0,10 (travanj, postaja 6) do 42,44  $\mu\text{g/L}$  (ožujak, postaja 4). Koncentracije klorofila-c (Chl-c) bile su u granicama od 0,28 (travanj, postaja 5) do 43,09  $\mu\text{g/L}$  (ožujak, postaja 4). Utvrđena su tri pika koncentracije klorofila-a (80,62 - 96,65  $\mu\text{g/L}$ ) i klorofila-b (36,38 - 43,09  $\mu\text{g/L}$ ) na kanalu Siget (postaja 4) u ožujku i travnju te na kanalu Bodorfok u travnju. Sve vršne koncentracije klorofila-a, b i c izmjerene su na kanalu Siget (postaja 4) u mjesecu ožujku (slika 20).



Slika 20. Promjene koncentracije klorofila tijekom istraživnog razdoblja

### 3.1.6. Nitriti, nitrati i ukupan dušik

Koncentracija nitrita ( $\text{NO}_2$ ), na mjernim postajama mijenjala se od 20 (travanj, postaja 2) do 287  $\mu\text{g/L}$  (ožujak, postaja 7), a srednja koncentracija nitrita tijekom istraživanog perioda iznosila je 78,8  $\mu\text{g/L}$  (slika 20). Koncentracija nitrata ( $\text{NO}_3$ ) kretala se od 40 (svibanj, postaje 1 i 6) do 225  $\mu\text{g/L}$  (veljača, postaja 7), a srednja koncentracija za petomjesečni interval kroz sve postaje bila je 76,8  $\mu\text{g/L}$  (slika 21).



Slika 21. Promjene koncentracija nitrita i nitrata tijekom istraživanog razdoblja

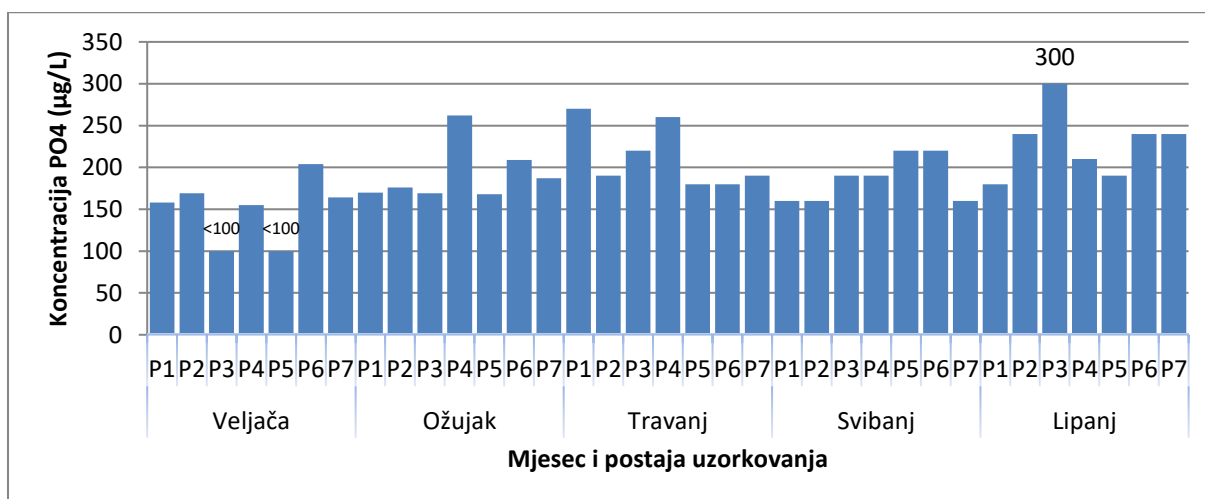
Ukupan dušik (TN) bio je u granicama od 130 (veljača, postaja 2) do 1396  $\mu\text{g/L}$  (veljača, postaja 3), a njegova srednja vrijednost iznosila je 362,9  $\mu\text{g/L}$  (slika 22). Uz maksimalnu koncentraciju na crpnoj stanici Zlatna greda, također se u veljači ističe iznimno velika vrijednost od 1330  $\mu\text{g/L}$  koja je izmjerena na ustavi Kopačevo (postaja 7).



Slika 22. Promjene koncentracija ukupnog dušika tijekom istraživanog razdoblja

### 3.1.7. Ortofosfati

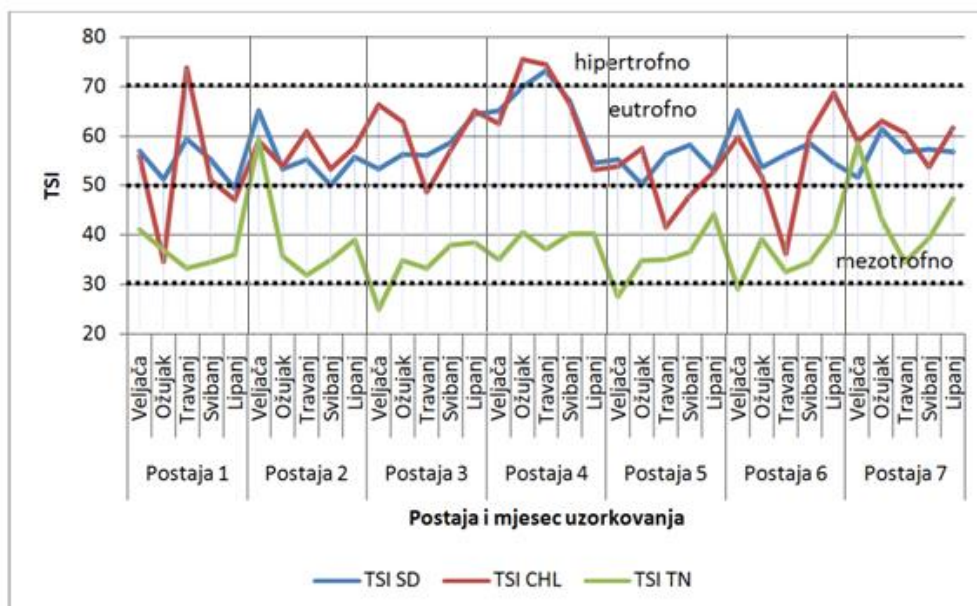
Za vrijeme istraživanog radoblja koncentracija ortofosfata kretala se od manje od 100 (veljača, postaje 3 i 5) do 300 µg/L (lipanj, postaja 3), dok je srednja vrijednost sedam mjernih postaja iznosila 193,7 µg/L (slika 23). Ako izuzmemo veljaču, donja granica koncentracije ortofosfata ostala četiri mjeseca iznosila je 160 µg/L.



Slika 23. Promjene koncentracije ortofosfata tijekom istraživanog razdoblja

### 3.1.8. Indeks trofičkog stanja

Indeksi trofičkog stanja izračunati su na temelju prozirnosti ( $TSI_{SD}$ ), koncentracije ukupnog dušika ( $TSI_{TN}$ ) i klorofila-a ( $TSI_{Chla}$ ). Prema mjesečnim vrijednostima indeksa trofičkog stanja izračunatih na temelju prozirnosti vode i koncentracije klorofila-a melioracijski kanali pripadali su eutrofnom stanju, dok kanal Siget prelazi prema hipertrofnom stanju. Prema koncentraciji ukupnog dušika kanali su većinski u mezotrofnom stanju, izuzev crpne stanice Zlatna greda i ustave Kopačevo gdje se vrijednosti kreću prema eutrofnom stanju (slika 24).

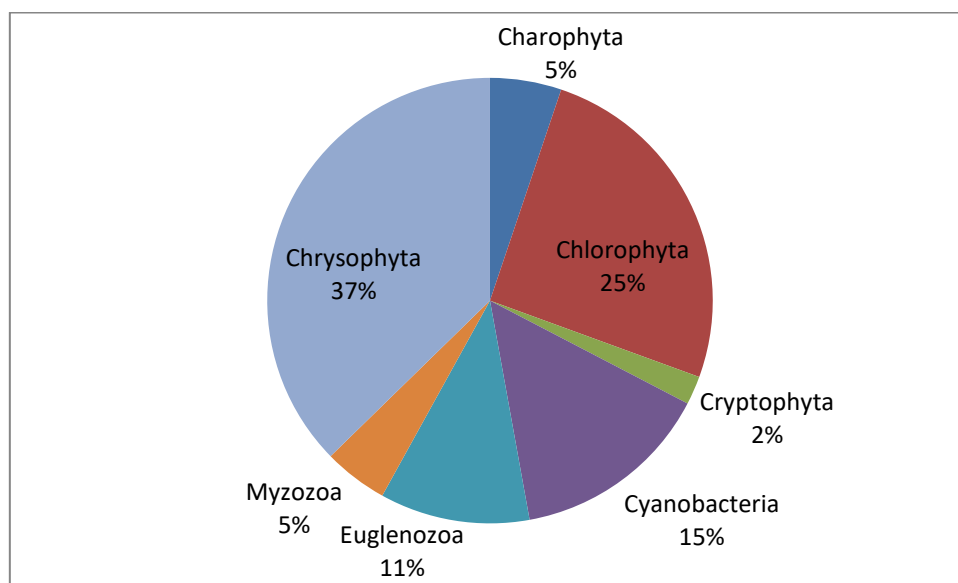


Slika 24. Indeksi trofičkog stanja na temelju prozirnosti vode, koncentracije ukupnog dušika i klorofila-a tijekom istraživanog razdoblja

## 3.2. Rezultati analize fitoplanktona

### 3.2.1. Kvalitativni sastav fitoplanktona

Tijekom istraživanog razdoblja, od veljače do lipnja 2016. godine, utvrđeno je ukupno 193 fitoplanktonskih vrsta u 35 analiziranih uzoraka fitoplanktona iz sedam melioracijskih kanala. Od ukupnog broja utvrđenih fitoplanktonskih vrsta samo 50 vrsta bilo je zastupljeno s više od 5% ukupnog broja jedinki. Najveći broj vrsta određen je u mjesecu lipnju (122 vrste), a najmanji u ožujku (66 vrste). Najveći broj vrsta, 72 vrste fitoplanktona, odnosno 37% svih utvrđenih vrsta pripadalo je skupini Chrysophyta. Od toga razred Bacillariophyceae bio je najzastupljeniji, činio je 80% svih vrsta skupine Chrysophyta. Skupina Cryptophyta bila je najmanje zastupljena sa samo 4 vrste, što čini 2% ukupnog broja vrsta (slika 25). Na ustavi Kopačevo (postaja 7) u lipnju utvrđeno je najviše fitoplanktonskih vrsta (53 vrste) gdje je najveći broj vrsta bio iz skupina Chlorophyta i Chrysophyta. Crpna stanica Tikveš (postaja 3) u travnju bilježila je najmanji broj fitoplanktonskih vrsta (11 vrsta).

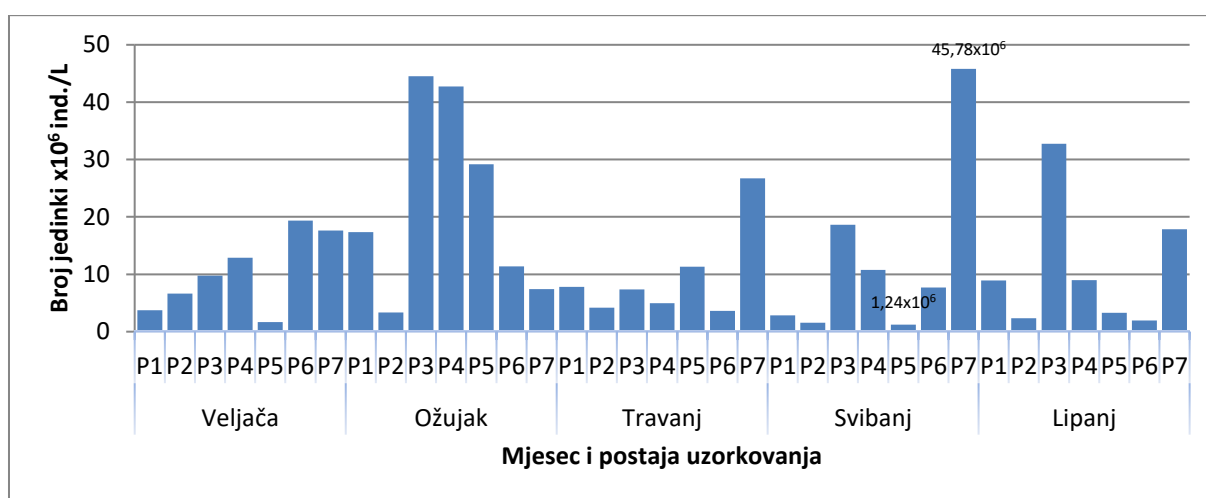


Slika 25. Postotna zastupljenost pojedinih sistematskih skupina u ukupnom sastavu fitoplanktona



### 3.2.2. Kvantitativni sastav fitoplanktona

Broj jedinki fitoplanktona kretao se od  $1,24 \times 10^6$  do  $45,78 \times 10^6$  ind./L (slika 26), a srednja vrijednost broja jedinki tijekom istraživanog razdoblja na sedam postaja iznosila je  $13,09 \times 10^6$  ind./L. Najmanja vrijednost broja jedinki zabilježena je u svibnju na kanalu Menetfok (postaja 5), dok je najveća vrijednost bila zabilježena na ustavi Kopačevo (postaja 7) također u svibnju. U ožujku je bio zabilježen maksimalan srednji mjesečni broj jedinki, gdje je bilo  $22,28 \times 10^6$  ind./L na svim lokalitetima uzorkovanja. Minimalna srednja vrijednost broja jedinki bila je u travnju, gdje je zabilježeno  $9,41 \times 10^6$  ind./L.

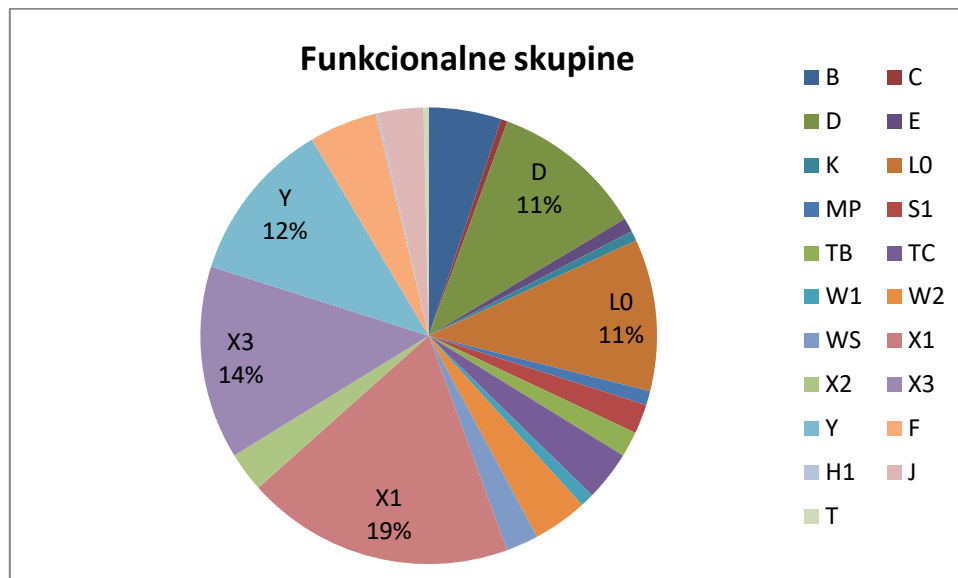


Slika 26. Srednji mjesečni broj jedinki tijekom istraživanog razdoblja

### 3.2.3. Funkcionalne skupine fitoplanktona

Tijekom petomjesečnog intervala vrste svih istraživanih postaja uzorkovanja pripadale susljedećim funkcionalnim skupinama: B, C, D, E, F, G, H1, J, K, L<sub>0</sub>, M, MP, N, P, S1, S<sub>N</sub>, T, TB, TC, W1, W2, W<sub>S</sub>, X1, X2, X3 i Y. Od ovih 26 funkcionalnih skupina, njih 21 bilo je zastupljeno s više od 5% ukupnog broja jedinki, a vrste su pripadale B, C, D, E, F, H1, J, K, L<sub>0</sub>, MP, S1, T, TB, TC, W1, W2, W<sub>S</sub>, X1, X2, X3 i Y skupini. Najzastupljenija skupina bila je X1, a vrsta *Monoraphidium contortum* činila je najveći udio, te s nešto manjim brojem jedinki *Monoraphidium irregulare*. Poslije nje najzastupljenija je bila skupina X3, gdje je najznačajniji broj jedinki činio *Chrysococcus* sp. Nakon nje dobro zastupljena funkcionalna skupina bila je Y skupina, a najveći broj jedinki skupine činili su *Cryptomonas* spp. i *Glenodinium* sp. Također, skupina D bila je visoko zastupljena te je u ovoj skupini najbrojnija vrsta bila *Ulnaria ulna*.

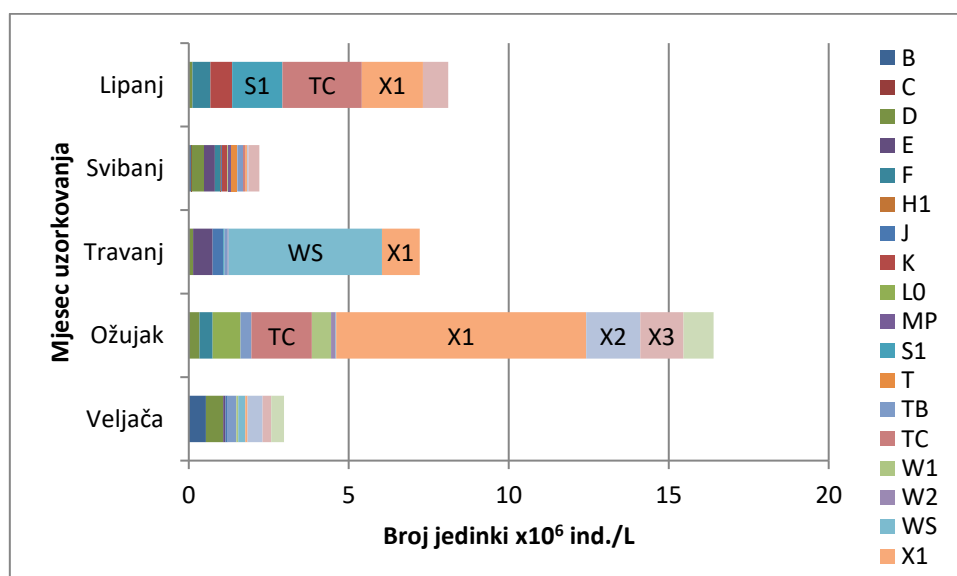
Osim njih, dobro zastupljena bila je i L<sub>0</sub> skupina u kojoj je najveći broj činila vrsta *Snowella lacustris* (slika 27).



