

Raznolikost mikroflora na prirodnim podlogama u jezeru Jošava

Davidović, Ramona-Ana

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

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:181:171513>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-18**



**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

Preddiplomski sveučilišni studij Biologija

Ramona-Ana Davidović

Raznolikost mikrofitna na prirodnim podlogama u jezeru Jošava

Završni rad

Osijek, 2019.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Završni rad

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Odjel za biologiju

Preddiplomski sveučilišni studij Biologija

Znanstveno područje: Prirodne znanosti

Znanstveno polje: Biologija

RAZNOLIKOST MIKROFITA NA PRIRODNIM PODLOGAMA U JEZERU JOŠAVA

Ramona-Ana Davidović

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

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

Komentor: Dr.sc. Dubravka Špoljarić Maronić, doc.

Kratak sažetak završnog rada:

Istraživanje fizikalno-kemijskih svojstava vode i sastava mikrofitskih zajednica na prirodnim podlogama (trska i kamen) provedeno je u travnju 2018. godine na četiri različite postaje duž jezera Jošava. Utvrđene su visoke koncentracije hranjivih tvari i klorofila u vodi što ukazuje na eutrofizaciju istraživanog jezera. Mikrofitske zajednice su bile dobro razvijene u obraštaju na istraživanim prirodnim podlogama na svim postajama, ali su utvrđene razlike u njihovu sastavu te stupnju razvoja obraštaja na pojedinim postajama. Klimaks razvoja mikrofitske zajednice utvrđen je na prvoj postaji, dok su zajednice na preostalim postajama bile u početnim fazama razvoja. U zajednicama su prevladavale mikrofitne otporne na disturbancije i antropogene utjecaje.

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: alge, cijanobakterije, trska, kamen, obraštaj

Rad je pohranjen: na mrežnim stranicama Odjela za biologiju te u Nacionalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Bachelor thesis

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

Department of Biology

Undergraduate university study programme in Biology

Scientific Area: Natural sciences

Scientific Field: Biology

THE DIVERSITY OF MICROPHYTES ON NATURAL SUBSTRATES IN LAKE JOŠAVA

Ramona-Ana Davidović

Thesis performed at: Department of Biology, Subdepartment of Water Ecology

Supervisor: Tanja Žuna Pfeiffer, PhD, Asst. Prof.

Cosupervisor: Dubravka Špoljarić Maronić, PhD, Asst. Prof.

Short abstract:

The investigation of physicochemical water properties and microphytes on natural substrates (common reed and rock) on four different stations in Lake Jošava was conducted in April 2018. High nutrient concentrations and high chlorophyll content indicate the increased lake eutrophication. Microphytes were well developed on natural substrates on all stations in the lake. Differences in structure and developmental stages of microphyte communities were recorded. The climax of microphyte communities was observed on both substrates on the first station, while the microphytic communities on other stations were in the initial developmental stages. Microphytes resistant to disturbances and anthropogenic influences were dominant.

Original in: Croatian

Key words: algae, cyanobacteria, common reed, rock, periphyton

Thesis deposited: on the Department of Biology website and the Croatian Digital Thesis Repository of the National and University Library in Zagreb.

Sadržaj

| | |
|---|----|
| 1. UVOD..... | 1 |
| 1.1. Općenito o obraštaju | 1 |
| 1.2. Čimbenici koji utječu na razvoj obraštaja..... | 2 |
| 1.3. Razvoj obraštaja..... | 4 |
| 1.4. Razvoj obraštaja na makrofitskoj vegetaciji..... | 6 |
| 1.5. Cilj istraživanja | 7 |
| 2. MATERIJALI I METODE..... | 8 |
| 2.1. Područje istraživanja | 8 |
| 2.2. Prikupljanje uzoraka | 10 |
| 2.3. Analiza fizikalno-kemijskih svojstava vode | 10 |
| 2.4. Laboratorijska analiza uzoraka | 11 |
| 2.5. Statistička obrada podataka | 12 |
| 3. REZULTATI | 13 |
| 3.1. Fizikalno-kemijska svojstva vode..... | 13 |
| 3.2. Sastav obraštaja..... | 19 |
| 4. RASPRAVA..... | 31 |
| 5. ZAKLJUČAK..... | 34 |
| 6. LITERATURA | 35 |

1. UVOD

1.1. Općenito o obraštaju

Obraštaj ili perifiton predstavlja zajednicu autotrofnih i heterotrofnih organizama koji pričvršćeni na površini različitih predmeta žive ispod površine vode (Sabater i sur. 2007; Wetzel 1983a). Osim naziva obraštaj ili perifiton često se koriste i nazivi euperifiton, pseudoperifiton, te biofilm (Momba i sur. 2000), a ovisno o tipu supstrata na kojem se obraštaj razvija razlikuju se epifiton na vodenim biljkama, epipelon na sedimentu, epiksilon na drvnom materijalu, epilition na kamenju i epipsamon na pijesku (Azim i sur. 2005). Biggs i Hickey (1994) navode još i epizoik koji se razvija na površini životinjskih ljuski, školjki ili ličinki, te metafiton koji se razvija na sedimentu, ali nije pričvršćen za supstrat nego slobodno pluta u vodi.

Značaj obraštaja u vodenim ekosustavima je vrlo velik. Ima važnu, a često i dominantnu ulogu u fiksaciji ugljika i kruženju hranjivih tvari, a i povećava dostupnost hrane u vodenim ekosustavima. Također je dobar indikator promjena u vodenim ekosustavima. Doprinos obraštajne zajednice primarnoj produkciji u mnogim je vodenim tijelima veći od doprinosa fitoplanktona (Azim i sur. 2005).

Obraštaj se može razviti u gotovo svim vodenim tijelima, od malih ribnjaka do oceana, a u trofičkom pogledu od oligotrofnih do hipereutrofnih voda (Azim i Asaeda 2005). Općenito, obraštajna zajednica koja se razvija u vodenim tijelima obuhvaća, osim organskog matriksa, i niz organizama kao što su bakterije, gljive, protozoe, fitoplankton, zooplankton, bentički organizmi, brojni beskralježnjaci i njihove ličinke (Azim i sur. 2005). Morfologija organizama u obraštaju je vrlo slična onoj u planktonu. Međutim, organizmi u obraštaju imaju različite prilagodbe koje im omogućuju prihvaćanje na supstrat i preživljavanje u okolišu. Neke od struktura kojima se organizmi pričvršćuju za podlogu su stapke s ljepljivim krajevima, ljepljive kapsule i mišićavo stopalo (Reid i Wood 1976).

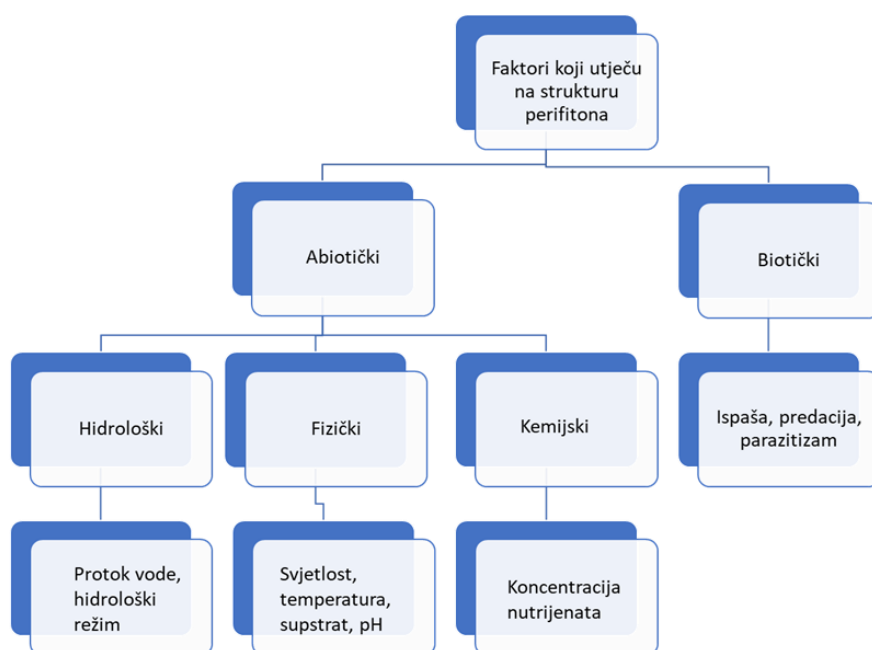
Mikrofiti (cijanobakterije i alge) čine veliki dio obraštaja. Njihova građa varira od nepokretnih jednostaničnih do pokretnih višestaničnih, filamentoznih struktura (Azim i Asaeda 2005). Mikrofiti u obraštaju pripadaju skupinama Chlorophyta, Chrysophyta, Cyanobacteria, Cryptophyta, Euglenophyta i Pyrrophyta (Azim i Asaeda 2005; Graham i Wilcox 2000). Najveću brojnost imaju vrste iz razreda Bacillariophyceae iz skupine Chrysophyta zbog svoje

sposobnosti brzog naseljavanja novih podloga, brzog razmnožavanja i otpornosti na promjenjive ekološke uvjete (Biggs i sur. 1998).

1.2. Čimbenici koji utječu na razvoj obraštaja

Zajednice mikrofitu u obraštaju su stabilnije u odnosu na fitoplankton te je rizik od raspada zajednice manji (Westlake i sur. 1980). Ipak, čitav je niz abiotičkih i biotičkih čimbenika (Slika 1) koji utječu na razvoj te raznolikost i brojnost organizama u obraštaju (Azim i sur. 2005).

Abiotičke čimbenike moguće je podijeliti u tri skupine: hidrološke, fizičke i kemijske (Wu 2017; Larned 2010).



Slika 1: Čimbenici koji utječu na razvoj i strukturu obraštaja (preuzeto i prilagođeno prema Wu 2017).

Promjene hidrološkog režima utječu na dostupnost vlage, hranjivih tvari i podloga koje obraštajne zajednice mogu iskoristiti za naseljavanje te na taj način djeluju na razvoj obraštaja (Gaiser 2009). Poplave imaju velik utjecaj na razvoj obraštaja (Žuna Pfeiffer 2012; Burns i Ryder 2001) jer otpplavljaju organizme ili dijelove obraštaja što narušava razvoj obraštajnih zajednica, smanjuje ukupnu biomasu mikrofitu (Azim i Asaeda 2005) i vraća obraštaj u početne faze razvoja (Žuna Pfeiffer 2012).

Promjene brzine protoka vode utječu na sastav dijatomeja unutar obraštajne zajednice (Reiter 1986; Reiter i Carlson 1986; Stevenson 1984). Povećanje brzine protoka vode utječe i na zelene

alge koje, zbog smanjene debljine granice difuzije, povećavaju intenzitet fotosinteze, respiracije i stopu metabolizma (Kühl i sur. 1996; Jorgensen i Des Marais 1990; McIntire 1966).