Slika 27. Postotna zastupljenost funkcionalnih skupina s više od 5% ukupnog broja jedinki u sastavu fitoplanktona

### 3.2.4. Zastupljenost funkcionalnih skupina na pojedinim postajama

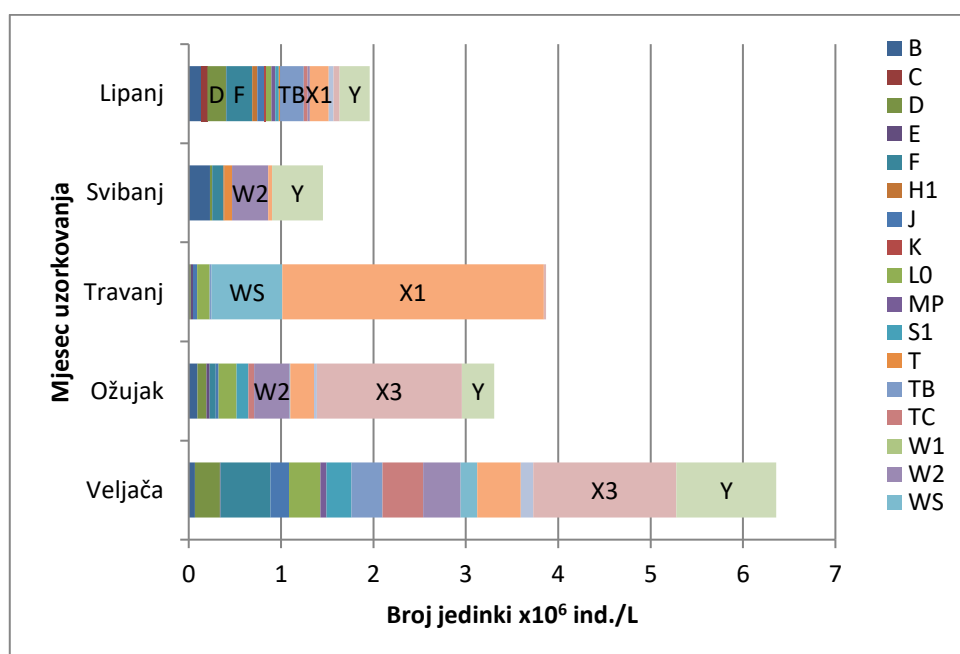
Na kanalu Bodorfok (postaja 1) se broj jedinki kretao od  $2,82$  do  $17,35 \times 10^6$  ind./L. U veljači ( $3,72 \times 10^6$  ind./L) i svibnju ( $2,82 \times 10^6$  ind./L) utvrđen je najmanji broj jedinki na kanalu Bodorfok. Najveći broj jedinki utvrđen je u ožujku ( $17,35 \times 10^6$  ind./L), a najzastupljenija je bila funkcionalna skupina X1, gdje su se istakle dvije vrste iz ove funkcionalne skupine: *Monoraphidium contortum* i *Monoraphidium irregulare*. S ožujka na travanj broj jedinki se smanjuje za više od polovine, brojnost skupine X1 se smanjuje s  $7,82 \times 10^6$  ind./L na tek  $1,18 \times 10^6$  ind./L. Ovu skupinu u travnju smjenjuje skupina W<sub>S</sub>, kada je vrsta *Synura uvella* postala najzastupljenija te činila čak 61% fitoplanktonske zajednice. Dok je u lipnju broj jedinki opet narastao ( $8,90 \times 10^6$  ind./L), a dosadašnje zajednice zamjenile su cijanobakterije: *Planktolyngbya limnetica* (skupina S1) i *Phormidium* spp. (skupina TC), osim skupine X1 koja se zadržala i ponovno razvila u lipnju (slika 28).



Slika 28. Zastupljenost funkcionalnih skupina s više od 5% ukupnog broja jedinki na postaji 1

Na crpnoj stanici Zlatna greda (postaja 2) kroz svih pet mjeseci bila je mala brojnost fitoplanktonske zajednice, te ni u jednom mjesecu nije broj jedinki bio iznad  $7 \times 10^6$  ind./L. U veljači ( $6,63 \times 10^6$  ind./L) je broj jedinki fitoplanktona bio najveći, kada su najzastupljenije skupine bile X3 (*Chrysococcus* sp.) i Y (*Cryptomonas erosa*, *Cryptomonas ovata* i *Glenodinium* sp.). U ožujku je dobro zastupljena ostala skupina X3 s istim brojem jedinki kao i u veljači. U travnju se s najvećom zastupljenosti istakla funkcionalna skupina X1 kada je

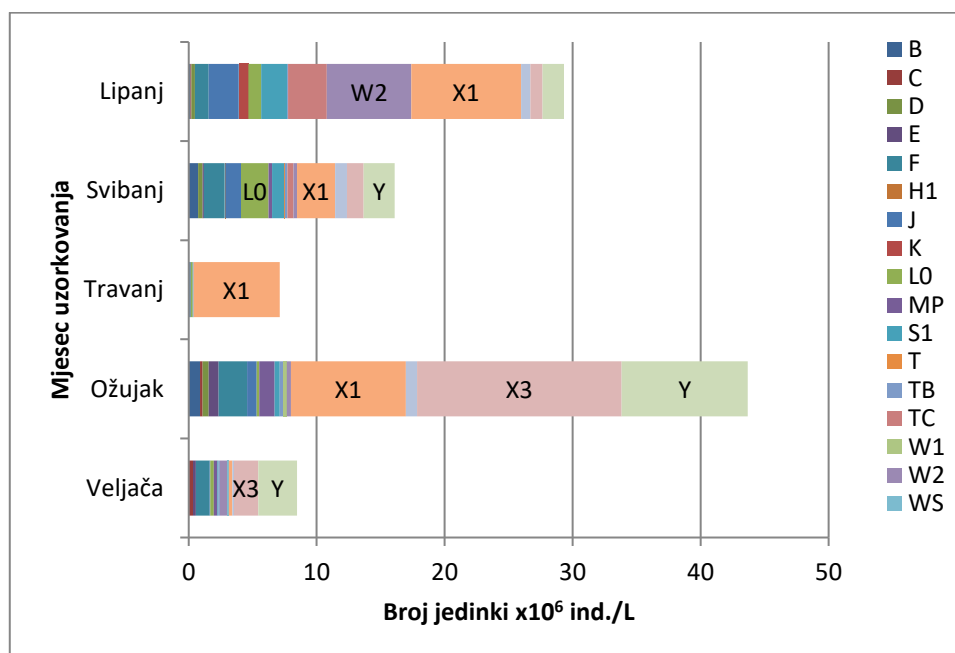
najbrojnija bila vrsta *Monoraphidium contortum*, a uz nju se razvila i vrsta *Synura uvella* iz skupine W<sub>S</sub>. U svibnju broj jedinki opada te se dominantna zajednica u potpunosti razlikuje od travnja, a najviše su zastupljene skupine: Y (*Cryptomonas erosa* i *Cryptomonas marssonii* i W2 (*Trachelomonas volvocina*). U lipnju broj jedinki nije znatno narastao, ali se zajednica znatno promijenila izuzev skupine Y koja se zadržala s nešto manjim brojem. Ostatak zajednice zamjenjuju skupine X1 (*Pseudodidymocystis planctonica*), TB (*Nitzschia palea*) i D (*Fragilaria acus*), ali i mnoge druge s manjim brojem jedinki (slika 29).



Slika 29. Zastupljenost funkcionalnih skupina s više od 5% ukupnog broja jedinki na postaji 2

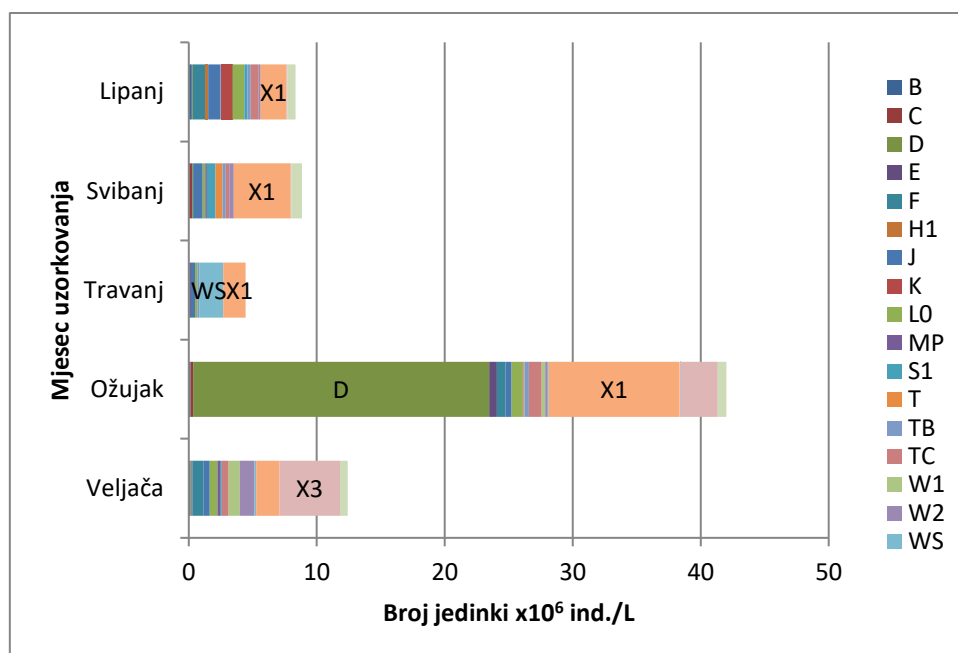
Na crpnoj stanici Tikveš (postaja 3) utvrđena je elika brojnost fitoplanktona. U veljači je zabilježen manji broj jedinki u odnosu na ostale mjeseci ( $9,74 \times 10^6$  ind./L), a najzastupljenije skupine bile su Y (*Cryptomonas erosa*, *Cryptomonas ovata* i *Glenodinium* sp.) i X3 (*Chrysococcus* sp.). Najveći broj jedinki zabilježen je u ožujku ( $44,54 \times 10^6$  ind./L). Tada su najzastupljenije skupine bile X3 (*Chrysococcus* sp.), X1 (rod *Monoraphidium*) i Y (*Cryptomonas ovata* i *Glenodinium* sp.). U travnju se broj jedinki opet spušta na svega  $7,37 \times 10^6$  ind./L, kada je zabilježen najmanji broj jedinki. Prevladavajuću zajednicu u travnju čini skupina X1 (rod *Monoraphidium*), koja čini 91% ukupnog broja jedinki fitoplanktona u tom mjesecu. U svibnju broj jedinki raste te on nastavlja rasti i u lipnju. Najveći udio u svibnju imale su skupine X1 (rod *Monoraphidium*), Y (*Cryptomonas erosa* i *Glenodinium* sp.) i skupina L<sub>0</sub> (*Chroococcus minutus* *Chroococcus turgidus*). Nakon ožujka, najveća brojnost utvrđena je u lipnju ( $32,77 \times 10^6$  ind./L), kada su najviše bile zastupljene skupine X1 (rod *Monoraphidium*) i

W2 (*Trachelomonas volvocina*). Od ožujka do lipnja razvijena je bila vrsta *Monoraphidium contortum*, ali je u travnju činila čak 80% fitoplanktonske zajednice (slika 30).



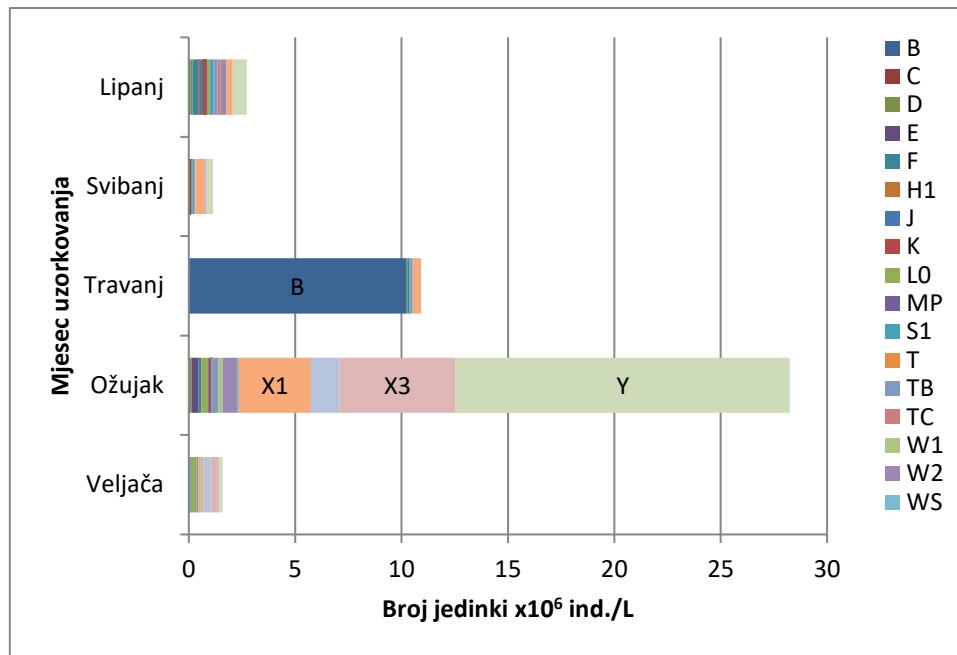
Slika 30. Zastupljenost funkcionalnih skupina s više od 5% ukupnog broja jedinki na postaji 3

Na glavnom dovodnom kanalu Siget (postaja 4) tijekom istraživanog razdoblja, utvrđen je mali broj jedinki u usporedbi s ožujkom, kada je broj bio izrazito visok. U veljači je na kanalu Siget broj jedinki iznosio  $12,89 \times 10^6$  ind./L, a najzastupljenija je bila skupina X3 (*Chrysococcus* sp. i *Koliella longiseta*). Istaknuo se *Chrysococcus* sp. koji je u veljači činio dominantnu zajednicu s 30% ukupnog fitoplanktona. Na kanalu Siget je najveći broj jedinki utvrđen u ožujku ( $42,75 \times 10^6$  ind./L), dok je u ostalim mjesecima brojnost bila manja. U ožujku su najveći udio činile jedinke iz skupina D (*Ulnaria ulna*) i X1 (rod *Monoraphidium*). U travnju se brojnost izrazito smanjila te ona u iznosi samo desetinu vrijednosti u ožujku, tada je zabilježen najmanji broj jedinki ( $4,95 \times 10^6$  ind./L). U travnju se razvila vrsta *Synura uvella* Ehrenberg iz skupine W<sub>5</sub>, a ostala je zastupljena skupina X1 (*Monoraphidium contortum*). U svibnju se ponovno raste broj jedinki skupine X1, ali se za razliku od travnja razvijaju druge vrste roda *Monoraphidium*. U lipnju brojnost ponovno opada, a najzastupljenija je opet skupina X1, ali ovaj put rod *Monoraphidium* zamjenjuje vrsta *Pseudodidymocystis planctonica* (slika 31).



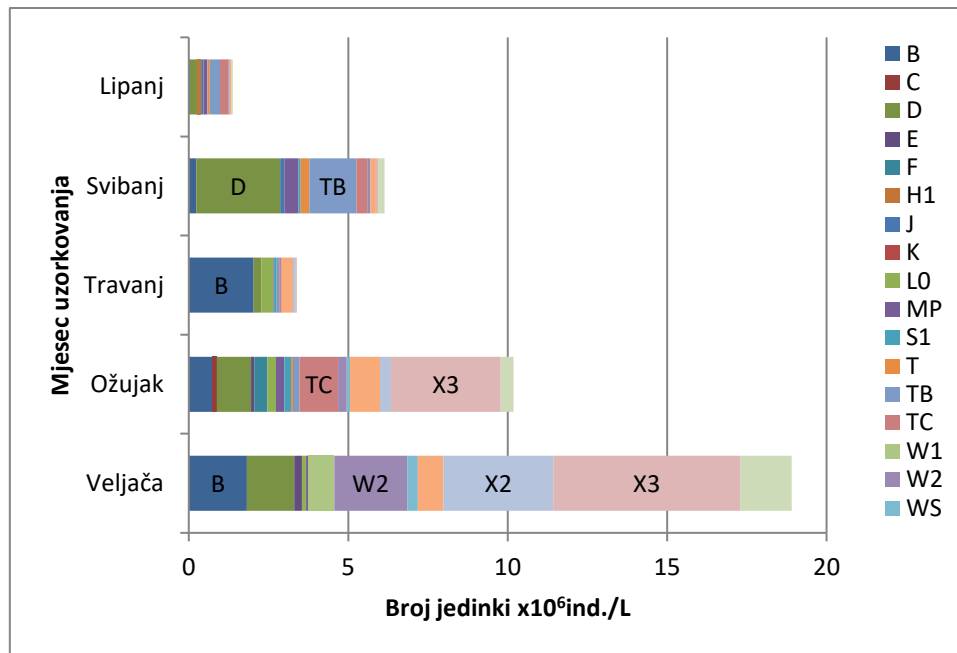
Slika 31. Zastupljenost funkcionalnih skupina s više od 5% ukupnog broja jedinki na postaji 4

Na kanalu Menetfok (postaja 5) je u veljači, svibnju i lipnju broj jedinki bio vrlo nizak. U veljači je na kanalu Menetfok zabilježen vrlo mali broj jedinki ( $1,67 \times 10^6$  ind./L), a najzastupljenija je bila skupina X3 (*Chrysococcus* sp.). Na kanalu Menetfok najveći broj jedinki zabilježen je u ožujku ( $29,20 \times 10^6$  ind./L), kada je 50% fitoplanktona činio *Glenodinium* sp. (skupina Y). U ožujku su dobro zastupljene bile i skupine X3 (*Chrysococcus* sp.) i X1 (rod *Monoraphidium*). U travnju brojnost opada za više od pola ( $11,30 \times 10^6$  ind./L) te se zajednica u potpunosti mijenja. Prevladava funkcionalna skupina B, a 90% ukupnog fitoplanktona čini *Cyclotella* spp. Osim u ožujku i travnju, ova postaja bilježi mali broj jedinki u ostalim mjesecima. Najmanji broj jedinki zabilježen je u svibnju ( $1,24 \times 10^6$  ind./L), kada je najzastupljenija bila skupina X1 (*Monoraphidium arcuatum*). U lipnju taj broj vrlo malo raste, a najzastupljenija je skupina Y (*Cryptomonas erosa*) (slika 32).



Slika 32. Zastupljenost funkcionalnih skupina s više od 5% ukupnog broja jedinki na postaji 5

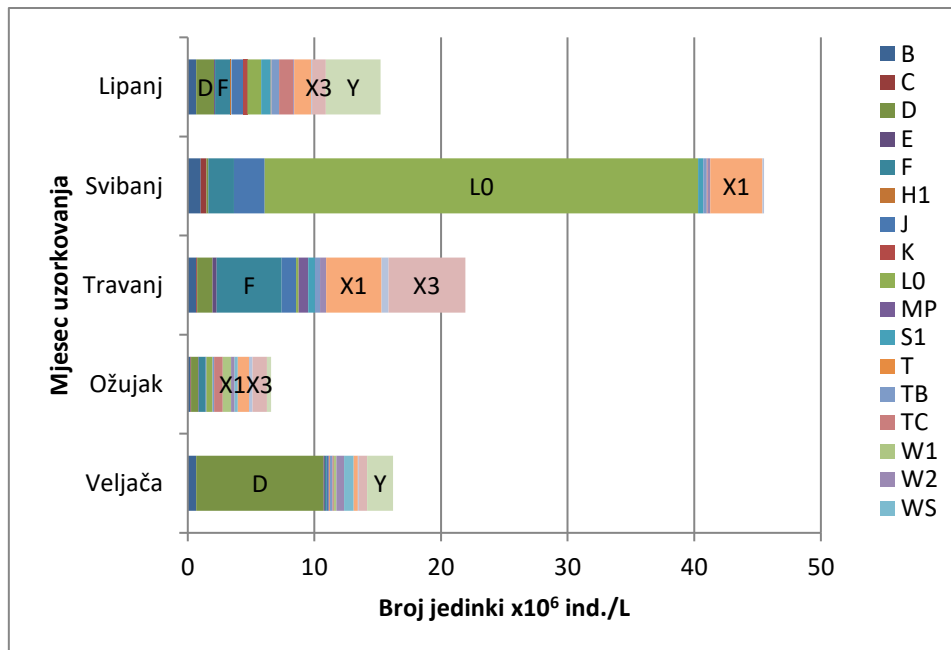
Na crpnoj stanici Podunavlje (postaja 6) najveći razvoj fitoplanktonske zajednice odvio se u veljači ( $19,38 \times 10^6$  ind./L). U veljači je najviše zastupljena skupina bila X3 (*Chrysococcus* sp.), a nešto manje skupina X2 (*Kephyrion ovale* i *Chlamydomonas globosa*). Značajni udio činile su i skupine W2 (*Trachelomonas oblonga* i *Trachelomonas volvocina*) te skupina B (*Cyclotella* spp.). Nadalje, još je u ožujku ostala najviše razvijena skupina X3 (*Chrysococcus* sp.) te se pojavila i cijanobakterija *Gloeocapsa* sp. (skupina TC) koja je bila specifična samo za ovaj mjesec. U travnju nije došlo do velikog razvoja fitoplanktona, a 56% ukupnog broja činila je skupina B (*Cyclotella* spp.). Dok su u svibnju bile najviše zastupljene vrste iz skupina D (*Ulnaria ulna* i *Fragilaria acus*) i TB (*Melosira varians* i *Nitzschia palea*). U lipnju je zabilježen najmanji razvoj fitoplanktona te je broj jedinki iznosio svega  $1,92 \times 10^6$  ind./L. Ostale su u manjem broju zastupljene skupine TB i D, a razvila se još i skupina TC (*Phormidium* spp.) (slika 33).