Među fizičkim abiotičkim čimbenicima koji utječu na obraštajne zajednice izdvajaju se svjetlost, temperatura, obilježja podloge te pH. Dostupnost i intenzitet svjetlosti utječu na prisutnost dominantnih vrsta unutar obraštaja. Dovoljna količina svjetlosti omogućava razvoj autotrofne zajednice, dok nedostatak svjetlosti, na primjer ispod eufotične zone u dubljim vodenim tijelima, potiče razvoj heterotrofne zajednice (Vermaat 2005). Zelene alge se uspješnije razvijaju pri većoj dostupnosti svjetla (Liboriussen 2005), dok cijanobakterijama za razvoj odgovaraju uvjeti manjeg osvjetljenja (Vermaat 2005; Loeb i Reuter 1981). Svjetlo također utječe na povećanje koncentracije klorofila a (Wu 2017) – veći sadržaj klorofila utvrđen je na bolje osvijetljenim podlogama (Larned i Santos 2000). Kao i svjetlost, temperatura utječe na sastav mikrofitu u obraštaju. Povišene temperature pogoduju razvoju cijanobakterija i zelenih alga, dok niže temperature pogoduju razvoju dijatomeja (Žuna Pfeiffer 2012; Vermaat i Hootsmans 1994). Prema tome, dijatomeje su brojnije tijekom proljeća, a filamentozne zelene alge i cijanobakterije tijekom ljeta (Vermaat 2005). Temperatura također utječe na sposobnost rasta, stopu produkcije, sukcesiju, metabolizam (Wu 2017) te na respiraciju i fotosintezu obraštajne zajednice (Baulch i sur. 2005) kao i njihovo formiranje (Rao 2010). Više temperature vode (>15 °C) i jači intenzitet osvjetljenja mogu narušiti razvoj obraštaja te pridonijeti odljepljivanju mikrofitu (Vermaat i Hootsmans 1994). Također, sezonski uvjeti i s njima povezane promjene intenziteta svjetlosti i temperature utječu na sastav mikrofitu u obraštajnim zajednicama (Vikert 2014).

Iako je pH jedan od važnijih abiotičkih čimbenika koji djeluje na razvoj obraštaja, mali broj studija prikazuje utjecaj pH na obraštaj u prirodnim uvjetima (Wu 2017). Utjecaj pH je veći u vodenim tijelima koja su pod antropogenim utjecajem i u vodama gdje je unos hranjivih tvari iz prirodnog izvora veći (Turner i sur. 1987, 1991).

Kemijske i fizičke značajke podloge od velike su važnosti za razvoj obraštaja (Tuchman i Stevenson 1980) i utječu na obraštajnu zajednicu na mikroekološkoj razini (Murdock i Dodds 2007; Bergey 2005). Tako na primjer, hrapavije i grublje podloge u odnosu na glatke imaju veću gustoću organizama (Wu 2017; Richard i sur. 2009).

Kemijski čimbenici koji utječu na razvoj obraštajnih zajednica odnose se na dostupnost hranjivih tvari u vodenim ekosustavima. Ovisno o količini hranjivih tvari u vodi dolazi do jačeg

ili slabijeg razvoja obraštaja, a najveći utjecaj imaju dostupne koncentracije dušika i fosfora, koji su općenito neophodni za razvoj biomase i produktivnost obraštajne zajednice (Wu 2017). Debljina, gustoća i taksonomski sastav obraštajnih zajednica mijenjaju se s povećanjem dostupnih hranjivih tvari (Ferragut i de Campos Bicudo 2012; Fermino i sur. 2011).

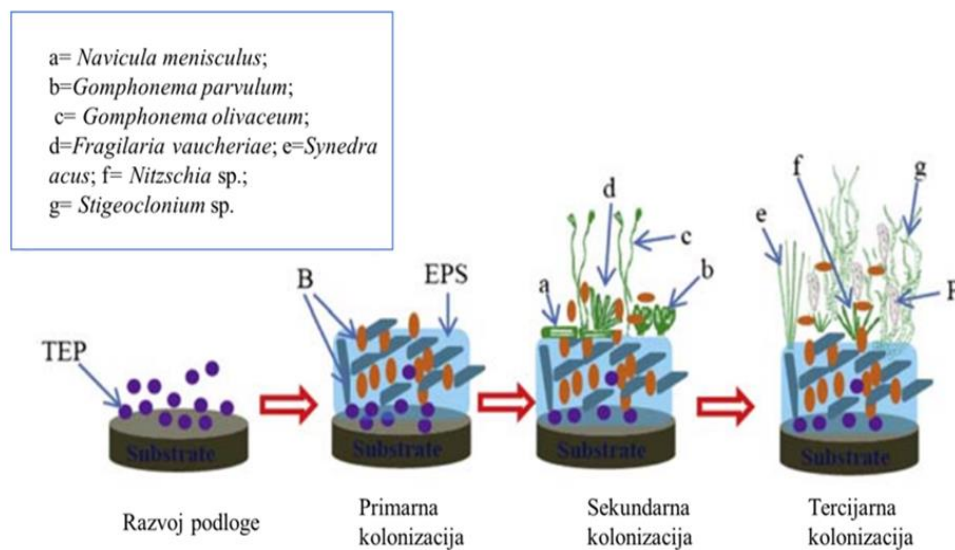
Od biotičkih čimbenika na obraštajne zajednice utječu ispaša, kompeticija, predacija i parazitizam (Wu 2017). Ispaša od strane riba ili beskralježnjaka smanjuje biomasu obraštaja i uzrokuje promjenu taksonomskog sastava i strukture zajednice (Christofolletti i sur. 2011), ali istovremeno zbog uklanjanja uginulih ili starih organizama omogućava dostupnost veće količine svjetlosti i hranjivih tvari te povećava njenu produktivnost (Huchette i sur. 2000; Hay 1991; Hatcher 1983). Puževi koji također pronalaze hranu u obraštaju utječu na biomasu mikrofitu, strukturu zajednice i primarnu produkciju (Bernot i Turner 2001; Lamberti i sur. 1989). Kompeticija za svjetlošću i dostupnim hranjivim tvarima izražena je između fitoplanktona i mikrofitu u obraštaju s obzirom da imaju slične uloge u vodenom ekosustavu (Milstein 2005). Organizmi u obraštajnim zajednicama mogu biti pod utjecajem organizama zaraženim parazitima ili mogu sami biti napadnuti parazitima (Wu 2017). Paraziti mogu mijenjati fiziologiju i ponašanje domaćina, te utjecati na gustoću, preživljavanje, životni vijek i stopu rasta obraštaja (Thomas i sur. 2011). Utjecaj parazitizma na vodene zajednice, posebice obraštajne, slabo je proučen, što je vjerojatno povezano s njihovom malom veličinom i problemom u objašnjavanju i utvrđivanju prijenosa energije između domaćina i parazita (Combes 2001; Dobson i Hudson 1986). Iako se predacija ne izučava često, poznato je da ima negativan utjecaj (Blanchet i sur. 2008) na obraštajnu zajednicu, jer predatori djeluju na prosječnu biomasu, rast i preživljavanje podložnih mu zajednica (Wu 2017; Santos i Eskinazi-Sant'Anna 2010).

1.3. Razvoj obraštaja

Razvoj obraštaja na površinama prirodnih ili umjetnih podloga uronjenih u vodu može se opisati kao složen i dinamičan proces koji prolazi kroz tri faze opisane i kao faza naseljavanja, eksponencijalna faza rasta te posljednja faza, faza starenja (Biggs 1996). Razvoj započinje taloženjem sloja otopljenih organskih čestica, uglavnom aminokiselina i mukopolisaharida na površinu podloge u vodi. Prvi korak u kolonizaciji organizama na potopljenu podlogu predstavlja formiranje sloja bakterija koje se prihvaćaju mukoznim nitima. Prisutnost slobodno plutajućih organskih čestica ubrzava ovaj proces, jer navedene čestice služe kao potpora u

pričvršćivanju i kao supstrat za metabolizam bakterija (Carrias i sur. 2002). Nekoliko dana nakon formiranja bakterijskog sloja, male penatne dijatomeje prijanjaju na organski matriks. Sitnim dijatomejama pridružuju se veće dijatomeje koje se za podlogu pričvršćuju kratkim ili dugim stapkama, te dijatomeje u rozetama. U posljednjim stadijima razvoja obraštajne zajednice javljaju se filamentozne cijanobakterije, te zelene ili crvene alge čime se uspostavlja tzv. „klimaks obraštajne zajednice“.

Wahl (1989) je predložio model postupnog nastanka obraštajne zajednice koji obuhvaća četiri faze (Slika 2). Prva faza predstavlja formiranje povoljnog supstrata za razvoj obraštaja adsorpcijom hranjivih tvari na površinu potopljenih prirodnih ili umjetnih podloga. Druga faza ili primarna kolonizacija obuhvaća naseljavanje bakterija na podlogu. Treća faza, odnosno sekundarna kolonizacija, opisana je kao naseljavanje protozoa, dijatomeja, alga i cijanobakterija, a posljednja ili tercijarna faza naseljavanja je ujedno i najduža jer obuhvaća kolonizaciju višestaničnih organizama i razvoj trodimenzionalne strukture obraštaja.



Slika 2: Postupni razvoj obraštajne zajednice (TEP – čestice polisahardiog matriksa; B - bakterije; EPS - mikrobnog egzopolisaharidi, P – protozoa) (Preuzeto i prilagođeno prema Wu 2017).

„Konceptualni model matrice staništa” (Biggs i sur. 1998) napravljen je na temelju „C-S-R” koncepta koji objašnjava kako razvoj obraštajne zajednice započinje dominacijom pionirskih vrsta, a nastavlja se vrstama koje su se uspješnije prilagodile uvjetima u okolišu (Grime 1977). Prema navedenom konceptu mikrofiti su podijeljeni u četiri skupine ovisno o vremenu

potrebno za naseljavanje određene podloge, prilagodbi na dostupnost hranjivih tvari, intenzitet svjetlosti te otpornost na disturbancije.