Slika 33. Zastupljenost funkcionalnih skupina s više od 5% ukupnog broja jedinki na postaji 6

Na ustavi Kopačevo (postaja 7) u istraživanom je razdoblju brojnost jedinki bila iznad iznad  $17 \times 10^6$  ind./L, izuzev ožujka kada je ona iznosila iznad  $7,40 \times 10^6$  ind./L. U veljači je na ustavi Kopačevo najzastupljeniju zajednicu činila vrsta iz skupine D *Stephanodiscus* spp., a u dosta manjem postotku bila je razvijena i skupina Y (*Gymnodinium* sp., *Peridiniopsis* sp. I *Cryptomonas ovata*). U ožujku je zabilježen najmanji broj jedinki na ustavi Kopačevo ( $7,4 \times 10^6$  ind./L), a najzastupljenije su bile skupine X3 (*Chrysococcus* sp. i *Koliella longiseta*) i X1 (rod *Monoraphidium*). U travnju najviše je bila razvijene vrste iz skupina X3 (*Koliella longiseta* i *Chrysococcus* sp.), F (*Raphidocelis danubiana*) I X1 (rod *Monoraphidium*). Najveći razvoj fitoplanktona bio se u svibnju ( $45,78 \times 10^6$  ind./L), kada je dominantnu zajednicu sa 74% ukupnog broja jedinki činila cijanobakterija vrste *Snowella lacustris* (skupina L<sub>0</sub>). Subdominantnu zajednicu činio je rod *Monoraphidium* (skupina X1). U lipnju broj jedinki opada, a najviše zastupljena skupina bila je Y (*Cryptomonas erosa* i *Cryptomonas ovata*). U ovom mjesecu svojom brojnošću istaknile su se i vrste: *Fragilaria acus* (skupina D), *Raphidocelis danubiana* (skupina F) te *Koliella longiseta* (skupina X3) (slika 34).

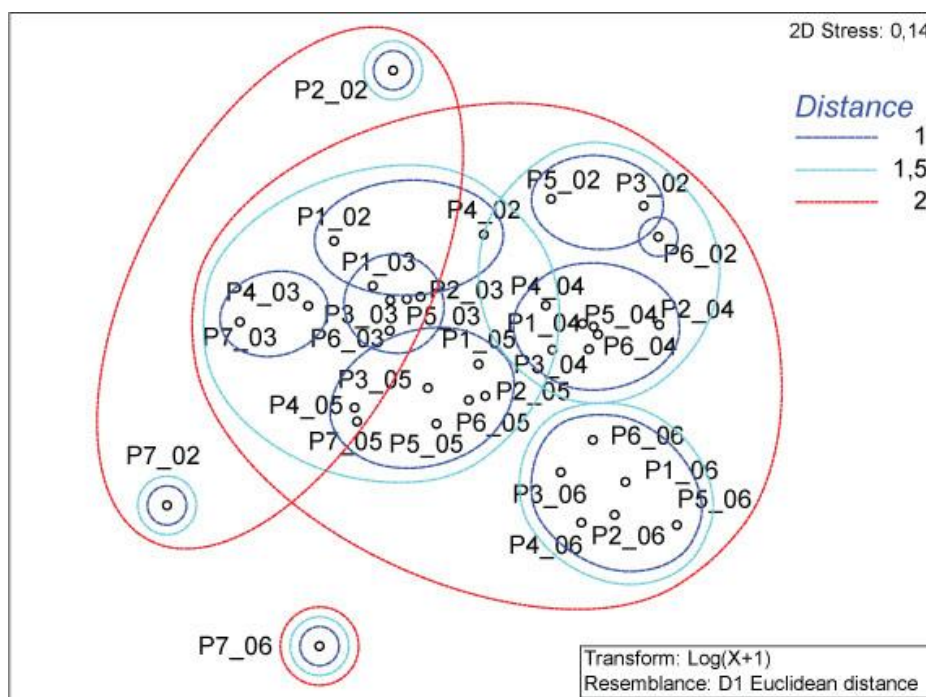




Slika 34. Zastupljenost funkcionalnih skupina s više od 5% ukupnog broja jedinki na postaji 7

### 3.3. Statistička obrada podataka

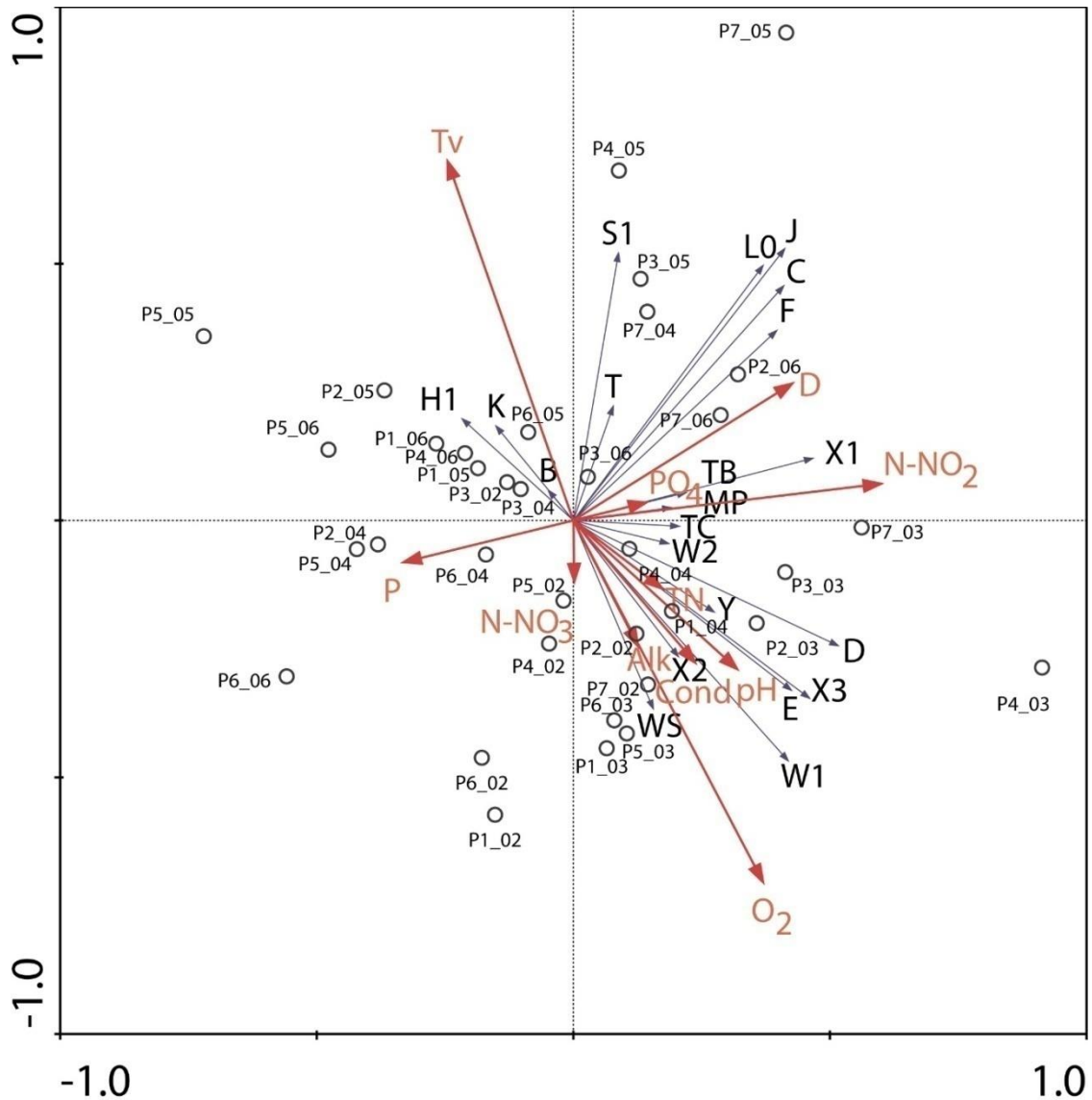
U svrhu utvrđivanja sličnosti između istraživanih postaja tijekom istraživanog razdoblja na temelju fizikalno-kemijskih parametara vode korištena je hijerarhijska klaster analiza i nemetrijsko višedimenzijско grupiranje (nMDS). Prema klaster dendrogramu i nMDS grafu (slika 35) vidljivo je na udaljenosti od 1,5 („Euclidian distance“) razdvajanje podataka u šest grupa, dok od toga njih tri čini samo jednu postaju. Prva grupa obuhvaća sve postaje u lipnju, osim postaje 7 koja se izdvojila od svih drugih kao samostalna grupa. Drugu grupu čine sve postaje u travnju i tri postaje u veljači. Postaje 2 i 7 u veljači izdvojile su se kao pojedinačne grupe, a postaje 1 i 4 pripale su trećoj grupi. Osim njih, treća grupa obuhvaća još i sve postaje u ožujku i svibnju.



Slika 35. Multivarijantna analiza (nMDS) na temelju fizikalno-kemijskih parametara vode u istraživanom razdoblju

Za objašnjavanje međusobnih odnosa između funkcionalnih skupina fitoplanktona koje su činile najmanje 5% od ukupnog broja određenih skupina i fizikalno-kemijskih čimbenika (Tv - temperatura vode, D - dubina, P - prozirnost, O<sub>2</sub> - koncentracija kisika, Cond - konduktivitet, pH - pH vrijednost vode, Alk - alkalitet, NO<sub>2</sub> - koncentracija nitrita, NO<sub>3</sub> - koncentracija nitrata, TN - koncentracija ukupnog dušika, PO<sub>4</sub> - koncentracija ortofosfata) tijekom istraživnog razdoblja korištena je redundancijska analiza (RDA). Varijable su se smatrale značajnim kada je  $p < 0,05$ . Podaci su prikazani u obliku triplota u kojima su fizikalno-kemijski čimbenici i funkcionalne skupine prikazani vektorima čiji smjer i dužina pokazuje o njihovoj međusobnoj ovisnosti, a raspodijeljeni su u četiri kvadranta (slika 36). Prvi kvadrant karakterizira temperatura vode koja je utjecala na izdvajanje skupina H1, K i B. Vidljivo je da su se u ovom kvadrantu izdvojili svibanj (postaje 1, 2, 5 i 6) i lipanj (postaje 1, 4 i 5), kada se i temperatura vode naglo povisila. Ostale postaje u svibnju (postaje 3, 4 i 7) i lipnju (postaja 2, 3 i 7) pripale su drugom kvadrantu. U svibnju se se dobro razvile skupine X1 i Y, dok je lipanj uz ove bio karakteriziran i velikom raznolikošću drugih funkcionalnih skupina (W2, TC, TB, D, F, S1 i J). Za drugi kvadrant je vezana dubina te koncentracija nitrita i ortofosfata, gdje se izdvajaju skupine: X1, TB, MP, T, S1, L<sub>0</sub>, J, C i F. U drugom kvadrantu izdvojile su se postaje 3 (svibanj i lipanj) i 7 (travanj, svibanj i lipanj), kada je utvrđena jako velika razlika između dubine i prozirnosti. Postaje 3 i 7 u svibnju i lipnju karakterizira razvoj skupine L<sub>0</sub> (*Snowella lacustris*). Međutim, postaja 3 je vjerojatno bila sličnija postajama 5 i 6, prvenstveno zbog razvoja skupine B (*Cyclotella* spp.). Dok se postaja 7 razlikuje prema strukturi fitoplanktonske zajednice od ostalih postaja, karakteriziraju ju skupine: F *Raphidocelis danubiana*, L<sub>0</sub> (*Snowella lacustris*), D (*Stephanodiscus* spp.), Y (*Gymnodinium* sp.) i X3 (*Koliella longiseta*). Također se izdvaja i zbog najveće dubine kanala te najviše koncentracije nitrata (NO<sub>3</sub>), nitrita (NO<sub>2</sub>) i ukupnog dušika (TN). Treći kvadrant karakterizira prozirnost i koncentracija nitrata. U ovom kvadrantu izdvojili su se veljača (postaje 1, 4 i 5) i travanj (postaje 2, 5 i 6), kada je prozirnost bila velika. S druge strane, hladnije mjesece veljaču i ožujak karakteriziraju funkcionalne skupine X3 i D, dok se travanj izdvojio po razvoju vrsta iz skupina W<sub>5</sub> i B, čiji je veći razvoj bio specifičan samo za ovaj mjesec. Četvrti kvadrant obilježavaju koncentracija ukupnog dušika, alkalitet, konduktivitet, pH vrijednost te najviše od svega koncentracija kisika. U pozitivnoj korelaciji s ovim parametrima su skupine: TC, W2, Y, X2, W<sub>5</sub>, X3, D, E i W1. Ove skupine su također u negativnoj korelaciji s temperaturom vode. U četvrtom kvadrantu izdvojio se ožujak sa svim postajama te veljača (postaje 2 i 7) i travanj (postaje 1 i 4), kada su zabilježeni visok konduktivitet i velika koncentracija kisika te skupine X3, Y i W<sub>5</sub>. Iako se u

ovom kvadrantu nisu izdvojile postaje 1, 2 i 4 u svim mjesecima, možemo zaključiti o njihovoj povezanosti iz masovnog razvoja vrste skupine  $W_S$  (*Synura uvella*) u travnju te velikog razvoja skupine X1 (rod *Monoraphidium*).



Slika 36. Ordinacijski dijagram redundancijske analize (RDA) na temelju broja jedinki funkcionalnih skupina fitoplanktona i fizikalno-kemijskih čimbenika u istraživanom razdoblju

#### 4. RASPRAVA

Močvarna područja karakterizira velika primarna produkcija te stoga vode Kopačkog rita prirodno pripadaju eutrofnim vodama (Horvatić i sur., 2013). Vode antropogenog porijekla koje pristižu iz utjecajnog područja pridonose eutrofikaciji voda Kopačkog rita. Tako je cilj ovog rada utvrditi ekološko stanje istraživanih melioracijskih kanala kojima vode opterećene otpadnim tvarima s okolnih naselja, farmi, poljoprivrednih i šumskih površina ulaze na zaštićeno područje Kopačkog rita. U tu je svrhu korištena funkcionalna klasifikacija fitoplanktona koja je prepoznata kao koristan alat za analizu zajednica fitoplanktona u vodenim ekološkim sustavima podvrgnutim antropogenim utjecajima te njihovom praćenju, ali i u predviđanju utjecaja ekoloških uvjeta na strukturu fitoplanktona (Abonyi i sur., 2012; Stević i sur., 2013).

U ovom istraživanju dominantne su bile funkcionalne skupine X1, Y, L<sub>0</sub>, W<sub>S</sub>, D i W2, koje su općenito karakteristične za eutrofne vode obogaćene hranjivim tvarima (Padisák, 2009). Visoka koncentracija hranjivih tvari koja pristiže opterećenim vodama vjerojatno je pogodovala razvoju funkcionalnih skupina karakterističnih za vode višeg trofičkog stupnja.

Funkcionalna skupina X1 bila je jedina zastupljena na svim istraživanim postajama u svim mjesecima. U ovu skupinu pripadaju vrste koje naseljavaju plitke, eutrofne do hipertrofne vode (Padisák, 2009). Ovim je istraživanjem utvrđeno da prema indeksima trofičkog stanja (posebno na temelju prozirnosti i koncentracije klorofila-a) lokaliteti pripadaju u eutrofne vode (slika 24). Poznato je da su vrste X1 skupine osjetljive na nedostatak hranjivih tvari, a tolerantne na stratifikaciju (Reynolds i sur., 2002). X1 funkcionalna skupina imala je najveću zastupljenost i broj jedinki u ožujku (postaje 1, 3 i 4, 21-45%) te u travnju (postaje 2 i 3, 68-91%) i lipnju (postaja 3, 26%) kada je utvrđena i visoka koncentracija ortofosfata (više od 169 µg/L). U ožujku je na ovim postajama utvrđena i visoka koncentracija nitrita, a u travnju i lipnju viša koncentracija nitrata. Također je koncentracija ukupnog dušika bila visoka (više od 230 µg/L) kada se razvio najveći broj jedinki roda *Monoraphidium*. Vrste iz roda *Monoraphidium* bile su najzastupljeniji predstavnici ove skupine (*M. contortum*, *M. irregulare* i *M. arcuatum*), a poznato je da je koncentracija ukupnog dušika jedan od najvažnijih čimbenika za njihov razvoj (Kruk, 2010). Na temelju redundacijske analize je skupina X1 karakterizirana većom koncentracijom nitrita i ortofosfata, a u negativnoj je korelaciji s prozirnošću. Rod *Monoraphidium* utvrđen je u mnogim kontinentalnim, tropskim i umjerenim vodenim

ekološkim sustavima, naročito onima s visokim sadržajem hranjivih tvari (Ramos, 2012). Najdominantnija vrsta bila je *M. contortum* koja je prevladavala u svim uzorcima, izuzev u travnju i svibnju na postaji 5, kada je brojnija bila vrsta *M. arcuatum*. Prema Komárek (1983), *M. contortum* je jedna od najčešćih klorokokalnih vrsta u kontinentalnim vodama. Ova vrsta je kozmopolit, a široko je raširena u planktonu i perifitonu, od oligotrofnih pa sve do eutrofnih voda (Ramos, 2012).

Funkcionalna skupina  $W_S$  (*Synura uvella*) je bila dominantna samo u travnju na postajama 1, 2 i 4.  $W_S$  funkcionalnoj skupini pripadaju vrste koje naseljavaju ribnjake, ne kisele, a povremeno bogate organskim tvarima zbog truljenja bilja (Reynolds i sur., 2002). *S. uvella* je kozmopolitska vrsta te je vrlo česta, a nađena je u vodama od oligotrofnog do eutrofnog stanja (Siver, 1995). Dugo se smatralo da su Synurophyceae primarno ograničene na hladne, oligotrofne uvjete, ali u novije vrijeme opisana je bogata flora u eutrofnim vodama (Kim i Takamura, 2001). Visoka zastupljenost ove vrste ukazuje na prisutnost organske tvari koja je nastala truljenjem vegetacije. *S. uvella* imala je najveću zastupljenost (61%, postaja 1 u travnju) i broj jedinki kada je utvrđena mala prozirnost vode. Poznato je da je ova vrsta obavezan fototrof i da je vrlo pokretljiva te se s obzirom na to pojavljuje u većem broju na površini nego na dnu jezera. Obično se pojavljuje tijekom pada proizvodnje amonijaka, a pokazuje i toleranciju na nisku koncentraciju fosfata (Bamforth, 1958). U našem istraživanju vrsta nije pokazala toleranciju na nisku koncentraciju fosfata te se u takvim uvjetima nije razvijala, nego je bila razvijena samo u uvjetima kada su ortofosfati u suvišku ( $> 180 \text{ ug/L}$ ). Reynolds (2006) je utvrdio da fosfor stimulira rast Chrysophyceae kao i drugih fitoplanktonskih vrsta te je obrazložio kako navodna veza *Synure* s niskom koncentracijom nutrijenata nije zbog netolerancije visoke koncentracije nutrijenata, već zbog ovisnosti o dostupnom ugljikovom dioksidu. Razvoj vrste *S. uvella* također je karakterizirao visok konduktivitet, što je vidljivo iz redundancijske analize gdje je njen razvoj proporcionalan s visokim konduktivitetom. Poznato je da u jezerima i ribnjacima sa značajnim unosom hranjivih tvari se mogu razviti znatne populacije vrsta iz razreda Chrysophyceae (Nicholls, 1992). Ovakvi uvjeti karakteriziraju melioracijske kanale zbog malog protoka vode i velikog unosa hranjivih tvari. Chrysophyceae su prisutne tijekom cijele godine u malim koncentracijama, ali ponekad, osobito u proljeće i jesen, određene vrste mogu postati česte i vrlo guste (Kiss, 1994). U eutrofnim jezerima, sezonska distribucija Chrysophyceae može se ograničiti uglavnom na rano proljeće (Nicholls, 1992), a također ni u ovom istraživanju nije došlo do daljnjeg razvoja ove vrste. Velike populacije Chrysophyceae mogu se razviti u slatkovodnim jezerima, zbog toga što im pogoduje niska temperatura i slabi intenzitet svjetlosti u kombinaciji s minimalnim utjecajem

zooplanktona („grazing“) i odgovarajućom zalihom hranjivih tvari (Nicholls, 1992). Utjecaj zooplanktona i količina hranjivih tvari mogu biti povećani antropogenim utjecajem, što je i očekivano kako su na ovom području prisutni ribolov, poljoprivreda i otpadne vode.

Funkcionalna skupina X3 je bila dobro zastupljena na svim postajama u veljači i ožujku, a najveći broj jedinki u ovoj skupini imala je vrsta *Chrysococcus* sp. Također je njen masovan razvoj zabilježen u veljači 2008. godine u Sakadaškom jezeru nakon otapanja leda te su vrste iz ove skupine činile više od 70% ukupne biomase (Stević i sur., 2013). Vrste funkcionalne skupine X3 naseljavaju plitke i bistre oligotrofne vode te su se vjerojatno zato ove vrste razvile pretežito u zimi i u rano proljeće. Osim toga, osjetljive su na miješanje vodenog stupca i hranidbeni pritisak zooplanktona (Reynolds i sur., 2002). Chrysophyceae su među najčešćim i najbogatijim fitoplanktonskim skupinama u umjerenim jezerima sjeverne polutke (Tolotti i sur., 2003). Također, najznačajnija je skupina u smislu biološke raznolikosti. Stević i sur. (2013) opisali su kako je masovan razvoj vrsta funkcionalne skupine X3 (*Chrysococcus rufescens*) vjerojatno bio stimuliran smanjenjem koncentracije nitrata i fosfora te uvjetima topljenja ledenog pokrova. U veljači i ožujku, kada je *Chrysococcus* sp. bio najviše razvijen zabilježena je niska koncentracija nitrata, a najveća koncentracija nitrata zabilježena je kada je bio najmanje razvijen (postaja 7, veljača). Tolotti i sur. (2003) navode da se raspodjela Chrysophyceae uglavnom odvija pomoću koncentracije nitrata i toplinske stratifikacije vodenog stupca. Haphey i Moss (1967) su također utvrdili kako dostupnost nitrata nije bila ograničavajući faktor za rast roda *Chrysococcus*. Nadalje, opisali su kako je vjerojatno niska razina fosfata bila ograničavajući faktor za rast vrste, a kako je razina ortofosfata bila dovoljna *Chrysococcus* sp. se razvio. Iz redundacijske analize vidljivo je da je ova skupina obrnuto proporcionalna s temperaturom vode, a utvrđeno je već da smanjenje temperature i intenziteta svjetlosti pogoduje rastu populacije (Haphey i Moss, 1967). Uz to razvoj funkcionalne skupine X3 karakteriziran je visokim konduktivitetom, a promjene svjetlosti i temperature zbog diskontinuiranog ledenog pokrova pretpostavljeni su kao glavni čimbenici koji su uzrokovali dominantnost vrste *Chrysococcus rufescens* (Mihaljević i sur., 2015). Osim količine hranjivih tvari vrlo su važni i ekološki faktori, Köhler i Hoeg (2000) navode da se *Chrysococcus* razvijao samo u zimama s tankim pokrovom leda. Iako za vrijeme našeg istraživanja nije utvrđen ledeni pokrov, mnoga istraživanja opisuju kako Chrysophyceae povremeno postižu veliku gustoću ispod čistog leda bez sniježnog pokrova.

Razvoj i dominacija funkcionalne skupine Y bila je nepravilno distribuirana tijekom istraživanog razdoblja, ali je najviše bila zastupljena u ožujku, što je vidljivo i prema redundacijskoj analizi. Neravnomjerna raspodjela i gustoća Cryptophyceae u jezerima odražava

njihovo oportunističko ponašanje, tj. sposobnost da brzo rastu kada su druge skupine algi minimalno razvijene (Tolotti i sur., 2003). Najbolje zastupljene vrste iz ove skupine bile su *Cryptomonas erosa* i *Cryptomonas ovata*, osim u ožujku na postaji 5 kada je dominantna bila vrsta *Peridiniopsis* sp. Vrste funkcionalne skupine Y nastanjuju mnogobrojna staništa, posebno manja jezera bogata hranjivim tvarima (Barone i Naselli-Flores, 2003). Međutim, izuzetno su osjetljive na hranidbeni pritisak zooplanktona i fagotrofe, ali su tolerantne na manju količinu svjetlosti (Reynolds i sur., 2002; Tolotti i sur., 2003) i nižu temperaturu vode (Tolotti i sur., 2003). Iz redundancijskog dijagrama je vidljivo da je ova funkcionalna skupina u negativnoj korelaciji s temperaturom vode odnosno da se razvijala pri nižim temperaturama vode. Tako su razvoju ove skupine vjerojatno pogodovale fizikalne osobine kanala kao što su toplinsko stanje i dubina. Köhler i Hoeg (2000) su utvrdili kako su Cryptophyceae bile uvijek prisutne tijekom istraživanja, ali dominantne samo u zimi i za vrijeme faze bistre vode (stanja u kojem dominira makrofitska vegetacija). Za razliku od toga, skupina Y je prema Stević i sur. (2013) povezana s proljetnim i jesenskim mjesecima karakteriziranim višim koncentracijama amonijaka.

Funkcionalna skupina W2 bila je dobro zastupljena u ožujku i svibnju na postaji 2 te u lipnju na postaji 3. Na istraživanim postajama najdominantnija vrsta je bila *Trachelomonas volvocina*. Vrste skupine W2 naseljavaju mezotrofne do eutrofne ribnjake, a ponekad i plitka jezera (Padisák, 2009). Prema John i sur. (2002) *T. volvocina* je vjerojatno kozmopolitska vrsta, a može se pronaći u jezerima, ribnjacima, kanalima, lokvama, tresetištima i otpadnim vodama. Vrsta je široko rasprostranjena, a pokazatelj je blago do teško zagađene vode. Pinilla (2006) je zabilježio brojniju pojavu vrste *T. volvocina* u blizini površine, gdje je voda više oksigenirana, a u ovom istraživanju prema redundancijskoj analizi razvoj W2 funkcionalne skupine bio je u pozitivnoj korelaciji s koncentracijom kisika. Međutim, drugačije su utvrdili Lira i sur. (2009) koji su obrnuto povezali pojavu vrste *T. volvocina* i kisika. Oni opisuju kako se njena prisutnost veže uz ekološke sustave s niskim koncentracijama kisika. Na redundancijskom dijagramu također je vidljiva pozitivna korelacija s koncentracijom ukupnog dušika. Ovakva pozitivna korelacija između ove vrste i ukupnog dušika utvrđena je u Botafogo rezervoaru u Brazilu, što sugerira da je dušik glavni ograničavajući faktor za njihov razvoj (Lira i sur., 2009; Pômpeo, 1996).

Funkcionalna skupina L<sub>0</sub> masovno se razvila u svibnju na postaji 7. U ovu skupinu pripadaju vrste koje naseljavaju plitka i duboka, srednje velika do velika jezera, koja pripadaju oligotrofnim do eutrofnim vodama (Padisák, 2009). Vrste funkcionalne skupine L<sub>0</sub> osjetljive su na miješanje vodenog stupca, a tolerantne su na segregaciju hranjivih tvari (Reynolds i sur., 2002). Najviše zastupljena u ovoj skupini bila je vrsta *Snowella lacustris*, koja je činila 74%



ukupnog broja jedinki u svibnju na postaji 7. Za vrijeme masovnog razvoja ove vrste, zabilježena je velika dubina i visoka koncentracija nitrita, a razvoju je pogodovala i visoka koncentracija ortofosfata (160 ug/L). Povezanost je vidljiva i iz redundacijske analize u pozitivnoj korelaciji između dubine, nitrita i ortofosfata sa skupinom L<sub>0</sub> što ukazuje da je velika količina hranjivih tvari pogodovala masovnom razvoju vrste *S. lacustris*. Također, prema Stević i sur. (2013) visoke koncentracije organske tvari podržavaju razvoj funkcionalne skupine L<sub>0</sub>. Nadalje, viša temperatura vode (23,7 °C) je također bila povoljna za razvoj ove skupine, koja je uz veliku količinu hranjivih tvari prepoznata kao jedna od najvažnijih čimbenika za razvoj vrsta iz ove skupine (Grigorszky i sur., 2006).

Razvoj funkcionalne skupine D karakterističan je za proljetno razdoblje (Padisák, 2003). U ovom je istraživanju najveći broj jedinki i najveću zastupljenost skupina D imala u veljači na postaji 7 (57%) te ožujku na postaji 4 (54%). U ovu skupinu pripadaju vrste koje naseljavaju turbidne vode, plitka jezera s velikom količinom hranjivih tvari, uključujući i rijeke (Reynolds i sur., 2002). Vode antropogenog porijekla koje pristižu iz utjecajnog područja donose veliku količinu hranjivih tvari što je vjerojatno pogodovalo razvoju ove skupine. Poznato je da su vrste skupine D osjetljive na nedostatak hranjivih tvari, a tolerantne na disturbancije nastale „ispiranjem“ (Reynolds i sur., 2002). Prema redundacijskoj analizi vidljivo je da je skupina D usko vezana za koncentraciju ukupnog dušika, konduktivitet i koncentraciju otopljenog kisika u vodi. Najviše zastupljene u D skupini bile su vrste *Ulnaria ulna* i *Stephanodiscus* spp. Visok konduktivitet (967 μS/cm), velika koncentracija otopljenog kisika (14,4 mg/L) i ortofosfata (262 μg/L) su vjerojatno bili čimbenici koji su pogodovali razvoju vrste *U. ulna*. Velikoj zastupljenosti *Stephanodiscus* spp. pogodovala je velika dubina i velike količine nitrata (225 μg/L) i ukupnog dušika (1330 μg/L) te njihova mogućnost velike stope rasta i vrlo učinkovitog iskorištavanja svjetlosti (Sommer, 1988).

Najveći broj jedinki i najveću zastupljenost funkcionalna skupina B (vrste roda *Cyclotella*) imala je u travnju na postaji 5 (90%) te na postaji 6 (56%). Vrste funkcionalne skupine B naseljavaju miješana, mala do srednje velika mezotrofna jezera (Reynolds i sur., 2002). Poznato je da su ove vrste osjetljive na povišene pH vrijednosti, temperaturnu stratifikaciju jezera i nedostatak silicija, a tolerantne su na malu količinu dostupnog svjetla (Reynolds i sur., 2002). Prema redundacijskoj analizi ova je skupina u negativnoj korelaciji s pH, a njenom je razvoju pogodovala viša temperatura vode. Prema Stević i sur. (2013) niska temperatura vode i manja količina svjetlosti prepoznati su kao čimbenici koji pogoduju masovnom razvoju vrsta iz roda *Cyclotella*.

Također je na istraživanim postajama zabilježena i pojava vrste *Nitzschia palea* (funkcionalna skupina TB) u ožujku (postaja 1) i svibnju (postaja 6) te u lipnju na većini postaja (postaje 2, 3, 5, 6 i 7). Broj jedinki ove vrste uvijek je bio vrlo mali, ali kako karakterizira onečišćene vode značajna nam je njena pojava. Ova je vrsta široko rasprostranjena, a nastanjuje lotička i lentička staništa te je prepoznata kao jedna od bioloških indikatora onečišćenja vode (Lobo i sur., 2004). Indeksi trofičkog stanja na temelju prozirnosti vode i koncentracije klorofila-a ukazuju da je voda istraživanih postaja pripadala pretežito eutrofnom stanju, a na nekoliko lokaliteta da vode prelaze u hipertrofične.

## 5. METODIČKI DIO

<b>Ime i prezime nastavnika</b>	<b>Škola</b>	<b>Datum</b>
Anastazija Školka	Gimnazija	2017.

<b>Nastavna jedinica /tema</b>	<b>Razred</b>
Zlatnožute alge (Chrysophyta)	2. razred gimnazije
<b>Temeljni koncepti</b>	<b>Ključni pojmovi</b>
biološka raznolikost, razmnožavanje, prilagodba, energija	auksospora, epiteka, hipoteka, pleura, krizolaminarin, dijatomejska zemlja
<b>Cilj nastavnog sata (nastavne teme)</b>	
Upoznati osnovne karakteristike zlatnožutih algi te pobliže naučiti o građi i razmnožavanju kremenjašica. Razviti sposobnost uočavanja sličnosti i razlika mikroskopskih vrsta te prepoznavanja zlatnožutih algi. Razvijati ekološku svijest uz razumijevanje važnosti algi za ekološki sustav.	

<b>Ishodi učenja</b>				
1. Opisati pigmente, sastav stanične stijenke i skladišne tvari zlatnožutih algi.				
2. Opisati građu algi kremenjašica.				
3. Objasniti vegetativno i spolno razmnožavanje algi kremenjašica.				
4. Istražiti različite oblike zlatnožutih algi.				
5. Istaknuti značaj algi za ekološki sustav.				
Br.	Razrada ishoda nastavne jedinice	Zadatak/ primjer ključnih pitanja za provjeru ostvarenosti ishoda	KR	PU
1.1.	Naveći prisutne pigmente zlatnožutih algi i njihovu boju.	Navedi pigmente zlatnožutih algi. Koji pigment daje žutu, a koji narančastu boju? Zašto zlatnožute alge nisu zelene ako provode fotosintezu?	I I II	
1.2.	Opisati sastav stanične stijenke.	Gdje u stanici možemo naći spojeve celulozu i pektin? Što može ojačati staničnu stijenku zlatnožutih algi?	I I	
1.3.	Upoznati se sa skladišnim tvarima zlatnožutih algi.	Koji polisaharid je energetska rezerva zlatnožutih algi? Kojim procesom nastaje krizolaminarin? Kako kapljice ulja koriste kremenjašicama?	I II II	
2.1.	Opisati građu algi kremenjašica.	Koji dijelovi čine ljušturicu alge kremenjašice? Što predstavlja pleura? Sa čime bi usporedio/la građu kremenjašica? Što je dijatomejska zemlja i koja je njena primjena?	I I II II	
2.2.	Razlikovati alge kremenjašice prema obliku.	S obzirom na što se dijele alge kremenjašice? Koje su karakteristike radijalnih kremenjašica?	I I	
3.1.	Objasniti vegetativno razmnožavanje.	Uz pomoć shematskog prikaza objasni kako funkcionira vegetativno razmnožavanje kremenjašica? Zašto dolazi do postupnog smanjivanja stanica? Što može utjecati na brzinu vegetativne diobe?	I II II	
3.2.	Objasniti spolno razmnožavanje.	Zašto se kremenjašice počnu spolno razmnožavati? Kako se zove spora kremenjašica? Na temelju shematskog prikaza opiši proces izmjene generacija.	II I I	

4.1.	Istražiti različite oblike zlatnožutih algi.	Kako ćeš prepoznati zlatnožute alge? Usporedi zlatnožute alge s ostalim algama. Koje zlatnožute alge poznaješ?	I II II
5.1.	Raspraviti o važnosti alga za ekološki sustav.	Koja je uloga alga u ekološkom sustavu? Što ti možeš učiniti kako bi smanjio negativan antropogeni utjecaj na razvoj alga?	II II

**Kognitivna razina (KR):** I. reprodukcija, II. konceptualno razumijevanje i primjena znanja, III. rješavanje problema  
**Procjena uspješnosti učenja (PU):** – odgovara manje od 5 učenika, +/- odgovara otprilike polovina učenika, + odgovara većina učenika

Tijek nastavnog sata						
Tip sata	Obrada	Trajanje	45 min			
STRUKTURNI ELEMENT NASTAVNOG SATA	DOMINANTNA AKTIVNOST	BR. ISHODA	KORISTITI U IZVEDBI	METODA	SOCIOLOŠKI OBUK	TRAJANJE (min)
Uvodni dio	N ⇒ Podijeliti učenike u četiri manje grupe odmah na početku sata, kako bi imali što bolju preglednost i kontrolu nad radom u razredu. Uputiti učenike da će se za ponavljanje poslužiti metodom asocijacije - grozd. Na ploču napisati riječ „alge“ te zamoliti učenike da oni isto učine na papir u svojoj grupi. Potaknuti ih na slobodno razmišljanje o temi. U ⇒ Prisjećaju se i raspravljaju u grupi. Zapisuju što više riječi koje im padnu na pamet u vezi s temom. Povezuju pojmove koje smatraju usporedivim.				G	3
	N ⇒ Postaviti pitanje: „Što se nalazi u kapljici barske vode?“. Donijeti na stol bočicu s barskom vodom i objasniti kako će oni sami istražiti odgovor na pitanje. Podijeliti učenicima radne listiće (prilog 1). Obratiti pozornost učenika na vrste odjeljka zlatnožute alge. U ⇒ Odgovaraju na pitanje i aktivno sudjeluju u razgovoru. Učenici pripremaju preparate, promatraju različite vrste pod mikroskopom i ispunjavaju radne listiće.	4.1.	M RL	PR	I	
Središnji dio	N ⇒ Razgovarati s učenicima o boji alga koju vide te raspraviti odakle ona potječe. Upoznati učenike s prisutnim pigmentima i njihovom obojenju. Opisati sastav stanične stijenke i objasniti kako ona može biti ojačana silicijevim dioksidom ili kalcijevim karbonatom. Objasniti što je krizolaminarin i kako nastaje te čemu služe uljne kapljice. U ⇒ Aktivno slušaju i sudjeluju u razgovoru.	1.1. 1.2. 1.3.		R I	F	5
	N ⇒ Podijeliti učenicima trajne preparate kremenjašica i dijatomesku zemlju. Pitati učenike mogu li na temelju toga što vide u vidnom polju podijeliti vrste u dvije skupine i na temelju čega bi to bilo. Objasniti podjelu prema obliku i uputiti na karakteristike radijalnih i centralnih kremenjašica. Svakoj grupi donijeti Petrijeve zdjelice te na modelu prikazati građu kremenjašice. Pokazati učenicima dijatomesku zemlju i uputiti ih da ju pobliže pogledaju pod mikroskopom. Razgovarati o nastanku i primjeni dijatomejske zemlje. U ⇒ Promatraju različite vrste kremenjašica pod mikroskopom, odgovaraju na pitanje i daju prijedloge svoje podjele. Crtaju građu kremenjašice u svoje bilježnice i označavaju sliku. Promatraju dijatomesku zemlju pod mikroskopom i aktivno sudjeluju u razgovoru.	2.2. 2.1.	M MD PM	PR R D	I F	10
	N ⇒ Podijeliti učenicima radne listiće (prilog 2). Metodom demonstracije uz pomoć Petrijevih zdjelica različitih veličina prikazati vegetativno razmnožavanje kremenjašica. Pitati učenike što misle da može utjecati na brzinu vegetativnog dijeljenja. Objasniti kako dolazi do postupnog smanjivanja i da kada se stanice smanje na polovicu svoje početne veličine počinje spolno razmnožavanje. Upoznati ih s novim pojmom - auksospora. Zamoliti učenike da se prisjete prethodno naučenog gradiva i pokušaju opisati proces spolnog razmnožavanja. U ⇒ Prisjećaju se mejoze i mitoze. Promatraju demonstraciju i odgovaraju na pitanja. Povezuju naučeno i spunjavaju radne listiće.	3.1. 3.2.	RL MD	D R	F I	12
Završni dio	N ⇒ Pitati učenike zašto su nam alge važne i koja je njihova uloga u ekološkom sustavu. Zamoliti učenike da pojedinačno razmisle, a zatim u paru razmijene svoja mišljenja. U ⇒ Razmišljaju o ekološkoj važnosti alga, a nakon togasa suradnikom raspravljaju o temi.	5.1.		R	I R	4
	N ⇒ Zamoliti učenike da sastave tri pitanja na nastavnu temu kako bi provjerili njihovo razumjevanje. Uputiti ih da potom izmjene pitanja s parom i pokušaju na njih odgovoriti. U ⇒ Sastavljaju pitanja, izmjenjuju ih s parom i odgovaraju na pitanja svoga para.				T	I

**Nositelji aktivnosti:** N – nastavnik, U – učenici (dodati i mijenjati uloge ukoliko je potrebno uz svaku aktivnost)  
**Koristiti u izvedbi:** RL – radni listić za učenike, UDŽ – udžbenik, RB – radna bilježnica, P – ploča, PM – prirodni materijal, E – pokus/eksperiment, MD – model, AP – aplikacija, PP – projekcija prezentacije, V – video zapis, A – animacija, I – igra, IU – igranje uloga, RS – računalna simulacija, M – mikroskop, L – lupa, F – fleks kamera, T – tablet, MO – mobitel, OP – organizator pažnje, AL – anketni listić TM – tekstualni materijali (dodati prema potrebi)  
**Metode:** PR – praktični radovi, D – demonstracija, C – crtanje, I – usmeno izlaganje, R – razgovor, T – rad na tekstu i pisanje  
**Oblici rada:** I – individualno, P – rad u paru, G – grupni rad, F – frontalno

### **Materijalna priprema**

Radni listići, mikroskop, predmetnice, pokrovnice, kapalice, barska voda, Petrijeve zdjelice, dijatomejska zemlja i trajni preparati.