Ruderalne vrste odnosno R-stratezi, koje se još nazivaju pionirskim vrstama zbog brzog naseljavanja podloge, rasta i razmnožavanja su većinom predstavnici dijatomeja poput vrsta *Gomphonema parvulum* i *Cocconeis placentula*. Malih su dimenzija i razvijaju se u sustavima s visokim intenzitetom disturbancija. Kompetitivne vrste (C-stratezi) su brojne u eutrofnim, stabilnim staništima niskog intenziteta disturbancija. Predstavnici C-stratega su zelene alge poput vrsta *Cladophora glomerata* i *Rhizoclonium* sp. koje do svjetlosti i hranjivih tvari dolaze zahvaljujući formiranju filamentoznih struktura. C-S- stratezi su kao i C-stratezi predstavnici kompetitivnih vrsta, ali se razvijaju u mezotrofnim, stabilnim staništima. U ovu skupinu ubrajamo zelene alge, dijatomeje i cijanobakterije koje se, zahvaljujući različitim morfološkim karakteristikama, prihvaćaju za podlogu na različite načine. Posljednja skupina su stres-tolerantne vrste, odnosno S-stratezi koje se razvijaju u stabilnim, hranjivim tvarima siromašnim staništima gdje, zahvaljujući mogućnosti fiksacije dušika i korištenju organskih molekula iz stupca vode, uspješno preživljavaju. Predstavnici ove skupine su dijatomeje (npr. *Epithemia* spp.), zelene i crvene alge, te cijanobakterije (npr. *Calothrix* spp.) koje karakterizira spora kolonizacija, spori rast i mala biomasa.

1.4. Razvoj obraštaja na makrofitskoj vegetaciji

Makrofitska vegetacija se dobro razvija u različitim vodenim ekosustavima i predstavlja pogodnu podlogu za razvoj obraštaja (Jonjić 2018; Albay i Akcaalan 2003).

Interakcije između makrofita i obraštajnih zajednica koje se na njima razvijaju mogu biti pozitivne (simbioza, mutualizam), negativne među koje ubrajamo kompeticiju i alelopatiju te neutralne (Goldsborough i sur. 2005). Pozitivne interakcije obuhvaćaju dostupnost hranjivih tvari i organskih spojeva koje koriste mikrofiti od domaćina, dok istovremeno makrofitima pružaju zaštitu od ispaše (Wetzel 2001; Burkholder i Wetzel 1990).

Obraštaj koji se razvija na makrofitima može imati negativni utjecaj na razvoj svog domaćina. Primjerice, može smanjiti dostupnost svjetlosti koja je potrebna makrofitama za razvoj, može utjecati na unos organskog ugljika (Jones i sur. 2000; Sand-Jensen 1977) te dovesti do preuranjenog otpadanja lišća i usporenog i smanjenog rasta makrofita (Jones i sur. 2002; Hootsmans i Vermaat 1985). Između makrofita i mikrofitu često se uspostavljaju odnosi

kompeticije za hranjivim tvarima i svjetlosti (Phillips i sur. 1978; Sand-Jensen 1977; Fitzgerald 1969). U negativne odnose se ubraja i alelopatija prema kojoj makrofiti ili mikrofiti luče tvari kojima inhibiraju rast drugoga (Gross i sur. 2003; Hootsmans i Blindow 1994; Fitzgerald 1969). Neki pak znanstvenici smatraju da se između mikrofiti i makrofita koje naseljavaju ne uspostavljaju određeni odnosi, odnosno da makrofiti pružaju povoljnu površinu za razvoj mikrofiti, ali ne izlučuju tvari koje bi stimulirale ili inhibirale njihov rast i razvoj (Carignan i Kalff 1982; Cattaneo i Kalff 1979).

1.5. Cilj istraživanja

Cilj rada bio je utvrditi raznolikost mikrofiti u obraštajnim zajednicama na prirodnim podlogama u jezeru Jošava.

2. MATERIJALI I METODE

2.1. Područje istraživanja

Istraživanje je provedeno u jezeru Jošava (Slika 3), smještenom oko 2 km sjevero-sjeveroistočno od grada Đakova (Web 1). Jezero je nastalo tijekom 1963. i 1964. godine pregradnjom korita potoka Jošava. Podizanjem brane omogućena je akumulacija vode ispred brane, potapanje okolnih polja i stvaranje jezera koje se danas proteže od željezničkog nasipa Đakovo-Osijek do zemljane brane koja je umjetno podignuta 2 km nizvodno.



Slika 3: Jezero Jošava (Foto: Nikolina Bek, Zavod za ekologiju voda.)

Jezero je duguljastog oblika, dužine oko 4,5 km i širine od 100 do 180 m. Jošava je plitko jezero čija dubina varira od 0,70 do 3 m. Dubina mu se povećava od zapada prema istoku, a najdublje je u samome središtu gdje se u smjeru zapad-istok proteže kanal, bivše korito potoka Jošava. U jezeru zbog male dubine i miješanja vodenog stupca nije izražena termalna stratifikacija (Padisák i Reynolds 2003). Ovakav tip jezera, gdje se cijeli stupac vode često miješa, naziva se i polimiktičan (Scheffer 1998).

Jošavu okružuju poljoprivredne površine i sađene šume, a primarno se koristi za uzgoj ribe, sport i rekreaciju. Stanje vode u jezeru je 2017. godine prema mjerenim parametrima BPK₅ (6,55 mgO₂/l) i KPK (8,8 mgO₂/l) ocijenjeno kao umjereno, a prema utvrđenoj koncentraciji amonijaka (0,165 mgN/l) dobro (Web 2). U jezero se ulijevaju otpadne vode Đakova koje se u

melioracijski kanal Ribnjak, pritok Jošave, ispuštaju bez pročišćavanja. Tvrtka „Meteor“ d.d. također otpadne vode ispušta u melioracijski kanal Jošava.

Oko 80% površine jezera je čisto, dok je preostala površina obrasla trskom (*Phragmites australis*, Slika 4) i drugim vodenim biljem. U jezeru se razvija i podpovršinska vegetacija, među kojom je najzastupljenija vrsta kovrčavi mrijesnjak (*Potamogeton crispus*) iz porodice mrijesnjacka. Osim makrofitske vegetacije u jezeru su dobro razvijene i druge biotičke zajednice kao što su fitoplankton te ihtiofauna. Prema istraživanjima provedenim u svibnju 2000. godine (Stević 2001) u proljetnoj zajednici fitoplanktona su dominirale cijanobakterije i klorokokalne zelene alge, a dobro je bila zastupljena i dijatomeja *Aulacoseira granulata* kao i pojedine vrste iz skupina Euglenophyta i Pyrrophyta. Zelene alge dominirale su i u proljeće 2008. godine, dok je u lipnju zabilježena dominacija cijanobakterija (Opačak i sur. 2008). Prema navodima ribočuvarske službe, u ljetnim mjesecima redovito dolazi do cvjetanja alga i stvaranja makroskopski vidljivih nakupina na površini jezera.



Slika 4: Trska (*Phragmites australis*) na obali jezera Jošava
(Foto: Nikolina Bek, Zavod za ekologiju voda).

Ihtipopulaciju Jošave čini 19 vrsta riba iz 6 porodica. Vrstama najbrojnija je porodica *Cyprinidae* (12 vrsta), zatim *Percidae* (četiri vrste) dok porodici *Esocidae* pripada samo jedna vrsta. Prema ribolovno-gospodarskoj osnovi (2008) najbrojnije vrste u Jošavi su deverika (*Abramis brama*), patuljasti somić (*Ameiurus nebulosus*), babuška (*Carassius gibelio*) i šaran (*Cyprinus carpio*), dok među najmanje zastupljene ubrajamo vrste kao što su smuđ (*Sander*

lucioperca), bodorka (*Rutilus rutilus*) i štika (*Esox lucius*). Patuljasti somić (*Ameiurus nebulosus*) je alohtona vrsta prisutna u različitim vodenim ekosustavima, a u Jošavu je vjerojatno unesena uslijed nekontroliranog poribljavanja i aktivnosti neodgovornih ribiča.

2.2. Prikupljanje uzoraka

Uzorkovanje je provedeno 4. travnja 2018. godine. Uzorci vode prikupljeni su na najdubljem, središnjem dijelu jezera Jošava, dok su uzorci obraštaja prikupljeni s dostupnih prirodnih podloga duž obale jezera i to na četiri postaje (P1 - postaja 1, P2- postaja 2, P3 – postaja 3, P4 – postaja 4) međusobno udaljene oko 600 m (istok-zapad). P1 smještena je u najodržavanim dijelu jezera uz ustavu kojom se regulira razina vode u jezeru, P2 i P3 smještene su u središnjem dijelu jezera, dok se P4 nalazi u najneodržavanim dijelu jezera u blizini poljoprivrednih površina, svinjogojskih i govedarskih farmi i prometnica. Na svakoj postaji nasumično su odabrane i prikupljene po tri stabljike trske, a na prvoj postaji (P1) obraštaj je sastrugan i s tri veća, nasumično odabrana kamena. Svaka stabljika s razvijenim obraštajem prenešena je u laboratorij u posebnoj staklenoj posudi ispunjenoj destiliranom vodom. Obraštaj s pojedinog kamena fiksiran je u 4%-tnoj otopini formaldehida u posebnoj bočici odmah nakon struganja na terenu, te je prenesen u laboratorij na daljnju obradu.

2.3. Analiza fizikalno-kemijskih svojstava vode

Na svakoj postaji *in situ* su izmjereni dubina i prozirnost vode, temperatura vode, koncentracija otopljenog kisika u vodi, pH i provodljivost vode. Dubina vode mjerena je pomoću baždarenog konopca s utegom, a prozirnost pomoću Secchi ploče promjera 30 cm. Temperatura zraka mjerena je alkoholnim termometrom u sjeni 10-ak cm iznad površine vode. pH i provodljivost vode mjereni su uređajem WTW Multi 340i/SET (Wissenschaftlich-Technische Werkstätten), a koncentracija kisika otopljenog u vodi uređajem HQ30d Flexi (Hach).

Koncentracije nitrita (HRN EN 26777:1998), amonijevih iona (HRN ISO 7150-1:1998), nitrata (HRN ISO 7890-3:1998), ukupnog dušika (HRN ISO 5663:20001 + (NO₂-N+NO₃-N)) i ukupnog fosfora (HRN EN ISO 6878:2008) u vodi analizirane su u Ekološkom laboratoriju tvrtke Vodovod - Osijek d.o.o.

Na svim postajama prikupljeni su uzorci vode za analizu klorofila a (Chl-a), klorofila b (Chl-b) i klorofila c (Chl-c). U laboratoriju je svaki uzorak vode profiltriran pomoću Büchnerovog lijevka kroz MN GF-3 filtere promjera 55 mm (Macherey-Nagel). Filteri su nakon filtracije usitnjeni u 90%-tnom acetonu u tarioniku, a sadržaj je zatim prebačen u plastične kivete na ekstrakciju tijekom 24 h na 4°C. Nakon ekstrakcije, uzorci su centrifugirani tijekom 10 min na 3000 okr/min. Dobivenom supernatantu je pomoću menzure izmjeren volumen, a apsorbancija je mjerena spektrofotometrom (DR 2010, Hach) na četiri valne duljine: 630, 645, 663 i 750 nm. Koncentracije klorofila izračunate su prema SCOR UNESCO (1966) i Strickland i Parsons (1972).