### **Plan učeničkog zapisa**

#### **ZLATNOŽUTE ALGE**

- autotrofni protoktisti
- zeleni klorofil a i c, žuti ksantofil, narančasti  $\beta$ -karoten
- skladišne tvari: krizolaminarin i ulje
- stanična stijenka (celuloza i pektin) ojačana silicijevim dioksidom ili kalcijevim karbonatom

#### **Alge kremenjašice**

- kremena ljušturica: epiteka, hipoteka i pleura
- podjela prema obliku na radijalne i izdužene
- dijatomejska zemlja
- razmnožavaju se vegetativno i spolno (auksospore)

### **Prilagodba za učenike s posebnim potrebama**

Učenici s posebnim potrebama sudjeluju u nastavi i izvođenju praktičnoga rada uz pomoć nastavnika te rješavaju prilagođene zadatke iz priloga 3.

## Prilozi

Prilog 1.

# Što se nalazi u kapljici barske vode?

**Materijal:** barska voda s algama

**Sredstva i pomagala:** predmetnica, pokrovnica, kapaljka, mikroskop

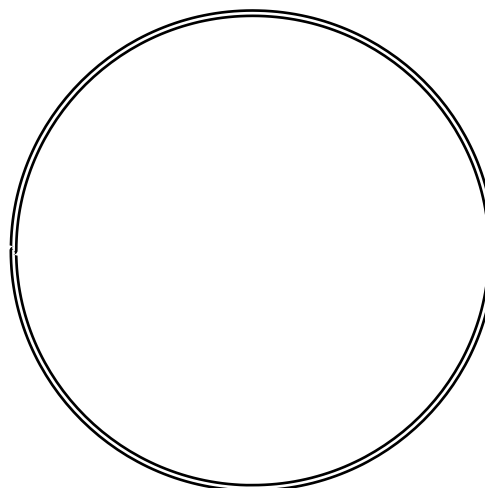


### Postupak:

Uzmi kapaljkom kap iz bočice s barskom vodom i stavi ga na predmetnicu, pokrij pokrovnicom i promatraj mikroskopom prvo pod malim, a zatim pod velikim povećanjem.

Pokušaj naći različite oblike zlatnožutih algi.

Nacrtaj što vidiš u predviđeni okvir.



1. Gdje žive zlatnožute alge?

---

2. Opiši kako izgledaju vrste koje vidiš.

---

3. Usporedi vanjsku građu algi koje si vidio/la pod mikroskopom.

---

---

4. Navedi nekoliko vrsta iz odjeljka zlatnožutih algi.

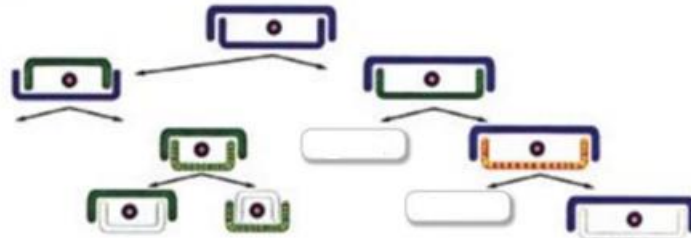
---

Prilog 2.

## Životni ciklus alge kremenjašice

### Vegetativno razmnožavanje

Ispuni prazne prostore odgovarajućim pojmovima.



Objasni nespolni način razmnožavanja uz pomoć slike.

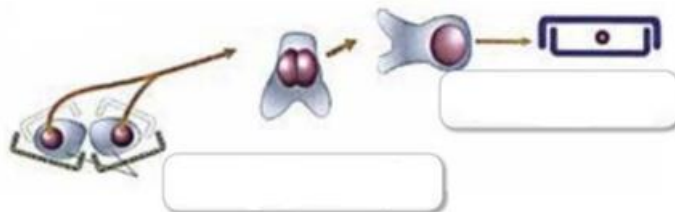
---

---

---

### Spolno razmnožavanje

Ispuni prazne prostore odgovarajućim opisom.



Objasni spolni način razmnožavanja uz pomoć slike.

---

---

---

Prilog 3.

## Prilagođeni zadaci za učenike s posebnim potrebama

1. Poveži pigmente s bojom.

a) klorofil a i c



b) ksantofil



c) β-karoten



2. Poveži pojmove s lijeve strane s odgovarajućim pojmovima s desne strane.

celuloza

skladišna tvar

pektin

ljušturica

silicijev dioksid

krizolaminarin

stanična stijenka

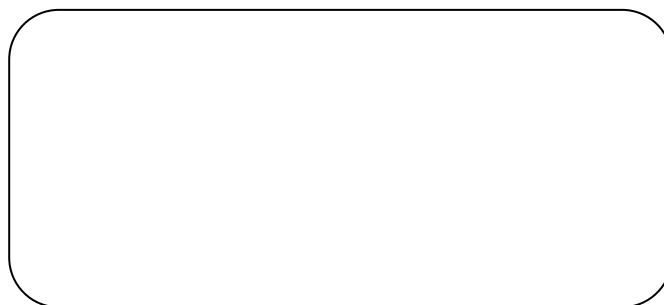
ulje

3. Prema obliku se alge kremenjašice dijele na \_\_\_\_\_ i \_\_\_\_\_.

4. Kada alge kremenjašice uginu, talože se na dnu jezera rijeka ili mora te stvaraju \_\_\_\_\_.

5. Navedi primjer primjene dijatomejske zemlje.

6. Nacrtaj algu kremenjašicu i označi njezine dijelove.



7. Alge kremenjašice razmnožavaju se \_\_\_\_\_ i \_\_\_\_\_.



**Literatura**

Bogut I, Futivić I, Špoljarević M, Bakarić A. 2015. Biologija 2, udžbenik iz biologije za drugi razred gimnazije. Alfa, Zagreb.

Veček Šimunović S, Šeparović Markota Z. 2009. Biologija 2: Monera, protisti, gljive, biljke, radna bilježnica iz biologije za drugi razred gimnazije. Profil, Zagreb.

**Zabilješke nakon izvedbe**

## 6. ZAKLJUČCI

- U istraživanom razdoblju od veljače do lipnja 2016. godine, kvantitativnom analizom fitoplanktona ukupno je utvrđeno 193 vrste, a 50 vrsta bilo je zastupljeno s više od 5% ukupnog broja jedinki. Najveći broj jedinki pripadao je skupinama Chlorophyta i Bacillariophyceae. Najveća biološka raznolikost utvrđena je u lipnju na ustavi Kopačevo (53 vrste), a u travnju na crpnoj stanici Tikveš najmanja (11 vrsta).
- Vrste su svrstane u 26 funkcionalnih skupina, a 21 skupina je bila zastupljena s više od 5% ukupnog broja jedinki. Najzastupljenija skupina bila je X1, a najveći udio u skupini činila je vrsta *M. contortum*. Funkcionalne skupine W<sub>5</sub> i X1 su bile karakterističnije za postaje 1, 2 i 4, skupina B za postaje 3, 5 i 6, dok se postaja 7 (L<sub>0</sub>, F, D, Y i X3) razlikovala od ostalih prema strukturi fitoplanktonske zajednice. Ukupan broj jedinki fitoplanktona bio je u granicama  $1,24 \times 10^6$  -  $45,78 \times 10^6$  ind./L.
- Prozirnost vode i koncentracija klorofila-a ukazuju da je voda istraživanih postaja pripadala pretežito eutrofnom prema hipertrofnom stanju, a koncentracija ukupnog dušika ukazuje da su vode bile više u mezotrofnom stanju.
- Rezultati ovog istraživanja pokazuju da struktura i dinamika fitoplanktona ovise o temperaturi, dubini, prozirnosti, konduktivitetu, koncentraciji otopljenog kisika, ali prije svega o količini dostupnih hranjivih tvari. Visoka koncentracija hranjivih tvari pogodovala je razvoju funkcionalnih skupina karakterističnih za vode višeg trofičkog stupnja: X1, Y, D, L<sub>0</sub>, W<sub>5</sub> i W2.
- Klasifikacija funkcionalnih skupina je koristan alat za analizu, praćenje i bolje razumijevanje fitoplanktonskih zajednica melioracijskih kanala. Osim toga, primjena funkcionalnih skupina čini ekološka istraživanja usporedivim te olakšava procjenu ekološkog stanja. Utvrđivanje i kontinuirano praćenje ekološkog stanja melioracijskih kanala iznimno je važno za definiranje mjera zaštite poplavnog područja Kopačkog rita.

## 7. LITERATURA

Abonyi A, Leitão M, Lançon AM, Padisák J. 2012. Phytoplankton functional groups as indicator of human impacts along the River Loire (France). *Hydrobiologia* 698: 233-249.

Alemayehu D, Hackett F. 2016. Water Quality and Trophic State of Kaw Lake. *Journal of Environmental Studies* 2: 7-15.

Anagnostidis K, Komárek J. 1985. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 1. Introduction. *Archiv für Hydrobiologie, Supplement* 71½: 291-302.

Anagnostidis K, Komárek J. 1988. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 3. Oscillatoriales. *Archiv für Hydrobiologie, Supplement* 80¼: 327-472.

Bamforth S. 1958. Ecological studies on the planktonic protozoa of a small artificial pond. *Limnology and Oceanography* 3: 398-412.

Barone R, Naselli-Flores L. 2003. Distribution and seasonal dynamics of Cryptomonads in Sicilian water bodies. *Hydrobiologia* 502: 325-329.

Carlson RE. 1977. A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography* 22: 361-380.

Carmichael WW, Evans WR, Yin QQ, Bell P, Moczydlowsky E. 1997. Evidence of paralytic shellfish poisons in the freshwater cyanobacterium *Lyngbya wollei* (Farlow ex Gomont) comb. nov. *Applied and Environmental Microbiology* 63: 3104-3110.

Clarke KR, Warwick RM. 2001. *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*, 2nd edition. PRIMER-E, Plymouth, 172 pp.

Fietz S, Kobanova G, Izmet'eva L, Nicklisch A. 2005. Regional, vertical and seasonal distribution of phytoplankton and photosynthetic pigments in Lake Baikal. *Journal of Plankton Research* 27: 793-810.

Gligora Udovič M, Cvetkoska A, Žutinić P, Bosak S, Stanković I, Špoljarić I, Mršić G, Kralj Borojević K, Čukurin A, Plenković-Moraj A. 2016. Defining centric diatoms of most relevant phytoplankton functional groups in deep karst lakes. *Hydrobiologia* 788: 69-191.

Grigorszky I, Kiss KT, Béres V, Bácsi I, M-Hamvas M, Máthé C, Vasas G, Padisák J, Borics G, Gligora M, Borbély G. 2006. The effects of temperature, nitrogen, and phosphorus on the encystment of *Peridinium cinctum*, Stein (Dinophyta). *Hydrobiologia* 563: 527-535.

Grizelj Šimić V. 2016. Kontrola izvora onečišćenja voda. *Hrvatske vode* 24: 147-160.

Hajnal E, Padisák J. 2008. Analysis of long-term ecological status of Lake Balaton based on the ALMOBAL phytoplankton database. *Hydrobiologia* 599: 227-237.

Happey C, Moss B. 1967. Some aspects of the biology of *Chrysococcus Diaphanus* in Abbot's pond, Somerset. *British Phycological Bulletin* 3: 269-279.

Hindak F, Cyrus Z, Marvan P, Javornický P, Komarek J, Ettl H, Rosa K, Sladečková A, Popovsky J, Punčocharova M, Lhotsky O. 1978. *Slatkovodne riasy*. Slovenske pedagogicke nakladelstvo, Bratislava, 724 pp.

Hindak F, Komarek J, Marvan P, Ružička J. 1975. *Kľuč na určovanie vytrusnych rastlin*. Slovenske pedagogicke nakladelstvo, Bratislava, 400 pp.

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

Horvatić J, Kočić A, Bučanac D, Peršić V, Varga M. 2013. Preliminarna istraživanja sezonskih promjena slobodno-plivajućih i submerznih makrofita u kanalu Barbara (Baranja). *Hrvatske vode* 21: 215-224.

Hrvatske vode 2015. *Metodologija uzorkovanja, laboratorijskih analiza i određivanja omjera ekološke kakvoće bioloških elemenata kakvoće.*

Huber-Pestalozzi G. 1961-1990. *Das Phytoplankton des Süßwassers.* Teil 1-7. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart. Germany.

Hustedt F. 1976. *Bacillariophyta.* Otto Koeltz Science Publishers, Koenigstein, 466 pp.

John DM, Whitton BA, Brook AJ. 2002. *The Freshwater Algal Flora of the British Isles: An Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae,* Vol. 1, Cambridge University Press, 702 pp.

Kim HS, Takamura N. 2001. Occurrence, seasonal changes and vertical distribution of silica-scaled chrysophytes in a small fish-free pond in Japan. *Korean Journal of Biological Sciences* 5: 117-126.

Kiss KT, Kristiansen J. 1994. Silica-scaled chrysophytes (Synurophyceae) from some rivers and shallow lakes in Hungary. *Hydrobiologia* 289: 157-162.

Köhler J, Hoeg S. 2000. Phytoplankton selection in a riverlake system during two decades of changing nutrient supply. *Hydrobiologia* 424: 13-24.

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

Komárek J. 1973. The communities of algae of Opatovický Fishpond (South Bohemia). In: Heiny, S. (ed.), *Ecosystem on Wetland Biome in Czechoslovakia.* Czechoslovak National Committee for the International Biological Programme, Report No. 3, Czechoslovak Academy of Sciences, Trebon, 179-184. pp.

Komárek J. 1983. Contribution to the Chlorococcal Algae of Cuba. *Nova Hedwigia* 37: 65-180.

Komárková J. 1989. Primární produkce řas ve slatkovodních ekosystémech. In: Dykyová D. (ed) *Metody studia ekosystémů.* Academia Praha, Praha, 330-347. pp.

Kratzer CR, Brezonik PL. 1981. A Carlson-type trophic state index for nitrogen in Florida Lakes. *Water Resources Bulletin* 17: 713-715.

Kruk C, Huszar VLM, Peeters ETHM, Bonilla S, Costa L, Rling ML, Reynolds CS, Scheffer M. 2010. A morphological classification capturing functional variation in phytoplankton. *Freshwater Biology* 55: 614-627.

Lira GAST, Bittencourt-Oliveira MC Moura AN. 2009. Structure and dynamics of phytoplankton community in the Botafogo Reservoir, Pernambuco, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 52: 493–501.

Liu YF, Sun LC, Jiang YL. 2017. Bibliometric review of research on phytoplankton in water quality assessment. *Acta Ecologica Sinica* 37: 165-172.

Lobo EA, Callegaro VLM, Hermany G, Bes D, Wetzel CA, Oliveira MA. 2004. Use of epilithic diatoms as bioindicators from lotic systems in southern Brazil, with special emphasis on eutrophication. *Acta Limnologica Brasiliensia* 16: 25-40.

Lorenzen CJ. 1967. Determination of chlorophyll and phaeopigments: spectrophotometric equations. *Limnology and Oceanography* 12: 343-346.

Mihaljević M, Stević F, Špoljarić D, Žuna Pfeiffer T. 2015. Spatial pattern of phytoplankton based on the morphology-based functional approach along a river-floodplain gradient. *River Research and Applications* 31: 228-238.

Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva, Zavod za prostorno planiranje. 2006. *Prostorni plan parka prirode "Kopački rit"*.

Nicholls KH. 1992. *Chrysophyte Blooms in the Plankton and Neuston of Marine and Freshwater Systems: Report*. Ontario. Ministry of the Environment, 62 pp.

Padisák J, Borics G, Fehér G, Grigorszky I, Oldal I, Schmidt A, Zámóné-Doma Z. 2003. Dominant species, functional assemblages and frequency of equilibrium phases in late summer phytoplankton assemblages in Hungarian small shallow lakes. *Hydrobiologia* 502: 157-168.

Padisák J, Crossetti LO, Naselli-Flores L. 2009. Use and misuse in the application of the phytoplankton functional classification: a critical review with updates. *Hydrobiologia* 621: 1-19.

Pasztaleniec A. 2016. Phytoplankton in the ecological status assessment of European lakes – advantages and constraints. *Environmental Protection and Natural Resources* 27: 26-36.

Pinilla GA. 2006. Vertical distribution of phytoplankton in a clear water lake of Colombian Amazon (Lake Boa, Middle Caquetá). *Hydrobiologia* 568: 79.

Ramos GJP, Bicudo CEM, Neto AG, Moura CWN. 2012. Monoraphidium and Ankistrodesmus (Chlorophyceae, Chlorophyta) from Pantanal dos Marimbus, Chapada Diamantina, Bahia State, Brazil. *Hoehnea* 39: 421-434.

Report of SCOR UNESCO 1966. Determination of photosynthetic pigments in sea-water. UNESCO, Paris. *Monographs on océanographie methodology* 1: 9-18.

Reynolds CS. 2006. *The Ecology of Phytoplankton*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 535 pp.

Reynolds CS, Huszar V, Kruk C, Naselli-Flores L, Melo S. 2002. Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. *Journal of Plankton Research* 24: 417-428.

Reynolds CS. 1980. Phytoplankton assemblages and their periodicity in stratifying lake systems. *Holarctic Ecology* 3: 141-159.

Saker ML, Eaglesham GK. 1999. The accumulation of cylindrospermopsin from the cyanobacterium *Cylindrospermopsis raciborskii* in tissues of the Redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus*. *Toxicon* 37: 1065-1077.

- Salmaso N, Morabito G, Buzzi F, Garibaldi L, Simona M, Mosello R. 2006. Phytoplankton as an indicator of the water quality of the deep lakes south of the Alps. *Hydrobiologia* 563: 167-187.
- Siver P. 1995. The distribution of chrysophytes along environmental gradients: Their use as biological indicators. In C. Sandgren, J. Smol, & J. Kristiansen (Eds.), *Chrysophyte Algae: Ecology, Phylogeny and Development*, Cambridge: Cambridge University, 232-268. pp.
- Sommer U. 1988. Growth and survival strategies of planktonic diatoms. In Sandgren CD (Ed.), *Growth and reproduction strategies of freshwater phytoplankton*, Cambridge Press, Cambridge, 227-260. pp.
- Stević F, Mihaljević M, Špoljarić D. 2013. Changes of phytoplankton functional groups in a floodplain lake associated with hydrological perturbations. *Hydrobiologia* 709: 143-158.
- Strickland JDH, Parsons TR. 1972. *A practical handbook of seawater analysis*. Fisheries Research Board of Canada, Ottawa, Bulletin 167: 1-310.
- Teneva I, Gecheva G, Cheshmedjiev S, Stoyanov P, Mladenov R, Belkinova D. 2014. Ecological status assessment of Skalenski Lakes (Bulgaria). *Biotechnology & Biotechnological Equipment* 28: 82-95.
- Teneva I, Gecheva G, Cheshmedjiev S, Stoyanov P, Mladenov R, Belkinova D. 2014. Ecological status assessment of Skalenski Lakes (Bulgaria). *Biotechnology & Biotechnological Equipment*. 2882-95.
- Tolotti M, Thies H, Nickus U, Psenner R. 2012. Temperature modulated effects of nutrients on phytoplankton changes in a mountain lake. *Hydrobiologia* 698: 61-75.
- Tolotti MH, Thies M, Cantonati CM, Hansen E, Thaler B. 2003. Flagellate algae (Chrysophyceae, Dinophyceae, Cryptophyceae) in 48 high mountain lakes of the northern and southern slope of the eastern Alps: Biodiversity, distribution of taxa, and their driving variables. *Hydrobiologia* 502: 331-348.



Utermöhl H. 1985. Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitteilungen der Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie* 9: 1-38.

**Web izvori:**

1. <http://www.algaebase.org>, pristupljeno 7. rujna, 2017. - Guiry MD, Guiry GM 2017. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway.

## 8. PRILOZI

Prilog 1. Broj jedinki fitoplanktona tijekom istraživanog razdoblja na postaji 1

POSTAJA 1	broj jedinki fitoplanktona (x10 <sup>6</sup> ind./L)							
	Vrsta	Kod vrste	FG	veljača	ožujak	travanj	svibanj	lipanj
<b>Charophyta</b>								
<i>Closterium gracile</i> Brébisson ex Ralfs	CLOGRA	P	0,07					
<i>Cosmarium laeve</i> Rabenhorst	COSLAE	N					0,02	
<i>Mougeotia</i> sp.	MOUSP	T					0,04	
<i>Spirogyra</i> sp.	SPISP	T					0,02	
<b>Chlorophyta</b>								
<i>Acutodesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Tsarenko	ACUACU	J				0,03		
<i>Desmodesmus bicaudatus</i> (Dedusenko) P.M.Tsarenko	DESBIC	J				0,10		
<i>Desmodesmus bicellularis</i> (Chodat) S.S.An, T.Friedl & E.Hegewald	DESBIC	X1					0,07	
<i>Desmodesmus communis</i> (E.H.Hegewald) E.H.Hegewald	DESCOM	J	0,07			0,17		
<i>Didymocystis inermis</i> (Fott) Fott	DIDINE	X1						0,11
<i>Koliella longiseta</i> (Vischer) Hindák	KOLLON	X3	0,07	0,40				0,11
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korshikov) Hindák	MONARC	X1				0,44		
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová	MONCON	X1	0,07	3,30	0,44	0,07		0,56
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley) Komárková-Legnerová	MONGRI	X1				0,07		
<i>Monoraphidium irregulare</i> (G.M.Smith) Komárková-Legnerová	MONIRR	X1		4,52	0,20			0,68
<i>Pediastrum angulosum</i> Ehrenberg ex Meneghini	PSEANG	J					0,02	
<i>Pseudodidymocystis planctonica</i> (Korshikov) E.Hegewald & Deason	PSEPLA	X1				0,03		0,11
<i>Raphidocelis danubiana</i> (Hindák) Marvan, Komárek & Comas	RAPDAN	F		0,40			0,16	0,56
<i>Scenedesmus ellipticus</i> Corda	SCEELL	J				0,03		
<i>Stichococcus bacillaris</i> Nägeli	STIBAC	X1						0,45
<i>Tetrastrum glabrum</i> (Y.V.Roll) Ahlstrom & Tiffany	TETGLA	J					0,02	
<i>Ulothrix zonata</i> (Weber & Mohr) Kützing	ULOZON	MP					0,04	
<b>Cryptophyta</b>								
<i>Cryptomonas erosa</i> Ehrenberg	CRYERO	Y		0,34				
<i>Cryptomonas ovata</i> Ehrenberg	CRYOVA	Y	0,40	0,61				
<i>Cryptomonas</i> sp.	CRYSP	Y				0,07		

**Cyanobacteria**

<i>Aphanocapsa planctonica</i> (G.M.Smith) Komárek & Anagnostidis	APHPLA	K			0,16	0,23
<i>Chroococcus minutus</i> (Kützing) Nägeli	CHRMIN	L0			0,02	
<i>Dolichospermum</i> sp.	DOLSP	H1			0,02	
<i>Gloeocapsa</i> sp.	GLOSP	TC		0,13		
<i>Heteroleibleinia</i> sp.	HETSP	TC		1,01		
<i>Leptolyngbya fragilis</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek	LEPFRAG	TC				0,34
<i>Limnothrix redekei</i> (van Goor) M.E.Meffert	LIMRED	S1			0,02	
<i>Phormidesmis molle</i> (Gomont) Turicchia, Ventura, Komárková & Komárek	PHOMOL	TC				0,90
<i>Phormidium</i> spp.	PHOSPP	TC		0,74	0,07	1,13
<i>Phormidium uncinatum</i> Gomont ex Gomont	PHOUNC	TC				0,45
<i>Planktolyngbya limnetica</i> (Lemmermann) J.Komárková-Legnerová & G.Cronberg	PLALIM	S1			0,03	1,58
<i>Planktothrix agardhii</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek	PLAAGA	S1			0,07	
<i>Planktothrix clathrata</i> (Skuja) Anagnostidis & Komárek	PLACLA	S1				0,11
<i>Pseudanabaena limnetica</i> (Lemmermann) Komárek	PSELIM	S1	0,07			0,11
<i>Snowella lacustris</i> (Chodat) Komárek & Hindák	SNOLAC	L0		0,88		
<i>Synechococcus</i> sp.	SYNSP	K				0,45

**Euglenozoa**

<i>Euglena variabilis</i> Klebs	EUGVAR	W1			0,03	
<i>Euglena viridis</i> (O.F.Müller) Ehrenberg	EUGVIR	W1				0,02
<i>Euglenaformis proxima</i> (Dangeard) M.S.Bennett & Triemer	EUGPRO	W1			0,03	
<i>Lepocinclis globulus</i> Perty	LEPGLO	W1			0,03	
<i>Phacus caudatus</i> Hübner	PHACAU	W1		0,07	0,07	
<i>Phacus longicauda</i> (Ehrenberg) Dujardin	PHALON	W1		0,07		0,02
<i>Phacus pleuronectes</i> (O.F.Müller) Nitzsch ex Dujardin	PHAPLE	W1				0,04
<i>Phacus pusillus</i> Lemmermann	PHAPUS	W1	0,07	0,61		
<i>Phacus</i> spp.	PHASPP	W1	0,07		0,07	
<i>Trachelomonas hispida</i> (Perty) F.Stein	TRAHIS	W2			0,07	
<i>Trachelomonas oblonga</i> Lemmermann	TRAOBL	W2		0,13	0,03	
<i>Trachelomonas planctonica</i> Svirenko	TRAPLA	W2			0,03	

**Ochrophyta**

<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	ACHMIN	TB		0,40		
<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing	AMPOVA	TB			0,03	
<i>Brebissonia lanceolata</i> (C.Agardh) Mahoney & Reimer	BRELAN	TB	0,07			
<i>Chrysococcus</i> sp.	CHRSP	X3	0,20	0,94	0,34	0,68
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	COCPLA	TB		0,07		
<i>Craticula cuspidata</i> (Kützing) D.G.Mann	CRACUS	MP			0,02	
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	CYCMEN	C			0,02	

<i>Cyclotella</i> spp.	CYCSPP	B	0,54				0,07	
<i>Dinobryon divergens</i> O.E.Imhof	DINDIV	E	0,07		0,61		0,34	
<i>Encyonema ventricosum</i> (C.Agardh) Grunow	ENCVEN	TB		0,07				
<i>Epithemia sorex</i> Kützing	EPISOR	TB					0,04	
<i>Fragilaria acus</i> (Kützing) Lange-Bertalot	FRAACU	D	0,34	0,13	0,07		0,25	0,11
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières	FRACAP	P					0,09	
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	FRACRO	P			0,03			
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg	GOMACU	TB	0,07					
<i>Kephyrion ovale</i> (Lackey) Huber-Pestalozzi	KEPOVA	X2	0,47	1,69			0,04	
<i>Mallomonas ploesslii</i> Perty	MALPLO	E		0,07				
<i>Melosira</i> sp.	MELSP	TB			0,03			
<i>Melosira varians</i> C.Agardh	MELVAR	TB					0,02	
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	NAVCRY	TB	0,20	0,07				
<i>Navicula radiosa</i> Kützing	NAVRAD	TB					0,02	
<i>Navicula rhynchocephala</i> Kützing	NAVRHY	TB	0,13					
<i>Navicula</i> spp.	NAVSP	TB	0,07	0,13	0,10		0,16	
<i>Navicula viridula</i> (Kützing) Ehrenberg	NAVVIR	TB	0,07					
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W.Smith	NITACI	MP					0,09	
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith	NITPAL	TB		0,13				
<i>Nitzschia recta</i> Hantzsch ex Rabenhorst	NITREC	D	0,07	0,07				
<i>Nitzschia sigmaidea</i> (Nitzsch) W.Smith	NITSIG	D	0,07					
<i>Pinnularia major</i> (Kützing) Rabenhorst	PINMAJ	TB					0,04	
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) Otto Müller	RHOGIB	TB					0,11	
<i>Staurosira construens</i> Ehrenberg	STACON	TB	0,07					
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grunow	STEHAN	D		0,13			0,02	
<i>Synura uvella</i> Ehrenberg	SYNUVE	WS	0,22	0,02	4,79			
<i>Tabellaria</i> sp.	TABSP	N					0,02	
<i>Tribonema monochloron</i> Pascher & Geitler in Pascher	TRIMON	T					0,02	
<i>Tribonema vulgare</i> Pascher	TRIVUL	T					0,09	
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) P.Compère	ULNULN	D	0,20	0,20	0,07		0,13	
Nedeterminirano	NEDET							0,23
<b>Ukupan broj jedinki fitoplanktona</b>			<b>3,79</b>	<b>17,35</b>	<b>7,79</b>	<b>2,82</b>	<b>8,90</b>	

Prilog 2. Broj jedinki fitoplanktona tijekom istraživanog razdoblja na postaji 2

POSTAJA 2	broj jedinki fitoplanktona (x10 <sup>6</sup> ind./L)							
	Vrsta	Kod vrste	FG	veljača	ožujak	travanj	svibanj	lipanj
<b>Charophyta</b>								
<i>Cosmarium botrytis</i> Meneghini ex Ralfs	COSBOT	N						0,05
<i>Cosmarium laeve</i> Rabenhorst	COSLAE	N						0,03
<i>Mougeotia</i> sp.	MOUSP	T					0,04	0,01
<b>Chlorophyta</b>								
<i>Acutodesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Tsarenko	ACUACU	J				0,04		0,01
<i>Crucigenia quadrata</i> Morren	CRUQUA	J		0,07				0,01
<i>Desmodesmus bicaudatus</i> (Dedusenko) P.M.Tsarenko	DESBIC	J						0,01
<i>Desmodesmus communis</i> (E.H.Hegewald) E.H.Hegewald	DESCOM	J		0,13	0,03			
<i>Koliella longiseta</i> (Vischer) Hindák	KOLLON	X3			0,03			
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korshikov) Hindák	MONARC	X1				0,22		0,01
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová	MONCON	X1		0,20	0,22	2,59	0,04	0,05
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley) Komárková-Legnerová	MONGRI	X1				0,02		
<i>Monoraphidium irregulare</i> (G.M.Smith) Komárková-Legnerová	MONIRR	X1		0,20	0,03			
<i>Monoraphidium minutum</i> (Nägeli) Komárková-Legnerová	MONMIN	X1		0,07				
<i>Pandorina morum</i> (O.F.Müller) Bory de Saint-Vincent	PANMOR	G					0,01	
<i>Pseudodidymocystis planctonica</i> (Korshikov) E.Hegewald & Deason	PSEPLA	X1						0,13
<i>Pteromonas angulosa</i> (H.J.Carter) Lemmermann	PTEANG	X2						
<i>Pteromonas</i> sp.	PTESP	X2						
<i>Raphidocelis danubiana</i> (Hindák) Marvan, Komárek & Comas	RAPDAN	F		0,54	0,06		0,12	0,28
<i>Scenedesmus ellipticus</i> Corda	SCEELL	J						0,01
<i>Ulothrix</i> sp.	ULOSP	MP						0,01
<b>Cryptophyta</b>								
<i>Cryptomonas erosa</i> Ehrenberg	CRYERO	Y		0,27	0,16		0,22	0,15
<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja	CRYMAR	Y					0,34	
<i>Cryptomonas ovata</i> Ehrenberg	CRYOVA	Y		0,61				0,15
<i>Cryptomonas</i> sp.	CRYSP	Y				0,16		
<b>Cyanobacteria</b>								
<i>Anabaena catenula</i> Kützing ex Bornet & Flahault	ANACAT	H1					0,01	0,04
<i>Chroococcus dispersus</i> (Keissler) Lemmermann	CHRDIS	L0				0,07		

<i>Chroococcus</i> sp.	CHRSP	L0			0,13		
<i>Dolichospermum sigmoideum</i> (Nygaard) Wacklin, L.Hoffmann & Komárek	DOLSIG	H1					0,01
<i>Gloeocapsa</i> sp.	GLOSP	TC	0,10				
<i>Limnothrix redekei</i> (van Goor) M.E.Meffert	LIMRED	S1			0,02		0,01
<i>Microcystis flosaquae</i> (Wittrock) Kirchner	MICFLA	M					0,05
<i>Oscillatoria planctonica</i> Woloszynska	OSCPLA	TC					0,01
<i>Phormidium</i> spp.	PHOSPP	TC	0,34	0,06			0,04
<i>Planktolyngbya limnetica</i> (Lemmermann) J.Komárková-Legnerová & G.Cronberg	PLALIM	S1	0,27	0,13			0,04
<i>Snowella lacustris</i> (Chodat) Komárek & Hindák	SNOLAC	L0	0,34	0,19			0,06
<i>Synechococcus</i> sp.	SYNSP	K					0,01
<b>Euglenozoa</b>							
<i>Euglena granulata</i> (Klebs) F.Schmitz	EUGGRA	W1					0,01
<i>Lepocinclis fusiformis</i> (H.J.Carter) Lemmermann	LEPFUS	W1					0,01
<i>Lepocinclis globulus</i> Perty	LEPGLO	W1	0,20				0,04
<i>Phacus caudatus</i> Hübner	PHACAU	W1					0,05
<i>Phacus longicauda</i> (Ehrenberg) Dujardin	PHALON	W1	0,07				
<i>Trachelomonas oblonga</i> Lemmermann	TRAOBL	W2		0,03		0,07	
<i>Trachelomonas volvocina</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	TRAVOL	W2	0,40	0,35		0,32	0,03
<b>Myozoa</b>							
<i>Gymnodinium catenatum</i> H.W.Graham	GYMCAT	Y				0,03	
<i>Gymnodinium</i> sp.	GYMSP	Y		0,19			
<i>Peridiniopsis</i> sp.	GLESP	Y	0,20				0,03
<b>Ochrophyta</b>							
<i>Centritractus</i> sp.	CENSP	J					0,03
<i>Chrysococcus</i> sp.	CHRSP	X3	1,55	1,54	0,02		0,07
<i>Craticula cuspidata</i> (Kützing) D.G.Mann	CRACUS	MP					0,04
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	CYCMEN	C					0,07
<i>Cyclotella radiosa</i> (Grunow) Lemmermann	CYCRAD	B				0,08	
<i>Cyclotella</i> spp.	CYCSP	B	0,07	0,10		0,15	0,13
<i>Dinobryon divergens</i> O.E.Imhof	DINDIV	E	0,01	0,04	0,02		
<i>Encyonema ventricosum</i> (C.Agardh) Grunow	ENCVEN	TB					0,03
<i>Epithemia</i> sp.	EPISP	TB					0,01
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg	GOMTRU	TB			0,02		0,01
<i>Kephyrion ovale</i> (Lackey) Huber-Pestalozzi	KEPOVA	X2	0,13	0,03			0,05
<i>Mallomonas ploesslii</i> Perty	MALPLO	E				0,04	
<i>Melosira</i> sp.	MELSP	TB			0,02		
<i>Navicula lanceolata</i> Ehrenberg	NAVLAN	TB					0,01
<i>Navicula radiosa</i> Kützing	NAVRAD	TB					0,01
<i>Navicula</i> spp.	NAVSP	TB	0,34		0,02		0,08
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W.Smith	NITACI	MP	0,07				
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith	NITPAL	TB					0,17

<i>Nitzschia sigmaidea</i> (Nitzsch) W.Smith	NITSIG	D	0,03				
<i>Pinnularia gibba</i> Ehrenberg	PINGIB	TB				0,01	
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grunow	STEHAN	D					0,01
<i>Synura uvella</i> Ehrenberg	SYNUVE	WS	0,18	0,01	0,76		
<i>Tribonema vulgare</i> Pascher	TRIVUL	T				0,04	
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) P.Compère	ULNULN	D		0,10		0,03	0,08
<b>Ukupan broj jedinki fitoplanktona</b>			6,63	3,34	4,16	1,55	2,35

Prilog 3. Broj jedinki fitoplanktona tijekom istraživnog razdoblja na postaji 3

POSTAJA 3	broj jedinki fitoplanktona (x10 <sup>6</sup> ind./L)							
	Vrsta	Kod vrste	FG	veljača	ožujak	travanj	svibanj	lipanj
<b>Charophyta</b>								
<i>Cosmarium botrytis</i> Meneghini ex Ralfs	COSBOT	N						0,07
<b>Chlorophyta</b>								
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerheim	ACTHAN	J						0,07
<i>Acutodesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Tsarenko	ACUACU	J						0,13
<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli	COEMIC	J					0,27	0,27
<i>Crucigenia quadrata</i> Morren	CRUQUA	J			0,61			
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirchner) Kuntze	CRUTET	J						0,13
<i>Desmodesmus bicellularis</i> (Chodat) S.S.An, T.Friedl & E.Hegewald	DESBIC	X1			0,40		0,07	
<i>Desmodesmus brasiliensis</i> (Bohlin) E.Hegewald	DESBRA	J						0,13
<i>Desmodesmus communis</i> (E.H.Hegewald) E.H.Hegewald	DESCOM	J		0,07	0,07		0,20	0,07
<i>Desmodesmus intermedius</i> (Chodat) E.H.Hegewald	DESINT	J					0,07	
<i>Didymocystis inermis</i> (Fott) Fott	DIDINE	X1		0,20	0,13		0,20	
<i>Gloeococcus</i> sp.	GLOSP	X2					0,20	
<i>Koliella longiseta</i> (Vischer) Hindák	KOLLON	X3			1,08			0,13
<i>Lagerheimia genevensis</i> (Chodat) Chodat	LAGGEN	J						0,13
<i>Lagerheimia wratislaviensis</i> Schröder Hindák	LAGWRA	J					0,20	
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korshikov) Hindák	MONARC	X1			1,62	0,52	0,34	
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová	MONCON	X1			4,38	5,93	2,29	5,93
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley) Komárková-Legnerová	MONGRI	X1					0,13	0,13
<i>Monoraphidium irregulare</i> (G.M.Smith) Komárková-Legnerová	MONIRR	X1			2,76	0,22		1,69
<i>Monoraphidium minutum</i> (Nägeli) Komárková-Legnerová	MONMIN	X1			0,07			
<i>Pseudodidymocystis planctonica</i> (Korshikov) E.Hegewald & Deason	PSEPLA	X1				0,04		0,81
<i>Pteromonas angulosa</i> (H.J.Carter) Lemmermann	PTEANG	X2						1,62
<i>Raphidocelis danubiana</i> (Hindák) Marvan, Komárek & Comas	RAPDAN	F		1,08	2,23		1,62	1,08
<i>Scenedesmus ellipticus</i> Corda	SCEELL	J			0,07			0,13
<i>Schroederia</i> sp.	SCHSP	X1					0,07	
<i>Stauridium tetras</i> (Ehrenberg) E.Hegewald	STATET	J						0,07
<i>Stichococcus bacillaris</i> Nägeli	STIBAC	X1		0,07				
<i>Tetraedron caudatum</i> (Corda) Hansgirg	TATCAU	J					0,07	
<i>Tetraedron triangulare</i> Korshikov	TETTRIAN	J						0,20
<i>Tetraedron trigonum</i> (Nägeli) Hansgirg	TETTRI	J						0,13