2.4. Laboratorijska analiza uzoraka

Obraštaj je sa stabljika trske sastrugan mekanom četkicom u 100 ml destilirane vode i fiksiran 4%-tnom otopinom formaldehida. Kvalitativni sastav alga u obraštaju sa stabljika trske i kamena određen je pomoću svjetlosnog mikroskopa (Carl Zeiss Jena) i softvera Moticam 2300. Svoje su određene pomoću standardnih ključeva za determinaciju (Krammer i Lange-Bertalot 1997; Krammer i Lange-Bertalot 1991; Hindak i sur. 1978; Hindak 1975), a nomenklatura vrsta usklađena je prema bazi podataka AlgaeBase (Web 3). Prilikom determinacije svakoj svojti je dodijeljena relativna brojnost od 1 do 5 prema skali: 1 - povremena vrsta, 2 - rijetka vrsta, 3 - umjereno prisutna vrsta, 4 - brojna vrsta, 5 - masovno prisutna vrsta (Web 4).

U svrhu potpunije taksonomske analize dijatomeja, napravljeni su trajni preparati. U tu je svrhu po 5 mL uzorka isprano s 5 mL destilirane vode i centrifugirano 2 minute na 1500 okretaja u minuti. Dobiveni supernatant je dekantiran, a postupak je ponovljen pet puta. U suspenzije je zatim dodano 10 mL 30%-tnog vodikovog peroksida (H₂O₂) te su zagrijavane 3 sata u vodenoj kupelji na 90°C dok nije odstranjen organski materijal. U vruće suspenzije dodano je nekoliko kapi 1M kloridne kiseline (HCl). Nakon hlađenja suspenzije su centrifugirane, a talozi su tri puta isprani destiliranom vodom i zatim resuspendirani u 5 ml destilirane vode. Na čistu i suhu pokrovnicu prenešen je 1 ml očišćenog uzorka i ostavljen na zraku 24 sata. Na lagano zagrijanu predmetnicu nanešena je kap Naphrax-a koja je zatim prekrivena pokrovnicom s osušenim uzorkom. Preparat je zagrijavan dok se smola nije ravnomjerno raspodijelila cijelom pokrovnicom.

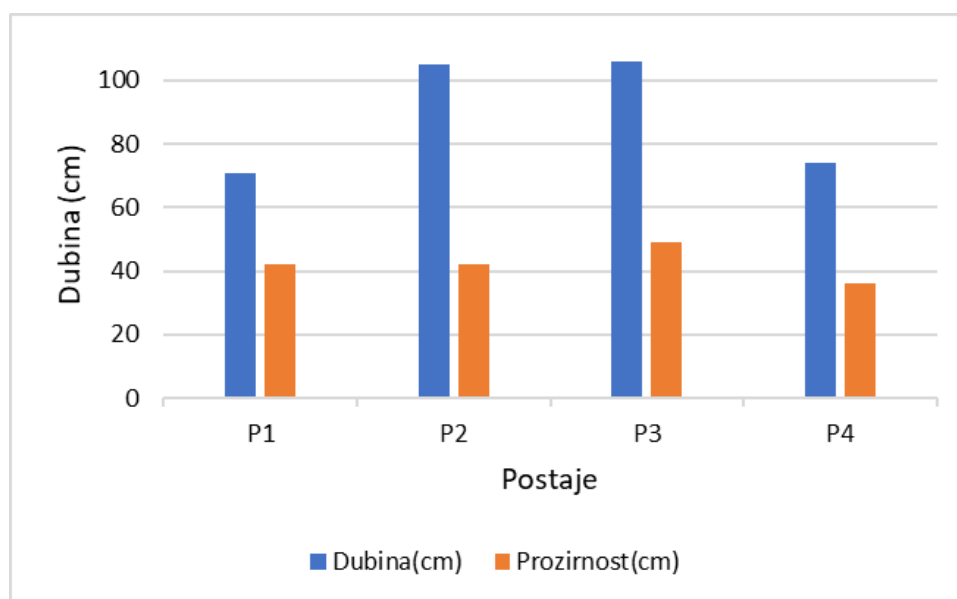
2.5. Statistička obrada podataka

Sličnost između mikrofitskih zajednica razvijenih na prirodnim podlogama prikupljenim na četiri postaje u travnju 2018. godine u jezeru Jošava utvrđena je pomoću Sørensenovog indeksa sličnosti. Sørensenov indeks sličnosti pokazuje stupanj identičnosti vrsta dviju zajednica te u obzir uzima samo kvalitativnu zastupljenost vrsta. Indeks ima vrijednosti od 0 do 100, a što je indeks veći to je struktura uspoređivanih zajednica sličnija. Izračunava se prema formuli: $IFS = (2 \times C / A + B) \times 100 (\%)$ gdje je IFS-indeks sličnosti, A - broj vrsta jedne zajednice, B - broj vrsta druge zajednice, C - broj zajedničkih vrsta odnosno vrsta koje se pojavljuju u obje zajednice.

3. REZULTATI

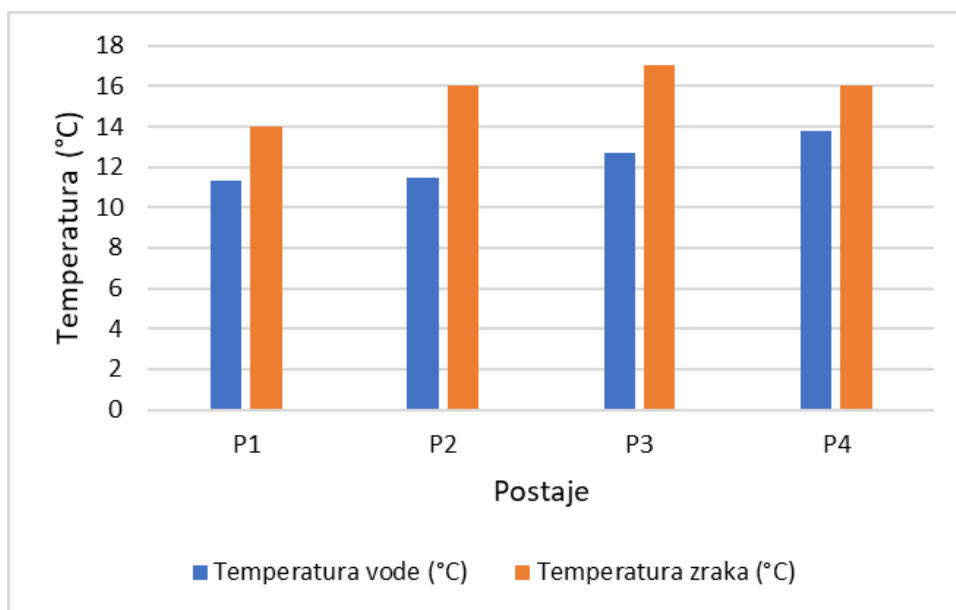
3.1. Fizikalno-kemijska svojstva vode

Dubina i prozirnost vode na postajama za istraživanje obraštaja su varirale. Najveća dubina (106 cm) kao i najveća prozirnost vode (49 cm) zabilježene su na trećoj postaji, dok je najmanja dubina (71 cm) bila na prvoj postaji, a prozirnost na četvrtoj (36 cm) postaji (Slika 5).



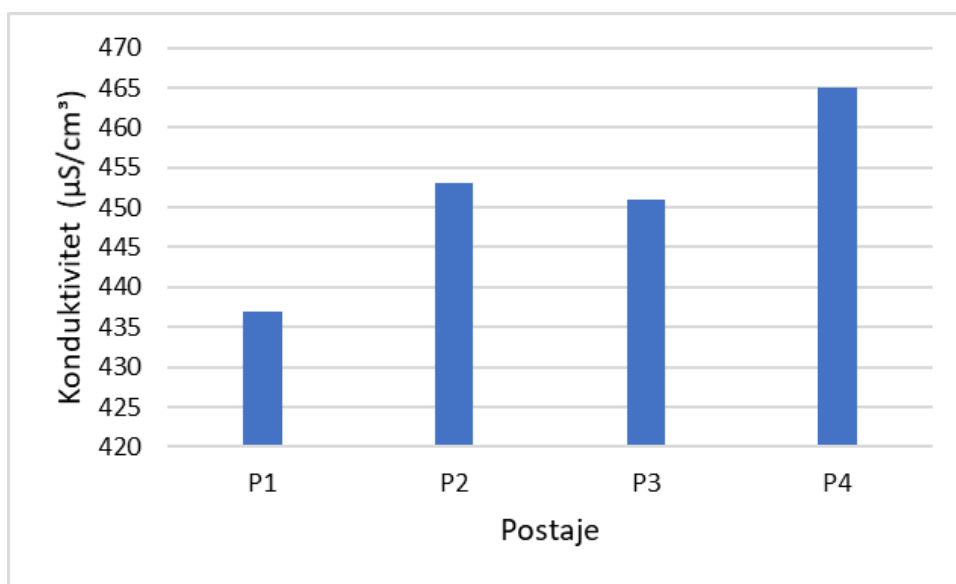
Slika 5: Promjene dubine i prozirnosti vode na postajama istraživanja u jezeru Jošava
4. travnja 2018. godine.

Temperatura zraka varirala je od 14°C do 17°C, dok je temperatura vode bila nešto niža i kretala se od 11,3°C na prvoj do 13,8°C na četvrtoj postaji (Slika 6).



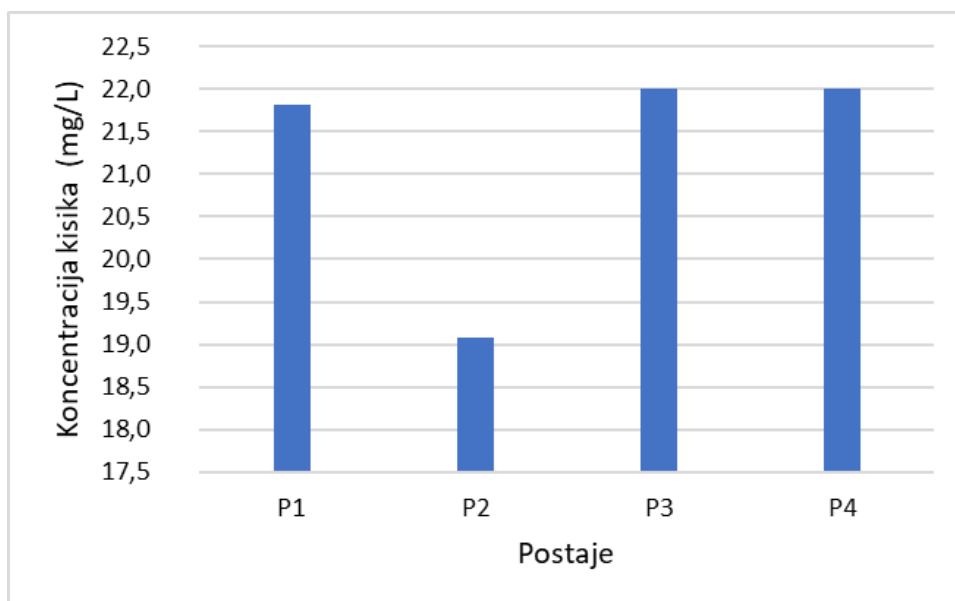
Slika 6: Promjene temperature zraka i vode na postajama istraživanja u jezeru Jošava 4. travnja 2018. godine.