<i>Tetrastrum glabrum</i> (Y.V.Roll) Ahlstrom & Tiffany	TETGLA	J				0,40	0,40
<i>Tetrastrum</i> sp.	TETSP	J			0,11		
<b>Cryptophyta</b>							
<i>Cryptomonas erosa</i> Ehrenberg	CRYERO	Y	0,81	0,88		1,01	1,48
<i>Cryptomonas ovata</i> Ehrenberg	CRYOVA	Y	1,35	2,16			0,13
<b>Cyanobacteria</b>							
<i>Chroococcus dispersus</i> (Keissler) Lemmermann	CHRDIS	LO			0,25	0,67	
<i>Chroococcus minutus</i> (Kützing) Nägeli	CHRMIN	LO	0,27			1,21	
<i>Chroococcus</i> sp.	CHRSP	LO			0,16		
<i>Chroococcus turgidus</i> (Kützing) Nägeli	CHRTUR	LO				0,94	
<i>Dolichospermum flosaquae</i> (Brébisson ex Bornet & Flahault) P.Wacklin, L.Hoffmann & J.Komárek	DOLFLOA	H1				0,07	
<i>Gloeocapsa</i> sp.	GLOSP	TC				0,20	3,03
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing	MICAER	M				0,27	
<i>Oscillatoria planctonica</i> Woloszynska	OSCPLA	TC				0,07	
<i>Phormidium uncinatum</i> Gomont ex Gomont	PHOUNC	TC				0,27	
<i>Planktolyngbya limnetica</i> (Lemmermann) J.Komárková-Legnerová & G.Cronberg	PLALIM	S1	0,07	0,40	0,02	0,94	2,02
<i>Pseudanabaena limnetica</i> (Lemmermann) Komárek	PSELIM	S1					0,34
<i>Snowella lacustris</i> (Chodat) Komárek & Hindák	SNOLAC	LO		0,20			1,01
<i>Synechococcus</i> sp.	SYNSP	K					0,74
<b>Euglenozoa</b>							
<i>Euglena deses</i> Ehrenberg	EUGDES	W1	0,07				
<i>Euglena granulata</i> (Klebs) F.Schmitz	EUGGRA	W1	0,13				0,07
<i>Lepocinclis acus</i> (O.F.Müller) Marin & Melkonian	LEPACU	W1					0,07
<i>Lepocinclis globulus</i> Perty	LEPGLO	W1	0,20				0,20
<i>Phacus caudatus</i> Hübner	PHACAU	W1					0,07
<i>Phacus longicauda</i> (Ehrenberg) Dujardin	PHALON	W1		0,07			0,13
<i>Phacus pleuronectes</i> (O.F.Müller) Nitzsch ex Dujardin	PHAPLE	W1					0,07
<i>Phacus pusillus</i> Lemmermann	PHAPUS	W1		0,27			
<i>Trachelomonas hispida</i> (Perty) F.Stein	TRAHIS	W2					0,07
<i>Trachelomonas oblonga</i> Lemmermann	TRAOBL	W2	0,20			0,20	0,61
<i>Trachelomonas volvocina</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	TRAVOL	W2	0,40	0,34		0,07	6,00
<b>Myozoa</b>							
<i>Naiadinium polonicum</i> (Woloszynska)	NAIPOL	LO				0,07	
<i>Peridiniopsis</i> sp.	GLESP	Y	0,88	6,81		1,42	0,07
<i>Peridinium bipes</i> Stein	PERBIP	LO	0,40				

<b>Ochrophyta</b>							
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing)							
Czarnecki	ACHMIN	TB		0,07			
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg)							
Simonsen	AULGRA	P					0,34
<i>Centritractus africanus</i> FRITSCH. et RICH	CENAFR	J					0,47
<i>Chrysococcus minutus</i> (F.E.Fritsch)							
Nygaard	CHRMIN	X3					
<i>Chrysococcus</i> sp.	CHRSP	X3	1,89	14,90		1,28	0,81
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	COCPLA	TB		0,07			0,13
<i>Cocconeis pseudomarginata</i> Gregory	COCPSE	TB				0,07	
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	CYCMEN	C	0,34	0,20			0,07
<i>Cyclotella radiosa</i> (Grunow) Lemmermann	CYCRAD	B				0,07	
<i>Cyclotella</i> spp.	CYCSP	B		0,88		0,67	0,13
<i>Cymbella tumida</i> (Brébisson) van Heurck	CYMTUM	TB	0,07				
<i>Dinobryon divergens</i> O.E.Imhof	DINDIV	E	0,21	0,78		0,10	
<i>Epithemia turgida</i> (Ehrenberg) Kützing	EPITUR	TB					0,07
<i>Fragilaria acus</i> (Kützing) Lange-Bertalot	FRAACU	D		0,07		0,34	0,27
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières	FRACAP	P			0,02		
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg	GOMACU	TB				0,07	
<i>Kephyrion ovale</i> (Lackey) Huber-Pestalozzi	KEPOVA	X2	0,13	0,88		0,94	0,74
<i>Mallomonas ploesslii</i> Perty	MALPLO	E					0,07
<i>Mallomonas</i> sp. Perty	MALSP	E					0,07
<i>Melosira</i> sp.	MELSP	TB	0,07				
<i>Melosira varians</i> C.Agardh	MELVAR	TB		0,13		0,13	
<i>Navicula lanceolata</i> Ehrenberg	NAVLAN	TB				0,07	
<i>Navicula</i> spp.	NAVSP	TB	0,13	0,13	0,04	0,07	
<i>Navicula viridula</i> (Kützing) Ehrenberg	NAVIR	TB	0,07				
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W.Smith	NITACI	MP	0,27	1,21		0,27	
<i>Nitzschia gracilis</i> Hantzsch	NITGRA	D	0,07				
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith	NITPAL	TB					0,07
<i>Nitzschia recta</i> Hantzsch ex Rabenhorst	NITREC	D				0,07	
<i>Nitzschia sigma</i> (Kützing) W.Smith	NITSIG	D				0,07	
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh)							
Lange-Bertalot	RHOABB	TB					0,07
<i>Stenokalyx tubiformis</i> (Fott) Fott	STETUB	X2		0,27			
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grunow	STEHAN	D				0,27	
<i>Synura uvella</i> Ehrenberg	SYNUVE	WS	0,09				
<i>Tribonema vulgare</i> Pascher	TRIVUL	T				0,07	
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) P.Compère	ULNULN	D		0,40	0,04		
Nedeterminirano	NEDET					0,54	
<b>Ukupan broj jedinki fitoplanktona</b>			<b>9,74</b>	<b>44,54</b>	<b>7,37</b>	<b>18,64</b>	<b>32,77</b>

Prilog 4. Broj jedinki fitoplanktona tijekom istraživnog razdoblja na postaji 4

<b>POSTAJA 4</b>				broj jedinki fitoplanktona (x10 <sup>6</sup> ind./L)				
Vrsta	Kod vrste	FG	veljača	ožujak	travanj	svibanj	lipanj	
<b>Charophyta</b>								
<i>Mougeotia</i> sp.	MOUSP	T		0,07		0,20		
<b>Chlorophyta</b>								
<i>Acutodesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Tsarenko	ACUACU	J	0,13				0,03	
<i>Crucigenia quadrata</i> Morren	CRUQUA	J		0,20			0,20	
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirchner) Kuntze	CRUTET	J				0,07	0,13	
<i>Desmodesmus bicaudatus</i> (Dedusenko) P.M.Tsarenko	DESBIC	J			0,07		0,10	
<i>Desmodesmus bicellularis</i> (Chodat) S.S.An, T.Friedl & E.Hegewald	DESBIC	X1				0,07		
<i>Desmodesmus brasiliensis</i> (Bohlin) E.Hegewald	DESBRA	J					0,03	
<i>Desmodesmus communis</i> (E.H.Hegewald) E.H.Hegewald	DESCOM	J	0,07		0,13		0,03	
<i>Franceia ovalis</i> (Francé) Lemmermann	FRAOVA	X2					0,03	
<i>Koliella longiseta</i> (Vischer) Hindák	KOLLON	X3	0,94	0,20				
<i>Lagerheimia genevensis</i> (Chodat) Chodat	LAGGEN	J	0,07					
<i>Lagerheimia marssonii</i> Lemmermann	LAGMAR	J					0,03	
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korshikov) Hindák	MONARC	X1	0,13	0,40	0,09	1,96	0,03	
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová	MONCON	X1	0,67	2,29	1,48	0,07		
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley) Komárková-Legnerová	MONGRI	X1				1,01		
<i>Monoraphidium irregulare</i> (G.M.Smith) Komárková-Legnerová	MONIRR	X1	0,81	7,55	0,09			
<i>Monoraphidium minutum</i> (Nägeli) Komárková-Legnerová	MONMIN	X1				1,42	0,07	
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	PEDDUP	J					0,03	
<i>Pseudodidymocystis planctonica</i> (Korshikov) E.Hegewald & Deason	PSEPLA	X1	0,20		0,09		1,92	
<i>Pteromonas</i> sp.	PTESP	X2					0,20	
<i>Raphidocelis danubiana</i> (Hindák) Marvan, Komárek & Comas	RAPDAN	F	0,88	0,67			0,98	
<i>Scenedesmus ecornis</i> (Ehrenberg) Chodat	SCEECO	J	0,20	0,07				
<i>Scenedesmus ellipticus</i> Corda	SCEELL	J			0,04	0,13	0,03	
<i>Schroederia</i> sp.	SCHSP	X1				0,20		
<i>Tetraedron caudatum</i> (Corda) Hansgirg	TATCAU	J					0,03	
<i>Tetraedron minimum</i> (A.Braun) Hansgirg	TETMIN	J					0,03	
<i>Tetraedron trigonum</i> (Nägeli) Hansgirg	TETTRI	J				0,34	0,03	
<i>Tetraedron trilobulatum</i> (Reinsch) Hansgirg	TETTRIL	J		0,07				
<i>Tetrastrum glabrum</i> (Y.V.Roll) Ahlstrom & Tiffany	TETGLA	J		0,13		0,07	0,10	
<i>Tetrastrum</i> sp.	TETSP	J			0,09			

**Cryptophyta**

<i>Cryptomonas erosa</i> Ehrenberg	CRYERO	Y	0,07	0,20		0,13	0,47
<i>Cryptomonas ovata</i> Ehrenberg	CRYOVA	Y	0,54	0,47		0,34	0,17
<i>Cryptomonas</i> sp.	CRYSP	Y			0,02		

**Cyanobacteria**

<i>Anabaenopsis arnoldii</i> Aptekarj	ANAARN	H1					0,24
<i>Aphanocapsa planctonica</i> (G.M.Smith) Komárek & Anagnostidis	APHPLA	K					0,17
<i>Chroococcus dispersus</i> (Keissler) Lemmermann	CHRDIS	L0				0,20	
<i>Chroococcus minutus</i> (Kützing) Nägeli	CHRMIN	L0				0,20	0,10
<i>Chroococcus</i> sp.	CHRSP	L0			0,16		
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (Woloszynska) Seenayya & Subba Raju	CYLRAC	SN					0,03
<i>Gloeocapsa</i> sp.	GLOSP	TC	0,34	0,74			0,30
<i>Heteroleibleinia</i> sp.	HETSP	TC		0,27			
<i>Leptolyngbya fragilis</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek	LEPFRAG	TC					0,07
<i>Phormidesmis molle</i> (Gomont) Turicchia, Ventura, Komárková & Komárek	PHOMOL	TC				0,13	
<i>Phormidium</i> spp.	PHOSPP	TC	0,20				0,30
<i>Phormidium uncinatum</i> Gomont ex Gomont	PHOUNC	TC				0,13	
<i>Planktolyngbya limnetica</i> (Lemmermann) J.Komárková-Legnerová & G.Cronberg	PLALIM	S1	0,07			0,67	0,24
<i>Planktothrix agardhii</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek	PLAAGA	S1			0,04		0,03
<i>Snowella lacustris</i> (Chodat) Komárek & Hindák	SNOLAC	L0	0,61	0,88			0,84
<i>Synechococcus</i> sp.	SYNSP	K					0,74

**Euglenozoa**

<i>Euglena minima</i> Francé	EUGMIN	W1			0,02		
<i>Lepocinclis globulus</i> Perty	LEPGLO	W1				0,20	
<i>Monomorphina pyrum</i> (Ehrenberg) Mereschkowsky	MONPYR	W1			0,02		
<i>Phacus caudatus</i> Hübner	PHACAU	W1	0,20				
<i>Phacus longicauda</i> (Ehrenberg) Dujardin	PHALON	W1		0,40			
<i>Phacus pusillus</i> Lemmermann	PHAPUS	W1	0,88	0,27			
<i>Trachelomonas oblonga</i> Lemmermann	TRAOBL	W2		0,20		0,20	
<i>Trachelomonas volvocina</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	TRAVOL	W2	1,15			0,13	0,17

**Myzozoa**

<i>Naiadinium polonicum</i> (Woloszynska)	NAIPOL	L0		0,13			
<i>Peridiniopsis</i> sp.	GLESP	Y				0,34	
<i>Peridinium bipes</i> Stein	PERBIP	L0				0,07	

**Ochrophyta**

<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	ACHMIN	TB		0,07			
<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing	AMPOVA	TB	0,07				

<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	AULGRA	P				0,13	
<i>Brebissonia lanceolata</i> (C.Agardh) Mahoney & Reimer	BRELAN	TB				0,07	
<i>Centritractus</i> sp.	CENSP	J				0,13	0,13
<i>Chrysococcus minutus</i> (F.E.Fritsch) Nygaard	CHRMIN	X3			0,13		
<i>Chrysococcus</i> sp.	CHRSP	X3	3,78	2,70		0,07	0,07
<i>Cocconeis neodiminuta</i> Krammer	COCNEO	TB					0,03
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	COCPLA	TB					0,03
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	CYCMEN	C		0,20		0,27	
<i>Cyclotella</i> spp.	CYCSPP	B	0,13	0,13			0,24
<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W.Smith	CYMSOL	TB	0,07				
<i>Cymbella tumida</i> (Brébisson) van Heurck	CYMTUM	TB				0,07	
<i>Dinobryon divergens</i> O.E.Imhof	DINDIV	E	0,08	0,61	0,11		
<i>Encyonema ventricosum</i> (C.Agardh) Grunow	ENCVEN	TB				0,07	0,07
<i>Fragilaria acus</i> (Kützing) Lange-Bertalot	FRAACU	D			0,02	0,07	0,03
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières	FRACAP	P			0,02		
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	FRACRO	P	0,07				
<i>Kephyrion ovale</i> (Lackey) Huber-Pestalozzi	KEPOVA	X2		0,07			
<i>Kephyrion</i> sp.	KEPSP	X2		0,07			
<i>Lindavia comta</i> (Kützing) Nakov, Gullory, Julius, Theriot & Alverson	LINCOM	B				0,40	
<i>Melosira</i> sp.	MELSP	TB				0,13	
<i>Melosira varians</i> C.Agardh	MELVAR	TB		0,07	0,02		
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	NAVCRY	TB		0,20			0,03
<i>Navicula</i> spp.	NAVSP	TB	0,07	0,07	0,13	0,27	0,24
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W.Smith	NITACI	MP	0,20	0,07		0,13	
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Rabenhorst	NITDIS	D					0,07
<i>Nitzschia gracilis</i> Hantzsch	NITGRA	D			0,04		
<i>Nitzschia recta</i> Hantzsch ex Rabenhorst	NITREC	D		0,07			
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) Otto Müller	RHOGIB	TB				0,34	
<i>Staurosira construens</i> Ehrenberg	STACON	TB	0,07				0,03
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grunow	STEHAN	D			0,02		
<i>Synura uvella</i> Ehrenberg	SYNUVE	WS	0,13	0,07	1,89		
<i>Tribonema vulgare</i> Pascher	TRIVUL	T				0,34	
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) P.Compère	ULNULN	D	0,07	23,13	0,02		0,03
Nedeterminirano	NEDET				0,16		
<b>Ukupan broj jedinki fitoplanktona</b>			<b>12,89</b>	<b>42,75</b>	<b>4,95</b>	<b>10,79</b>	<b>8,96</b>

Prilog 5. Broj jedinki fitoplanktona tijekom istraživanog razdoblja na postaji 5

<b>POSTAJA 5</b>				broj jedinki fitoplanktona (x10 <sup>6</sup> ind./L)				
Vrsta	Kod vrste	FG	veljača	ožujak	travanj	svibanj	lipanj	
<b>Charophyta</b>								
<i>Cosmarium botrytis</i> Meneghini ex Ralfs	COSBOT	N					0,05	
<i>Cosmarium phaseolus</i> Brébisson ex Ralfs	COSPHA	N					0,01	
<b>Chlorophyta</b>								
<i>Crucigenia quadrata</i> Morren	CRUQUA	J		0,07				
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirchner) Kuntze	CRUTET	J					0,04	
<i>Desmodesmus communis</i> (E.H.Hegewald) E.H.Hegewald	DESCOM	J					0,01	
<i>Desmodesmus opoliensis</i> var. <i>carinatus</i> (Lemmermann) E.Hegewald	DESOPO	J	0,01					
<i>Didymocystis inermis</i> (Fott) Fott	DIDINE	X1		0,13			0,01	
<i>Koliella longiseta</i> (Vischer) Hindák	KOLLON	X3	0,03	0,07			0,04	
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korshikov) Hindák	MONARC	X1		0,13		0,36	0,03	
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová	MONCON	X1	0,01	1,01	0,29	0,07	0,13	
<i>Monoraphidium irregulare</i> (G.M.Smith) Komárková-Legnerová	MONIRR	X1	0,11	2,02	0,06	0,03		
<i>Monoraphidium minutum</i> (Nägeli) Komárková-Legnerová	MONMIN	X1		0,07			0,01	
<i>Pseudodidymocystis planctonica</i> (Korshikov) E.Hegewald & Deason	PSEPLA	X1			0,03		0,09	
<i>Pteromonas</i> sp.	PTESP	X2					0,07	
<i>Raphidocelis danubiana</i> (Hindák) Marvan, Komárek & Comas	RAPDAN	F	0,04		0,10		0,27	
<i>Scenedesmus ellipticus</i> Corda	SCEELL	J		0,07		0,01	0,03	
<i>Tetraedron minimum</i> (A.Braun) Hansgirg	TETMIN	J					0,01	
<i>Tetraedron trigonum</i> (Nägeli) Hansgirg	TETTRI	J				0,01	0,01	
<i>Tetraedron trilobulatum</i> (Reinsch) Hansgirg	TETTRIL	J					0,04	
<i>Tetrastrum glabrum</i> (Y.V.Roll) Ahlstrom & Tiffany	TETGLA	J					0,03	
<b>Cryptophyta</b>								
<i>Cryptomonas erosa</i> Ehrenberg	CRYERO	Y	0,08	0,20		0,24	0,42	
<i>Cryptomonas ovata</i> Ehrenberg	CRYOVA	Y	0,07	0,27		0,03	0,15	
<b>Cyanobacteria</b>								
<i>Anabaena catenula</i> Kützing ex Bornet & Flahault	ANACAT	H1					0,07	
<i>Chroococcus minutus</i> (Kützing) Nägeli	CHRMIN	L0					0,01	
<i>Gloeocapsa</i> sp.	GLOSP	TC	0,05				0,15	
<i>Leptolyngbya fragilis</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek	LEPFRAG	TC					0,04	
<i>Limnothrix redekei</i> (van Goor) M.E.Meffert	LIMRED	S1				0,01	0,05	
<i>Oscillatoria tenuis</i> C.Agardh ex Gomont	OSCTEN	TC					0,01	

<i>Phormidium</i> spp.	PHOSPP	TC						0,01
<i>Planktolyngbya limnetica</i> (Lemmermann)								
J.Komárková-Legnerová & G.Cronberg	PLALIM	S1			0,06		0,07	0,16
<i>Planktothrix agardhii</i> (Gomont)								
Anagnostidis & Komárek	PLAAGA	S1						0,05
<i>Pseudanabaena limnetica</i> (Lemmermann)								
Komárek	PSELIM	S1	0,01				0,03	
<i>Snowella lacustris</i> (Chodat) Komárek & Hindák								
Hindák	SNOLAC	L0			0,34			0,13
<i>Synechococcus</i> sp.	SYNSP	K						0,16
<b>Euglenozoa</b>								
<i>Euglena</i> sp.	EUGSP	W1	0,01					
<i>Phacus caudatus</i> Hübner	PHACAU	W1			0,13			0,04
<i>Phacus pleuronectes</i> (O.F.Müller) Nitzsch ex Dujardin	PHAPLE	W1						0,01
<i>Phacus pusillus</i> Lemmermann	PHAPUS	W1	0,09		0,20			
<i>Phacus</i> spp.	PHASPP	W1	0,04					0,01
<i>Trachelomonas abrupta</i> Svirenko	TRAABR	W2						0,01
<i>Trachelomonas oblonga</i> Lemmermann	TRAOBL	W2			0,20			0,03
<i>Trachelomonas volvocina</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	TRAVOL	W2			0,47		0,03	0,24
<b>Myzozoa</b>								
<i>Gymnodinium uberrimum</i> (G.J.Allman) Kofoid & Swezy	GYMUBE	Y					0,01	
<i>Peridiniopsis</i> sp.	GLESP	Y			15,24			0,05
<i>Peridinium bipes</i> Stein	PERBIP	L0			0,13			
<i>Peridinium wolzii</i> Lemmermann	PERWOL	L0	0,20					
<b>Ochrophyta</b>								
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	ACHMIN	TB			0,20			0,04
<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing	AMPOVA	TB			0,07			0,01
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	AULGRA	P				0,29		
<i>Chrysococcus</i> sp.	CHRSP	X3	0,39		5,39		0,03	
<i>Craticula cuspidata</i> (Kützing) D.G.Mann	CRACUS	MP						0,01
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	CYCMEN	C					0,07	
<i>Cyclotella</i> spp.	CYCSP	B	0,04			10,21	0,03	0,07
<i>Dinobryon divergens</i> O.E.Imhof	DINDIV	E	0,01		0,30			
<i>Encyonema ventricosum</i> (C.Agardh) Grunow	ENCVEN	TB					0,01	0,03
<i>Epithemia turgida</i> (Ehrenberg) Kützing	EPITUR	TB				0,03		
<i>Fragilaria acus</i> (Kützing) Lange-Bertalot	FRAACU	D			0,07	0,06	0,03	0,11
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg	GOMTRU	TB					0,01	
<i>Kephyrion ovale</i> (Lackey) Huber-Pestalozzi	KEPOVA	X2	0,34		1,35		0,08	0,01
<i>Mallomonas ploesslii</i> Perty	MALPLO	E						0,01
<i>Melosira</i> sp.	MELSP	TB			0,07	0,03	0,01	
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	NAVCRY	TB	0,03		0,07			
<i>Navicula</i> spp.	NAVSP	TB	0,01		0,20	0,10	0,01	0,13