Provodljivost vode bila je relativno visoka, a kretala se od $437 \mu\text{S}/\text{cm}^2$ do $465 \mu\text{S}/\text{cm}^2$ (Slika 7).



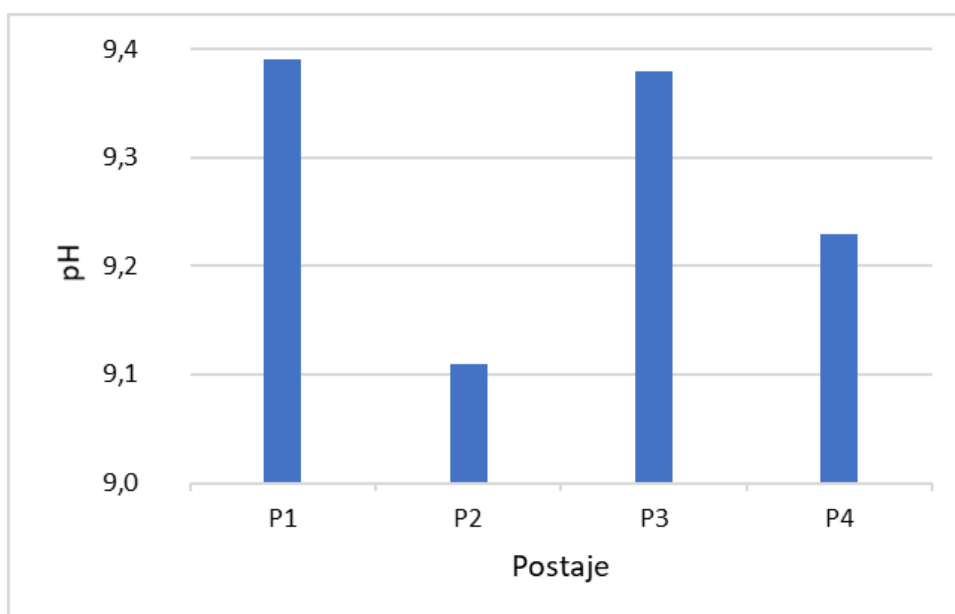
Slika 7: Provodljivost vode na postajama istraživanja u jezeru Jošava 4. travnja 2018. godine.

Koncentracije otopljenog kisika u vodi bile su visoke na svim postajama istraživanja (Slika 8). Najviša koncentracija od $22 \text{ mg}/\text{L}$ zabilježena je na trećoj i četvrtoj postaji, dok je najniža koncentracija ($19,07 \text{ mg}/\text{L}$) zabilježena na drugoj postaji.



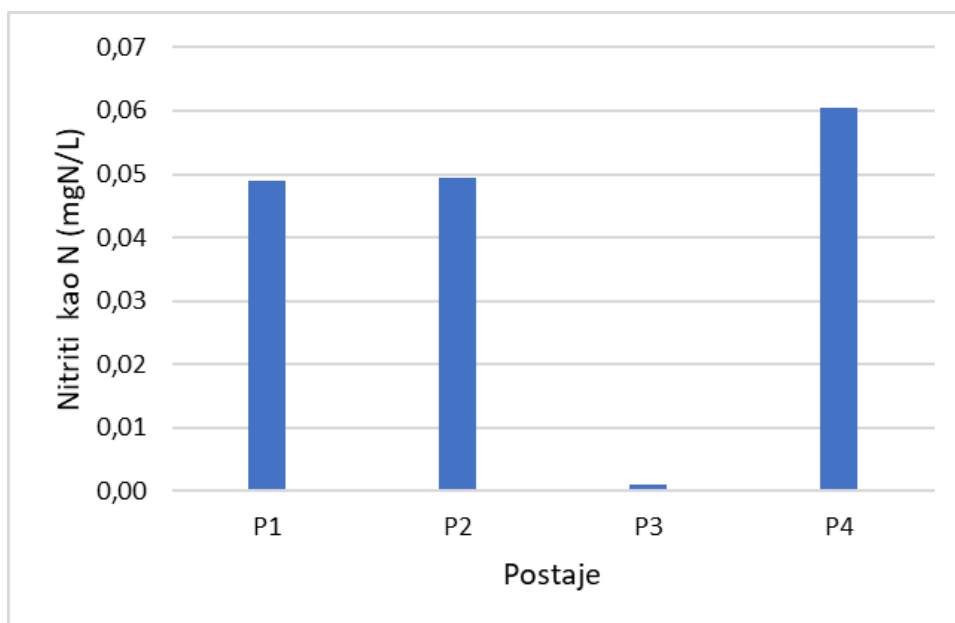
Slika 8: Koncentracije otopljenog kisika u vodi na postajama istraživanja u jezeru Jošava 4. travnja 2018. godine.

pH vrijednosti razlikovale su se između postaja. Najviša vrijednost (9,39) zabilježena je na prvoj, a najniža (9,11) na drugoj postaji (Slika 9).



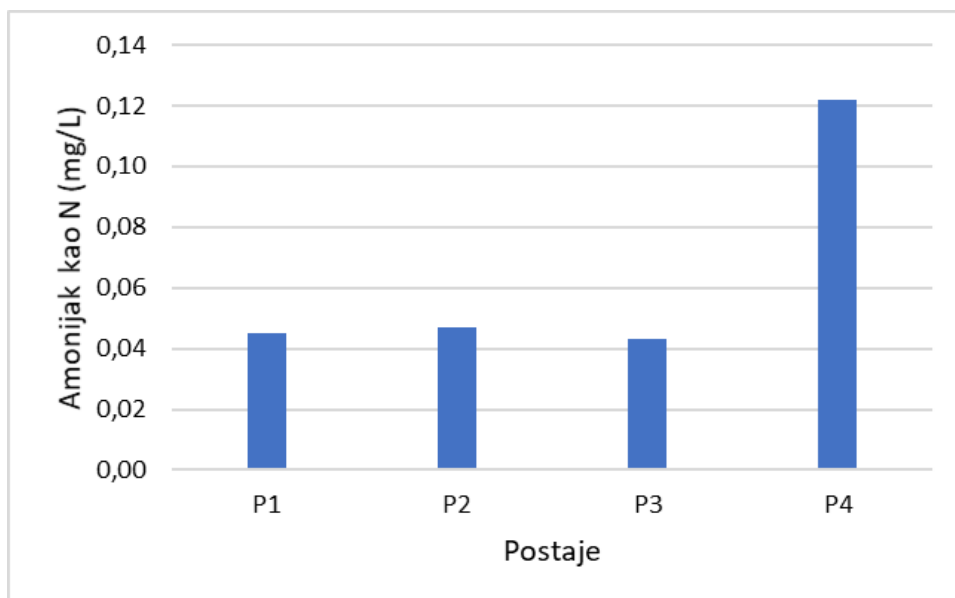
Slika 9: pH vrijednosti vode na postajama istraživanja u jezeru Jošava 4. travnja 2018. godine.

Koncentracije nitrita u vodi su bile vrlo slične na prve dvije postaje. Na trećoj postaji koncentracija nitrita bila je vrlo niska (0,001 mgN/L), dok je najviša koncentracija (0,0604 mgN/L) zabilježena na četvrtoj postaji (Slika 10).



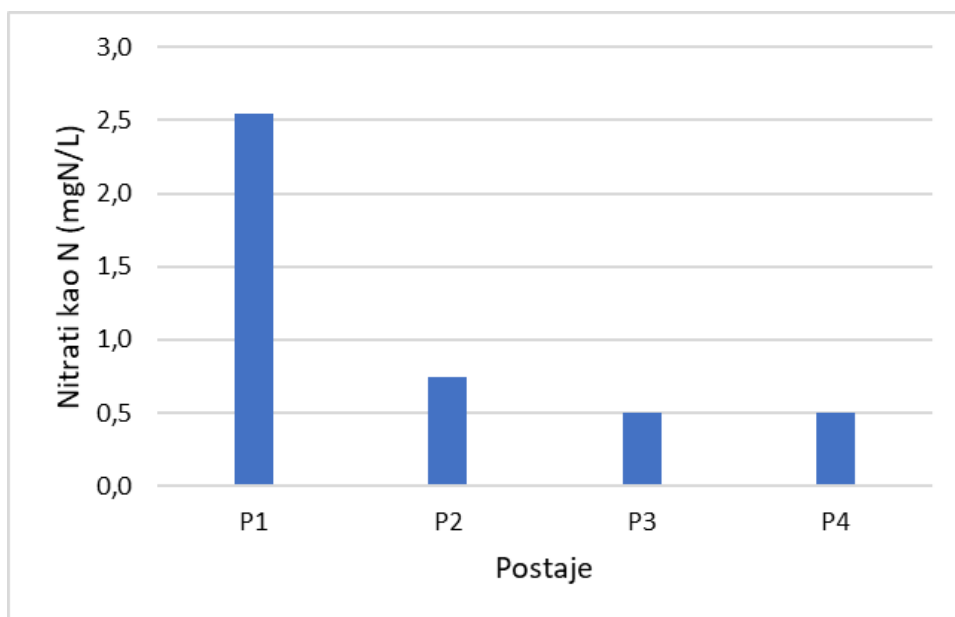
Slika 10: Promjene koncentracije nitrita u vodi na postajama istraživanja u jezeru Jošava 4. travnja 2018. godine.

Koncentracije amonijaka u vodi nisu se značajno razlikovale na prve tri postaje istraživanja, dok je na četvrtoj postaji koncentracija bila vrlo visoka i iznosila je 0,122 mg/L (Slika 11).



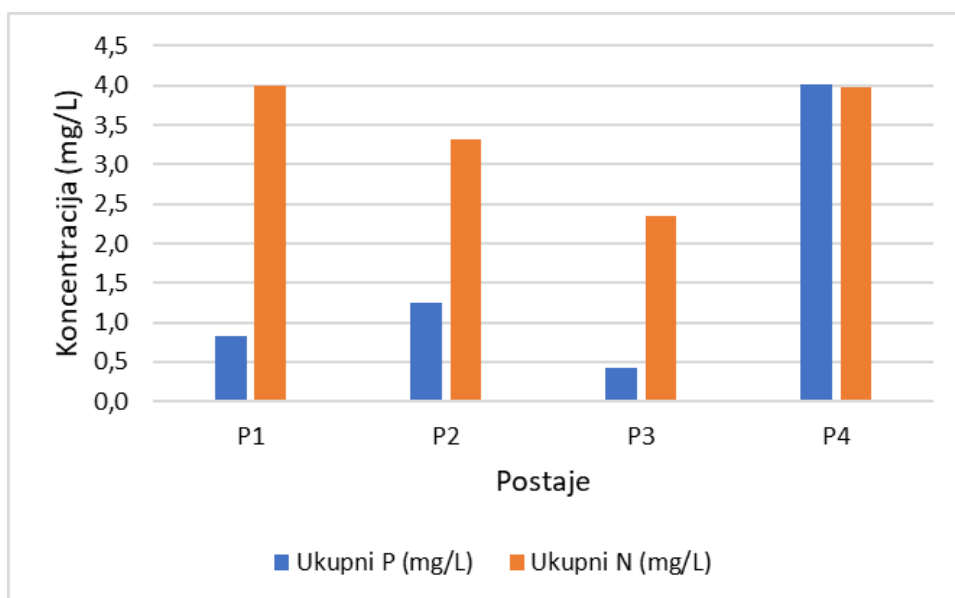
Slika 11: Koncentracije amonijaka u vodi na postajama istraživanja u jezeru Jošava 4. travnja 2018. godine.

Koncentracija nitrata u vodi bila je vrlo visoka na prvoj postaji (2,54 mgN/L), dok su na preostalim postajama koncentracije nitrata bile značajno niže (Slika 12). Na trećoj i četvrtoj postaji zabilježene vrijednosti nisu se razlikovale (0,5 mgN/L).



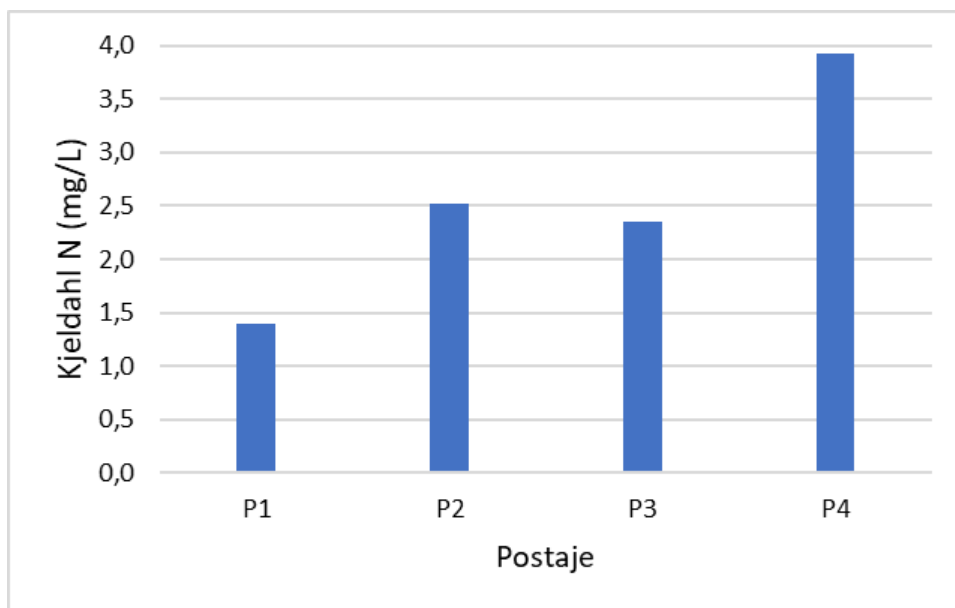
Slika 12: Koncentracije nitrata u vodi na postajama istraživanja u jezeru Jošava 4. travnja 2018. godine.

Koncentracije ukupnog dušika i fosfora u vodi (Slika 13) su varirale, ali vrlo visoke koncentracije oba mjerena parametra utvrđene su na četvrtoj postaji (koncentracija dušika = 3,99 mg/L, koncentracija fosfora = 4,02 mg/L).



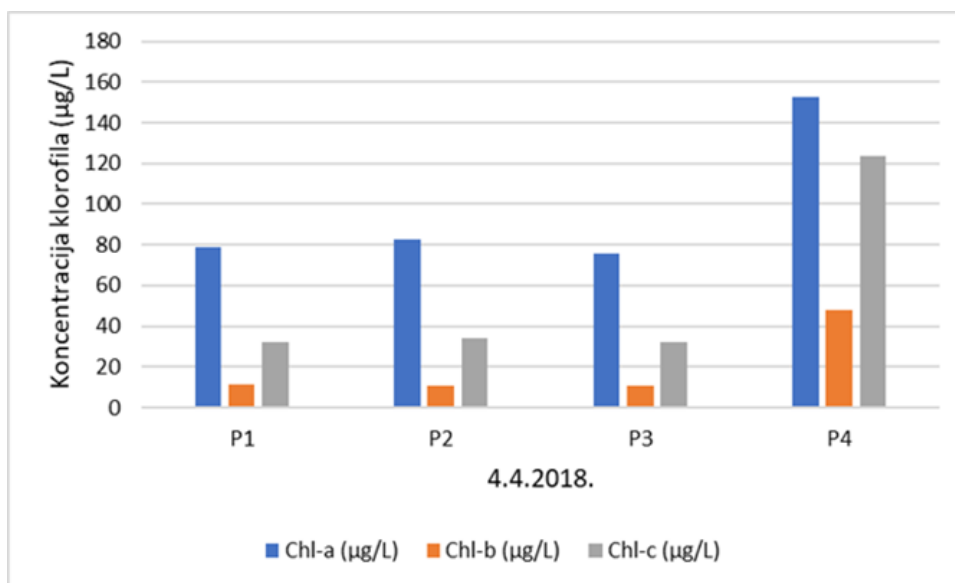
Slika 13: Koncentracije ukupnog fosfora i dušika u vodi na postajama istraživanja u jezeru Jošava 4. travnja 2018. godine.

Slične koncentracije organskog dušika (Slika 14) utvrđene su na drugoj i trećoj postaji, a isticale su se prva postaja s najnižim zabilježenim koncentracijama (1,4 mg/L) i četvrta postaja s najvišim koncentracijama (3,93 mg/L) organskog dušika.



Slika 14: Promjene koncentracije dušika po Kjeldahlu u vodi na postajama istraživanja u jezeru Jošava 4. travnja 2018. godine.

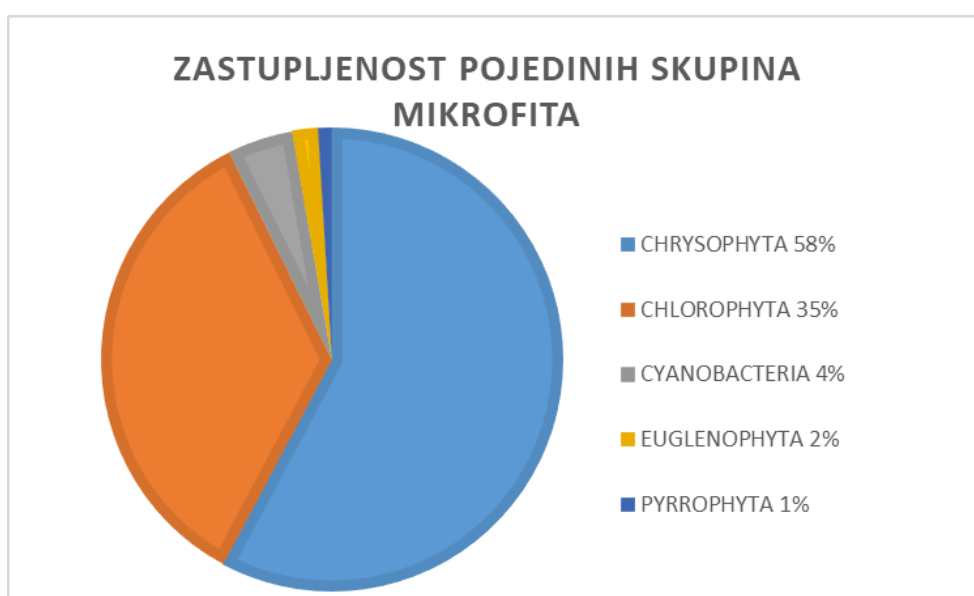
Koncentracije Chl-a, Chl-b i Chl-c (Slika 15) su bile slične na prve tri postaje. Na četvrtoj postaji zabilježene su najviše koncentracije sva tri mjerena parametra (Chl-a = 152,72 µg/L; Chl-b = 47,73 µg/L; Chl-c = 123,71 µg/L).



Slika 15: Koncentracije Chl-a, Chl-b i Chl-c u vodi na postajama istraživanja u jezeru Jošava 4. travnja 2018. godine.

3.2. Sastav obraštaja

Tijekom istraživanja obraštaja u jezeru Jošava na prirodnim podlogama (kamen i trska) utvrđeno je ukupno 109 svojti mikrofiti iz skupina Cyanobacteria, Euglenophyta, Pyrrophyta, Chrysophyta i Chlorophyta (Slika 16). Najveći broj svojti pripadao je skupini Chrysophyta (63 svojte), i to 59 svojti iz razreda Bacillariophyceae, a 4 iz razreda Chrysophyceae. Drugu po redu najveću raznolikost svojti imala je skupina Chlorophyta sa 38 svojti, zatim Cyanobacteria s 5 svojti, Euglenophyta s 2 svojte, a najmanji broj (1) od ukupnog broja utvrđenih svojti pripadao je skupini Pyrrophyta.



Slika 16: Postotna zastupljenost pojedinih skupina mikrofiti u kvalitativnom sastavu obraštaja na prirodnim podlogama u jezeru Jošava 4. travnja 2018. godine.

Najveći broj svojti utvrđen je u obraštaju na kamenu na prvoj postaji, dok je ukupan broj svojti u obraštaju na trsci na svim postajama bio sličan i kretao se od 56 do 61 svojte (Tablica 1).

Tablica 1. Broj svojti mikrofiti utvrđenih na postajama istraživanja. (1 - prva postaja; 2 - druga postaja; 3 - treća postaja; 4 - četvrta postaja).

| PRIRODNA PODLOGA | BROJ SVOJTI |
|------------------|-------------|
| KAMEN 1 | 68 |
| TRSKA 1 | 56 |
| TRSKA 2 | 61 |
| TRSKA 3 | 58 |
| TRSKA 4 | 59 |

41 vrsta pronađena je samo na trsci, dok je samo na kamenu pronađeno 10 vrsta koje nisu bile prisutne na trsci niti na jednoj postaji.