<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W.Smith	NITACI	MP	0,01	0,13			
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith	NITPAL	TB				0,03	0,04
<i>Nitzschia sigmaidea</i> (Nitzsch) W.Smith	NITSIG	D		0,07			
<i>Nitzschia</i> sp.	NITSP	D		0,07			
<i>Pinnularia gibba</i> Ehrenberg	PINGIB	TB					0,05
<i>Pinnularia krockii</i> (Grunow) Hustedt	PINKRO	TB			0,03		
<i>Staurosira construens</i> Ehrenberg	STACON	TB					0,01
<i>Stenokalyx tubiformis</i> (Fott) Fott	STETUB	X2		0,13			
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grunow	STEHAN	D		0,07			0,01
<i>Synura uvella</i> Ehrenberg	SYNUVE	WS	0,03	0,10			
<i>Tribonema vulgare</i> Pascher	TRIVUL	T		0,07			
<i>Ulnaria capitata</i> (Ehrenberg) Compère	ULNCAP	D	0,01				
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) P.Compère	ULNULN	D	0,03	0,07		0,03	
<b>Ukupan broj jedinki fitoplanktona</b>			<b>1,67</b>	<b>29,20</b>	<b>11,30</b>	<b>1,24</b>	<b>3,28</b>



Prilog 6. Broj jedinki fitoplanktona tijekom istraživanog razdoblja na postaji 6

POSTAJA 6	broj jedinki fitoplanktona (x10 <sup>6</sup> ind./L)							
	Vrsta	Kod vrste	FG	veljača	ožujak	travanj	svibanj	lipanj
<b>Charophyta</b>								
<i>Closterium leibleinii</i> Kützing ex Ralfs	CLOLEI	P						0,01
<i>Closterium</i> sp.	CLOSP	P					0,07	
<i>Cosmarium botrytis</i> Meneghini ex Ralfs	COSBOT	N						0,07
<i>Mougeotia</i> sp.	MOUSP	T						0,07
<i>Staurastrum inflexum</i> Brébisson	STAINF	P						0,01
<b>Chlorophyta</b>								
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerheim	ACTHAN	J						0,01
<i>Chlamydomonas globosa</i> J.W.Snow	CHLGLO	X2	1,89					
<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli	COEMIC	J						0,03
<i>Desmodesmus bicellularis</i> (Chodat) S.S.An, T.Friedl & E.Hegewald	DESBIC	X1			0,40			
<i>Didymocystis inermis</i> (Fott) Fott	DIDINE	X1			0,13			
<i>Koliella longiseta</i> (Vischer) Hindák	KOLLON	X3	0,47	0,07		0,03		
<i>Lagerheimia marssonii</i> Lemmermann	LAGMAR	J					0,03	
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korshikov) Hindák	MONARC	X1	0,07					
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová	MONCON	X1	0,20	0,47		0,27	0,10	
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley) Komárková-Legnerová	MONGRI	X1					0,03	0,05
<i>Monoraphidium irregulare</i> (G.M.Smith) Komárková-Legnerová	MONIRR	X1	0,34	0,20		0,08	0,03	
<i>Monoraphidium minutum</i> (Nägeli) Komárková-Legnerová	MONMIN	X1	0,20	0,13				
<i>Raphidocelis danubiana</i> (Hindák) Marvan, Komárek & Comas	RAPDAN	F			0,40			0,01
<i>Raphidonema planctonicum</i> (Hindák) Hoham	RAPPLA	X3			0,54			
<i>Scenedesmus ellipticus</i> Corda	SCELL	J					0,03	0,01
<i>Ulothrix zonata</i> (Weber & Mohr) Kützing	ULOZON	MP					0,07	
<b>Cryptophyta</b>								
<i>Cryptomonas erosa</i> Ehrenberg	CRYERO	Y	0,27	0,40			0,17	0,03
<i>Cryptomonas ovata</i> Ehrenberg	CRYOVA	Y	1,28					
<i>Cryptomonas</i> sp.	CRYSP	Y					0,10	
<b>Cyanobacteria</b>								
<i>Anabaena catenula</i> Kützing ex Bornet & Flahault	ANACAT	H1						0,12
<i>Chroococcus</i> sp.	CHRSP	L0				0,38		
<i>Gloeocapsa</i> sp.	GLOSP	TC			1,01			0,03
<i>Leptolyngbya fragilis</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek	LEPFRAG	TC						0,03
<i>Limnothrix redekei</i> (van Goor) M.E.Meffert	LIMRED	S1				0,03	0,13	

<i>Phormidesmis molle</i> (Gomont) Turicchia, Ventura, Komárková & Komárek	PHOMOL	TC					0,13	
<i>Phormidium</i> spp.	PHOSPP	TC		0,20	0,06		0,20	
<i>Phormidium uncinatum</i> Gomont ex Gomont	PHOUNC	TC						0,23
<i>Planktolyngbya limnetica</i> (Lemmermann) J.Komárková-Legnerová & G.Cronberg	PLALIM	S1		0,20	0,08		0,07	0,01
<i>Pseudanabaena limnetica</i> (Lemmermann) Komárek	PSELIM	S1			0,02		0,03	
<i>Snowella lacustris</i> (Chodat) Komárek & Hindák	SNOLAC	L0	0,13	0,27				0,01
<b>Euglenozoa</b>								
<i>Lepocinclis acus</i> (O.F.Müller) Marin & Melkonian	LEPACU	W1	0,07					
<i>Monomorphina pyrum</i> (Ehrenberg) Mereschkowsky	MONPYR	W1			0,03			
<i>Phacus caudatus</i> Hübner	PHACAU	W1	0,07	0,13				
<i>Phacus pusillus</i> Lemmermann	PHAPUS	W1	0,81					
<i>Trachelomonas oblonga</i> Lemmermann	TRAOBL	W2	1,96	0,07			0,03	
<i>Trachelomonas volvocina</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	TRAVOL	W2	0,34	0,20	0,02		0,07	0,04
<b>Myzozoa</b>								
<i>Gymnodinium uberrimum</i> (G.J.Allman) Kofoid & Swezy	GYMUBE	Y					0,03	
<i>Naiadinium polonicum</i> (Woloszynska)	NAIPOL	L0		0,07				
<i>Peridiniopsis cunningtonii</i> Lemmermann	PERCUN	L0	0,07					
<i>Peridiniopsis</i> sp.	GLESP	Y	0,07				0,03	0,01
<b>Ochrophyta</b>								
<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing	AMPOVA	TB					0,03	
<i>Brebissonia lanceolata</i> (C.Agardh) Mahoney & Reimer	BRELAN	TB						0,04
<i>Centrtractus</i> sp.	CENSP	J					0,07	
<i>Chrysococcus</i> sp.	CHRSP	X3	5,39	3,37			0,07	
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	COCPLA	TB						0,03
<i>Craticula cuspidata</i> (Kützing) D.G.Mann	CRACUS	MP					0,03	0,12
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	CYCMEN	C		0,13				
<i>Cyclotella</i> spp.	CYCSPP	B	1,82	0,74	2,03		0,24	0,04
<i>Cymbella tumida</i> (Brébisson) van Heurck	CYMTUM	TB			0,02			0,01
<i>Dinobryon divergens</i> O.E.Imhof	DINDIV	E	0,24	0,10				
<i>Encyonema ventricosum</i> (C.Agardh) Grunow	ENCVEN	TB					0,20	0,04
<i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson	EPIADN	TB						0,03
<i>Fragilaria acus</i> (Kützing) Lange-Bertalot	FRAACU	D	0,34	0,07	0,03		1,31	0,12
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières	FRACAP	P					0,27	
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg	GOMACU	TB		0,07				0,03
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg	GOMTRU	TB					0,20	0,08
<i>Kephyrion ovale</i> (Lackey) Huber-Pestalozzi	KEPOVA	X2	1,55	0,34	0,10			
<i>Mallomonas</i> sp. Perty	MALSP	E						0,01

<i>Melosira</i> sp.	MELSP	TB			0,02		
<i>Melosira varians</i> C.Agardh	MELVAR	TB		0,13		0,78	0,15
<i>Navicula cincta</i> (Ehrenberg) Ralfs	NAVCIN	TB					0,05
<i>Navicula lanceolata</i> Ehrenberg	NAVLAN	TB				0,07	
<i>Navicula</i> spp.	NAVSP	TB		0,07	0,08	0,07	0,11
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W.Smith	NITACI	MP	0,07	0,27	0,02	0,40	
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Rabenhorst	NITDIS	D			0,08		
<i>Nitzschia gracilis</i> Hantzsch	NITGRA	D				0,03	
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith	NITPAL	TB				0,64	0,07
<i>Nitzschia</i> sp.	NITSP	D					0,01
<i>Pinnularia gibba</i> Ehrenberg	PINGIB	TB					0,04
<i>Skeletonema costatum</i> (Greville) Cleve	SKECOS	D				0,03	
<i>Stausira construens</i> Ehrenberg	STACON	TB				0,20	0,03
<i>Stenokalyx tubiformis</i> (Fott) Fott	STETUB	X2	0,27				
<i>Stephanodiscus</i> spp.	STESPP	D	1,08	0,88			
<i>Synedra superba</i> Kützing	SYNSUP	D			0,02		
<i>Synura uvella</i> Ehrenberg	SYNUVE	WS	0,33	0,10			
<i>Tribonema vulgare</i> Pascher	TRIVUL	T		0,07		0,27	
<i>Ulnaria capitata</i> (Ehrenberg) Compère	ULNCAP	D				0,07	0,02
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) P.Compère	ULNULN	D	0,07	0,13	0,21	1,31	0,09
<b>Ukupan broj jedinki fitoplanktona</b>			19,38	11,40	3,60	7,69	1,92

Prilog 7. Broj jedinki fitoplanktona tijekom istraživanog razdoblja na postaji 7

POSTAJA 7	broj jedinki fitoplanktona (x10 <sup>6</sup> ind./L)							
	Vrsta	Kod vrste	FG	veljača	ožujak	travanj	svibanj	lipanj
<b>Charophyta</b>								
<i>Cosmarium phaseolus</i> Brébisson ex Ralfs	COSPHA	N						0,13
<i>Staurastrum gracile</i> Ralfs ex Ralfs	STAGRA	P						0,07
<b>Chlorophyta</b>								
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerheim	ACTHAN	J				0,27		0,07
<i>Acutodesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Tsarenko	ACUACU	J		0,07		0,27	0,20	0,07
<i>Chlamydomonas</i> sp.	CHLSP	X2		0,13				
<i>Crucigenia quadrata</i> Morren	CRUQUA	J					0,07	
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirchner) Kuntze	CRUTET	J					0,07	0,13
<i>Desmodesmus bicaudatus</i> (Dedusenko) P.M.Tsarenko	DESBIC	J				0,07	0,61	0,07
<i>Desmodesmus communis</i> (E.H.Hegewald) E.H.Hegewald	DESCOM	J			0,07	0,34	0,34	
<i>Didymocystis inermis</i> (Fott) Fott	DIDINE	X1			0,47	0,47		0,40
<i>Koliella longiseta</i> (Vischer) Hindák	KOLLON	X3		0,27	0,20	3,37		1,08
<i>Lagerheimia genevensis</i> (Chodat) Chodat	LAGGEN	J				0,13		0,07
<i>Lagerheimia wratislaviensis</i> Schröder	LAGWRA	J					0,13	
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korshikov) Hindák	MONARC	X1		0,07		0,54	0,13	
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová	MONCON	X1		0,13	0,07	2,56	2,36	0,27
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley) Komárková-Legnerová	MONGRI	X1				0,47		
<i>Monoraphidium irregulare</i> (G.M.Smith) Komárková-Legnerová	MONIRR	X1			0,27		0,54	0,13
<i>Monoraphidium minutum</i> (Nägeli) Komárková-Legnerová	MONMIN	X1			0,07		0,27	0,07
<i>Pandorina morum</i> (O.F.Müller) Bory de Saint-Vincent	PANMOR	G						0,07
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	PEDDUP	J						0,07
<i>Pseudodidymocystis planctonica</i> (Korshikov) E.Hegewald & Deason	PSEPLA	X1		0,13		0,34	0,81	0,47
<i>Pteromonas</i> sp.	PTESP	X2						0,27
<i>Raphidocelis danubiana</i> (Hindák) Marvan, Komárek & Comas	RAPDAN	F		0,13	0,54	5,12	2,02	1,21
<i>Raphidonema planctonicum</i> (Hindák) Hoham	RAPPLA	X3		0,07	0,13			
<i>Scenedesmus ecornis</i> (Ehrenberg) Chodat	SCEECO	J		0,07				
<i>Scenedesmus ellipticus</i> Corda	SCEELL	J					0,34	0,13
<i>Selenastrum bibraianum</i> Reinsch	SELBIB	X1					0,07	
<i>Tetraedron caudatum</i> (Corda) Hansgirg	TATCAU	J				0,07	0,07	0,07
<i>Tetraedron minimum</i> (A.Braun) Hansgirg	TETMIN	J					0,27	
<i>Tetraedron triangulare</i> Korshikov	TETTRIAN	J					0,20	
<i>Tetraedron trigonum</i> (Nägeli) Hansgirg	TETTRI	J					0,13	

<i>Tetrastrum glabrum</i> (Y.V.Roll) Ahlstrom & Tiffany	TETGLA	J						0,13
<b>Cryptophyta</b>								
<i>Cryptomonas erosa</i> Ehrenberg	CRYERO	Y		0,07				1,62
<i>Cryptomonas ovata</i> Ehrenberg	CRYOVA	Y	0,40	0,27				2,43
<i>Cryptomonas</i> sp.	CRYSP	Y			0,13	0,07		0,20
<b>Cyanobacteria</b>								
<i>Anabaena catenula</i> Kützing ex Bornet & Flahault	ANACAT	H1						0,07
<i>Chroococcus minutus</i> (Kützing) Nägeli	CHRMIN	L0						0,13
<i>Chroococcus</i> sp.	CHRSP	L0				0,40		
<i>Chroococcus turgidus</i> (Kützing) Nägeli	CHRTUR	L0			0,20			
<i>Gloeocapsa</i> sp.	GLOSP	TC	0,10	0,47				0,44
<i>Leptolyngbya fragilis</i> (Gomont)								
Anagnostidis & Komárek	LEPFRAG	TC						0,07
<i>Limnothrix redekei</i> (van Goor) M.E.Meffert	LIMRED	S1			0,81			0,07
<i>Oscillatoria planctonica</i> Woloszynska	OSCPLA	TC		0,07				0,27
<i>Phormidium</i> spp.	PHOSPP	TC		0,20		0,07		0,67
<i>Planktolyngbya limnetica</i> (Lemmermann)								
J.Komárková-Legnerová & G.Cronberg	PLALIM	S1			0,54	0,40		0,74
<i>Planktothrix agardhii</i> (Gomont)								
Anagnostidis & Komárek	PLAAGA	S1						0,27
<i>Pseudanabaena limnetica</i> (Lemmermann)								
Komárek	PSELIM	S1		0,07	0,34	0,07		
<i>Snowella lacustris</i> (Chodat) Komárek & Hindák	SNOLAC	L0		0,47		33,84		0,95
<i>Synechococcus</i> sp.	SYNSP	K						0,34
<b>Euglenozoa</b>								
<i>Euglena viridis</i> (O.F.Müller) Ehrenberg	EUGVIR	W1						0,07
<i>Eugleniformis proxima</i> (Dangeard)								
M.S.Bennett & Triemer	EUGPRO	W1		0,13				
<i>Phacus caudatus</i> Hübner	PHACAU	W1		0,07				
<i>Phacus pusillus</i> Lemmermann	PHAPUS	W1	0,20					
<i>Trachelomonas oblonga</i> Lemmermann	TRAOBL	W2	0,27		0,13			
<i>Trachelomonas planctonica</i> Svirenko	TRAPLA	W2						0,61
<i>Trachelomonas volvocina</i> (Ehrenberg)								
Ehrenberg	TRAVOL	W2	0,34	0,27	0,34	0,20		0,07
<b>Myzozoa</b>								
<i>Gymnodinium</i> sp.	GYMSP	Y	1,21					
<i>Naiadinium polonicum</i> (Woloszynska)	NAIPOL	L0	0,07					
<i>Peridiniopsis</i> sp.	GLESP	Y	0,40					0,27
<b>Ochrophyta</b>								
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing)								
Czarnecki	ACHMIN	TB	0,34	0,20				0,13
<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing	AMPOVA	TB						0,07

<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg)								
Simonsen	AULGRA	P						0,13
<i>Centrtractus</i> sp.	CENSP	J						0,13
<i>Chrysococcus</i> sp.	CHRSP	X3	0,40	0,94	2,70			
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	COCPLA	TB	0,07					0,07
<i>Craticula cuspidata</i> (Kützing) D.G.Mann	CRACUS	MP	0,07					
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	CYCMEN	C		0,07	0,07	0,47		
<i>Cyclotella</i> spp.	CYCSPP	B	0,67	0,20	0,67	1,01		0,67
<i>Dinobryon divergens</i> O.E.Imhof	DINDIV	E	0,12	0,06	0,34			0,07
<i>Encyonema ventricosum</i> (C.Agardh)								
Grunow	ENCVEN	TB	0,13	0,07				
<i>Epithemia</i> sp.	EPISP	TB			0,13			
<i>Fragilaria acus</i> (Kützing) Lange-Bertalot	FRAACU	D	0,27		0,07	0,13		1,28
<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg	GOMGRA	TB			0,07			
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann)								
Brébisson	GOMOLI	TB		0,07				
<i>Hippodonta hungarica</i> (Grunow) Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski	HIPHUN	TB	0,07					
<i>Kephyrion ovale</i> (Lackey) Huber-Pestalozzi	KEPOVA	X2	0,07	0,27	0,54	0,13		0,07
<i>Melosira</i> sp.	MELSP	TB	0,54		0,07			0,07
<i>Melosira varians</i> C.Agardh	MELVAR	TB						0,07
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	NAVCRY	TB	0,20	0,07				0,07
<i>Navicula</i> spp.	NAVSP	TB		0,07	0,40	0,27		0,07
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W.Smith	NITACI	MP			0,74			
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith	NITPAL	TB						0,40
<i>Nitzschia</i> sp.	NITSP	D			0,13			
<i>Pinnularia krockii</i> (Grunow) Hustedt	PINKRO	TB			0,07			
<i>Pinnularia major</i> (Kützing) Rabenhorst	PINMAJ	TB			0,07			
<i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg	PINVIR	TB			0,13			
<i>Staurosira construens</i> Ehrenberg	STACON	TB						0,07
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grunow	STEPHAN	D				0,07		
<i>Stephanodiscus</i> spp.	STESPP	D	9,71	0,27				
<i>Synura uvella</i> Ehrenberg	SYNUVE	WS	0,74	0,26				
<i>Tribonema vulgare</i> Pascher	TRIVUL	T	0,07					0,07
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) P.Compère	ULNULN	D	0,07	0,27	1,15			0,13
<i>Vacuolaria</i> sp.	VACSP	W1		0,67				
Nedeterminirano	NEDET				2,83			
<b>Ukupan broj jedinki fitoplanktona</b>			<b>17,61</b>	<b>7,40</b>	<b>26,70</b>	<b>45,78</b>	<b>17,84</b>	