Prema Sørensenovom indeksu sličnosti (Tablica 2), sastav svojti na dva tipa podloga, kamenu i trsci, na prvoj postaji bio je vrlo sličan (70,97%). Najveća sličnost u sastavu mikrofiti u obraštaju utvrđena je između obraštajnih zajednica na trsci na prvoj i trećoj (75,44%) te drugoj i trećoj postaji (73,95%). Najmanja sličnost utvrđena je između obraštajnih zajednica na trsci na prvoj i četvrtoj postaji (53,91%).

Tablica 2. Sørensenov indeks sličnosti (IFS (%)) mikrofitita na istraživanim prirodnim podlogama na postajama u jezeru Jošava (1 - prva postaja; 2 - druga postaja; 3 - treća postaja; 4 - četvrta postaja).

| PRIRODNA PODLOGA | IFS (%) |
|------------------|---------|
| kamen 1, trska 1 | 70,97 % |
| kamen 1, trska 2 | 69,77 % |
| kamen 1, trska 3 | 63,49 % |
| kamen 1, trska 4 | 56,69 % |
| trska 1, trska 2 | 63,25 % |
| trska 1, trska 3 | 75,44 % |
| trska 1, trska 4 | 53,91 % |
| trska 2, trska 3 | 73,95 % |
| trska 2, trska 4 | 61,66 % |
| trska 3, trska 4 | 70,10 % |

Obraštajne zajednice su se razlikovale s obzirom na svojite mikrofitita koje su brojem jedinki bile najzastupljenije u obraštaju. Na trsci i kamenu prve postaje dominirala je dijatomeja *Navicula capitatoradiata*, a uz nju je dobru zastupljenost imala i dijatomeja *Nitzschia dissipata* te zelena alga *Cladophora* sp.. I na drugoj je postaji dominirala vrsta *Navicula capitatoradiata*, a uz nju je najveću brojnost imala *Ulnaria ulna* kao umjereno pristuna vrsta, koja je bila dobro zastupljena i na ostalim postajama istraživanja. Dijatomeje *Aulacoseira granulata* var. *angustissima* f. *curvata* i *Melosira varians* bile su najbrojnije na trećoj postaji istraživanja, dok je na četvrtoj postaji istraživanja dominantna bila dijatomeja *Cocconeis placentula*, kao masovno pristuna vrsta. Na svim postajama i ispitanim uzorcima istraživanja dobru zastupljenost imala je vrsta *Cyclostephanos dubius*.

Tablica 3: Popis vrsta utvrđenih kvalitativnom analizom mikrofitu u obraštaju na prirodnim podlogama u jezeru Jošava (P1 – postaja 1, P2- postaja 2, P3 – postaja 3, P4 – postaja 4; relativna brojnost: 1-povremeno prisutna vrsta, 2 - rijetka vrsta, 3 - umjereno prisutna vrsta, 4 - brojna vrsta, 5 - masovno prisutna vrsta, A - prvi uzorak na postaji, B - drugi uzorak na postaji, C - treći uzorak na postaji).

| | 4.travnja.2018. godine | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------|---|---|-------|---|---|-------|---|---|-------|---|---|-------|---|---|
| | P1 | | | | | | P2 | | | P3 | | | P4 | | |
| | Kamen | | | Trska | | | Trska | | | Trska | | | Trska | | |
| NAZIV VRSTE | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C |
| CYANOBACTERIA | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Aphanizomenon gracile</i> Lemmermann | | 1 | 1 | 1 | | | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | | | | |
| <i>Chroococcus minutus</i> (Kützing) Nägeli | 2 | 2 | 2 | | | | | | | | | | | | |
| <i>Heteroleibleinia</i> sp. | 1 | | | | 2 | | | | | 1 | 1 | | 1 | 1 | 2 |
| <i>Leptolyngbya</i> sp. | 2 | 3 | 3 | 1 | 4 | 3 | | | 1 | | | 1 | 3 | 2 | 2 |
| <i>Snowella lacustris</i> (Chodat) Komárek & Hindák | 1 | 3 | 2 | | | | 2 | | 1 | 1 | | | 1 | 1 | |
| EUGLENOPHYTA | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Lepocinclis acus</i> (O.F.Müller) B.Marin & Melkonian | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| <i>Trachelomonas volvocina</i> (Ehrenberg) Ehrenberg | | | | 2 | 2 | 2 | | | | 1 | | | | | |
| PYRROPHYTA | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <i>Glenodinium</i> sp. | | | | | | | 1 | | | | | | | | |
| CHRYSOPHYTA | | | | | | | | | | | | | | | |
| Chrysophyceae | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Dinobryon divergens</i> O.E.Imhof | | | | | | | 1 | | | | | | | | |
| <i>Kephyrion rubri-claustri</i> Conrad | | | 1 | | | | | | | | | | | | |
| <i>Monas elongata</i> (Stokes) Lemmermann | | | | | | | | | 2 | | 1 | | 1 | | 1 |
| <i>Synura uvella</i> Ehrenberg | 1 | | 1 | | 2 | | | | | | | | | | |
| Bacillariophyceae | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki | 1 | | | | | | | | | | | | 1 | | |
| <i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing | | 2 | 2 | 4 | 2 | | 1 | | | 2 | 2 | | 2 | 2 | 1 |
| <i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow | | | | | | | | | | | | | 4 | 3 | 1 |
| <i>Aulacoseira distans</i> (Ehrenberg) Simonsen | | | | | | | 1 | | | 1 | | 1 | 1 | | |
| <i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen | | | 2 | | | | 1 | | 1 | | | | 1 | | 1 |
| <i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i> f. <i>curvata</i> (O.Müller) Simonsen | 3 | 3 | 4 | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 4 |
| <i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i> f. <i>spiralis</i> (O.Müller) Simonsen | | | | | | | 1 | | | | | | | | |
| <i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg | | | | | | | | | | 1 | | | | | |
| <i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg | | | 1 | 2 | | | 1 | | | 2 | 1 | 2 | 5 | 5 | 5 |
| <i>Cyclostephanos dubius</i> (Hustedt) Round | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 4 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing | | 1 | 2 | | | | 1 | | | | | 1 | | 1 |
| <i>Cymbella cistula</i> (Ehrenberg) O.Kirchner | | | | 1 | | 2 | | | | | | 2 | | |
| <i>Cymbella tumida</i> (Brébisson) Van Heurck | | | | 1 | 1 | 1 | | | | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| <i>Diatoma vulgare</i> Bory | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Encyonema leibleinii</i> (C.Agardh) W.J.Silva, R.Jahn, T.A.V.Ludwig, & M.Menezes | | | 1 | 2 | | | 1 | 1 | | | | 2 | | |
| <i>Encyonema ventricosum</i> (C.Agardh) Grunow | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | | | 1 | 1 | 1 |
| <i>Eunotia bilunaris</i> (Ehrenberg) Schaarschmidt | | | | | | | 1 | | | 1 | | | 1 | 1 |
| <i>Fragilaria acus</i> (Kützing) Lange-Bertalot | 1 | 2 | | | 1 | | 3 | 2 | | 2 | | | | |
| <i>Fragilaria capucina</i> Desmazières | | | | 2 | 3 | 2 | | 1 | 1 | | | 1 | 2 | 1 |
| <i>Fragilaria vaucheriae</i> (Kützing) J.B.Petersen | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| <i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg | | | | 1 | | | | | | | | | | |
| <i>Gomphonema augur</i> Ehrenberg | | | | | | | 1 | | | | | | | |
| <i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson | | | | 2 | 2 | 2 | 1 | | | | 1 | 1 | 2 | 1 |
| <i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing | | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | | 3 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| <i>Gomphonema</i> sp. | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | 1 | | 1 | 1 | 1 |
| <i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg | | | 1 | 2 | 2 | 2 | | | | 2 | 1 | 2 | 3 | |
| <i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst | | | | 1 | | | 1 | | | 3 | 3 | 3 | | 2 |
| <i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kützing) Rabenhorst | | | | | | | 1 | | | 2 | | 2 | 1 | 3 |
| <i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow | | 2 | 2 | 1 | | | | | 2 | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <i>Hippodonta capitata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski | | | | | | | 1 | | | | | | | | |
| <i>Lemnicola hungarica</i> (Grunow) Round & Basson | | | | | | | | | | 1 | | | 1 | | |
| <i>Melosira</i> sp. | | | | | | | | | | 1 | | | | | |
| <i>Melosira varians</i> C.Agardh | | | 1 | 1 | 1 | | | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 |
| <i>Navicula antonii</i> Lange-Bertalot | | | 1 | | | | 1 | | | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| <i>Navicula capitatoradiata</i> H.Germain ex Gasse | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 |
| <i>Navicula cryptocephala</i> Kützing | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 |
| <i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot | 2 | | 2 | | 1 | | 2 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| <i>Navicula radiosa</i> Kützing | 2 | | | | 2 | 1 | | 1 | 2 | 2 | | 1 | | 1 | |
| <i>Navicula</i> sp. | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory | | | 1 | 2 | | | 2 | 1 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | 2 | |
| <i>Neidium</i> sp. | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W.Smith | 1 | | 3 | | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | | |
| <i>Nitzschia acicularis</i> var. <i>closterioides</i> Grunow | 1 | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | |
| <i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Rabenhorst | 4 | 3 | 4 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | | 2 | | 2 |
| <i>Nitzschia frustulum</i> (Kützing) Grunow | | | | | | | | | | | | | 1 | | |
| <i>Nitzschia linearis</i> W.Smith | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | | 2 | 1 | 1 | |
| <i>Nitzschia paleacea</i> (Grunow) Grunow | 2 | | | 3 | 2 | 3 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch) W.Smith | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Planothidium lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot | | | | | | | 1 | 1 | | | | | 1 | 1 | |
| <i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bertalot | | | | | | | | | | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 2 |
| <i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkovsky | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| <i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grunow | 3 | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | | 2 | 2 |
| <i>Stephanodiscus</i> sp. | | 1 | 3 | | | | 2 | | 1 | 1 | 1 | | 1 | | 1 |
| <i>Surirella angusta</i> Kützing | | | | | | | 1 | | | 1 | | | | | |
| <i>Thalassiosira pseudonana</i> Hasle & Heimdal | | 1 | | | | | 1 | | 1 | | 1 | 1 | 1 | | |
| <i>Tryblionella hungarica</i> (Grunow) Frenguelli | | | | | | | | | | | | | 1 | | |
| <i>Tryblionella levidensis</i> W.Smith | | | | | | | | | | | | | 1 | | |
| <i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| CHLOROPHYTA | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs | 1 | 2 | 3 | | 2 | | 1 | | 2 | | | | | | |
| <i>Ankistrodesmus</i> sp. | | | | | 1 | | | | | | | | | | |
| <i>Chlamydomonas</i> sp. | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cladophora</i> sp. | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | | 2 | 2 | | | 3 | | 2 | 2 |
| <i>Closteriopsis acicularis</i> (Chodat) J.H.Belcher & Swale | 1 | | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 3 | 3 | 2 | | | |
| <i>Closterium acutum</i> Brébisson | 1 | | | | | | | 1 | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <i>Closterium moniliferum</i> Ehrenberg ex Ralfs | | | | 1 | 1 | | | | | | | 1 | | | |
| <i>Coccomonas</i> sp. | | | | | | | | | 1 | | | | | | |
| <i>Coenococcus</i> sp. | | | | | | | | 1 | | | | 1 | | | |
| <i>Crucigenia quadrata</i> Morren | | | 2 | | | 1 | | | | | | | | | |
| <i>Desmodesmus abundans</i> (Kirchner) E.H.Hegewald | | | | | 1 | | | | | | | 2 | | | |
| <i>Desmodesmus aculeolatus</i> (Reinsch) P.M.Tsarenko | 1 | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 |
| <i>Desmodesmus opoliensis</i> (P.G.Richter) E.Hegewald | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Desmodesmus subspicatus</i> (Chodat) E.Hegewald & A.Schmidt | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | |
| <i>Elakatothrix acuta</i> Pascher | | | | | | | | | 1 | | | | | | |
| <i>Keratococcus bicaudatus</i> (A.Braun ex Rabenhorst) J.B.Petersen | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Kirchneriella irregularis</i> (G.M.Smith) Korshikov | 1 | | | | | | | | 2 | | | | | | |
| <i>Kirchneriella lunaris</i> (Kirchner) Möbius | 3 | 3 | 3 | | 2 | 1 | 2 | | 1 | | | 1 | | | |
| <i>Koliella longiseta</i> (Vischer) Hindák | | 1 | | | 1 | | | | 1 | | | | | | |
| <i>Monactinus simplex</i> (Meyen) Corda | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 |
| <i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová | | | 1 | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <i>Monoraphidium irregulare</i> (G.M.Smith) Komárková-Legnerová | | 2 | | 1 | | | | | | | | | | | |
| <i>Monoraphidium pusillum</i> (Printz) Komárková-Legnerová | 2 | 1 | | | | 1 | | | | | | 1 | | | |
| <i>Mucidosphaerium pulchellum</i> (H.C.Wood) C.Bock, Proschold & Krienitz | 2 | 2 | 3 | | | | | | | | | | | | |
| <i>Nephrochlamys willeana</i> (Printz) Korshikov | | | | | | | | | | | | | 1 | | |
| <i>Oedogonium</i> sp. | | 2 | | 1 | | | | | | 3 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| <i>Oocystis marssonii</i> Lemmermann | | | 1 | | | | | | | | | | | | |
| <i>Oocystis parva</i> West & G.S.West | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Pediastrum duplex</i> Meyen | | | | 1 | | | | | | 1 | | | | | |
| <i>Platymonas cordiformis</i> Korshikov | 2 | | | 1 | | | | | | | | | | | |
| <i>Pseudodidymocystis inconspicua</i> (Korshikov) Hindák | 2 | 2 | 2 | | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 | 2 | | | | | |
| <i>Pseudodidymocystis planctonica</i> (Korshikov) E.Hegewald & Deason | | 1 | | | | | 1 | | | | | | | | |
| <i>Pseudopediastrum boryanum</i> (Turpin) E.Hegewald | 1 | | 1 | 1 | | | | | | 1 | | | | | 1 |
| <i>Quadricoccus laevis</i> Fott | | 1 | 1 | | | | | | 2 | | | 1 | | | |
| <i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turpin) Brébisson | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | | | | | | |
| <i>Spirogyra</i> sp. | 1 | 1 | | 2 | 1 | 1 | | | 3 | | | 1 | 1 | | |
| <i>Tetradesmus lagerheimii</i> M.J.Wynne & Guiry | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|
| <i>Tetrastrum glabrum</i> (Y.V.Roll) Ahlstrom & Tiffany | 2 | | | | | | | | 2 | | | | | | | |
|---|---|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|

4. RASPRAVA

Rezultati ovog istraživanja su pokazali da se duž jezera Jošava mijenjaju fizikalno-kemijski parametri vode kao i sastav mikroflora u obraštaju na različitim prirodnim podlogama.

Jezero Jošava pripada hipertrofnim vodama (Stević 2001) koje karakterizira ograničena cirkulacija vode, nedostatak termalne i vertikalne stratifikacije, kao i ekstremne fluktuacije u koncentraciji hranjivih tvari, režimu kisika, a time i produktivnosti (Barica i Mur 1980). U jezeru su zabilježene visoke koncentracije hranjivih tvari, a posebno su bile visoke koncentracije ukupnog fosfora te organskog dušika. U odnosu na prethodno istraživanje provedeno 2008. godine (Opačak i sur. 2008) koncentracije hranjivih tvari u jezeru su se povećale. Tako je koncentracija ukupnog fosfora u svibnju 2008. godine iznosila 0,48 mg/L, dok je u travnju 2018. godine dosegla 4,02 mg/L. Koncentracija organskog dušika od 0,21 mgN/L zabilježena je u 2008. godini, dok je 2018. godine iznosila 4,02 mg/L. U odnosu na prethodna istraživanja povećala se i pH vode u jezeru. pH vrijednosti u rasponu od 6,87 do 8,33 izmjerene su 2000. godine (Stević 2001.), a 2008. godine (Opačak i sur. 2008) pH je iznosila 8,02. U ovom istraživanju zabilježene su više vrijednosti u rasponu od 9,11 do 9,39. Dobro razvijen fitoplankton i povećana fotosintetska aktivnost u vodenom biotopu mogu utjecati na povećanje pH vrijednosti (Rodrigues i sur. 2002). Fitoplankton je bio dobro razvijen u jezeru na što ukazuju koncentracije Chl-a u vodi više od 100 µg/L. Izmjerene vrijednosti bile su značajno više u odnosu na istraživanja 2000. godine kada su varirale ali nisu prelazile 86,19 µg/L (Stević 2001.). Povećane koncentracije hranjivih tvari u vodi, povećane pH vrijednosti i koncentracije klorofila ukazuju na povećanu eutrofizaciju istraživanog vodenog sustava.

Fizikalno-kemijski parametri vode na istraživanim postajama unutar jezera Jošava su se razlikovali, a posebno su se izdvajale prva i četvrta postaja smještene na suprotnim stranama jezera. Prvu postaju smještenu uz najodržavaniji dio jezera i ustavu kojom se regulira razina vode u jezeru, karakterizirali su najmanja dubina, najmanja provodljivost vode, najveća pH vrijednost te najviša koncentracija nitrata u vodi, dok se četvrta postaja izdvajala s obzirom na najmanju prozirnost, najveću provodljivost vode, najviše koncentracije nitrita, amonijaka i ukupnog fosfora te klorofila. Četvrta postaja smještena na neodržavanom dijelu jezera ujedno je i najbliža poljoprivrednim površinama, svinjogojskim i govedarskim farmama i prometnicama, a ispiranje s navedenih površina mogla su pridonijeti većem unosu hranjivih tvari i boljem razvoju fitoplanktona (Senta i sur. 2010).

Mikrofitske zajednice su bile dobro razvijene u obraštaju na dostupnim prirodnim podlogama na svim postajama. Raznolikost mikrofitu bila je veća u obraštaju na kamenju koje je bilo prisutno samo na prvoj postaji. Hrapaviju i grublju podlogu kamena općenito naseljava veći broj organizama te je njihova gustoća veća (Clifford i sur. 1992; Blinn i sur. 1980).

Obale jezera Jošava obrasle su trskom, zeljastom biljkom koja pripada porodici trava (*Poaceae*). Stabljike trske su uspravne, šuplje i glatke. Trska raste u plitkim stajaćim vodama, gdje predstavlja pogodno stanište brojnim pticama, pruža zaštitu ribama tijekom mriješćenja, te pruža zaklon različitim vrstama kukaca (Web 5). Pokazatelj je slabo kiselih do slabo bazičnih tala s osrednjom količinom humusa. Prema životnom obliku pripada hidrofitima i geofitima (Web 6). Stabljike trske uronjene u vodu predstavljaju pogodnu podlogu za naseljavanje mikrofitu na što ukazuje i relativno velika raznolikost mikrofitu utvrđena u obraštaju na ovom tipu podloge. Relativno velika raznolikost mikrofitu na trsci utvrđena je i u prethodnim istraživanjima u različitim vodenim biotopima (Sanal i Demir 2018; Karosiene i Kasperovičiene 2008).

Iako je obraštaj na svim postajama bio razvijen, utvrđene su razlike u stupnju razvoja i sastavu mikrofitu u obraštaju. Na svim postajama utvrđena je dobra zastupljenost dijatomeja. Općenito niže temperature vode u proljetnom razdoblju pogoduju njihovu razvoju.

Veći broj jedinki nitastih zelenih alga (*Cladophora* sp., *Oedogonium* sp.) te dijatomeja koje se pričvršćuju stapkama (npr. *Encyonema ventricosum*) i uzdižu iznad površine podloge ukazuju da je samo na prvoj postaji na oba tipa podloge postignut klimaks u razvoju obraštaja. Vrste roda *Cladophora*, koje zahtijevaju visoke koncentracije anorganskih tvari (Dodds i Gudder 1992; Biggs i Price 1987; Auer i Canale 1982), klasificirane su kao C-, a vrste roda *Oedogonium* kao C-S-stratezi koji se u pravilu razvijaju u kasnijim fazama razvoja obraštaja (Biggs i sur. 1998).

Na prvoj postaji je brojem jedinki na oba tipa podloge dominirala i epilitska dijatomeja (Camargo i Jiménez 2007) *Navicula capitatoradiata*, koja je relativno tolerantna na organska zagađenja u eutrofnim vodama (Leira i Sabater 2005), a pogoduju joj i slatkovodni sustavi s visokim koncentracijama elektrolita (Web 7). Istraživanje provedeno u Rumunjskoj (Florescu i sur. 2015) pokazalo je da se ova vrsta razvija u područjima pod antropogenim utjecajem kao što su mjesta izlivanja otpadnih voda te područja ispiranja poljoprivrednih površina. Na prvoj postaji je u obraštaju na oba tipa podloge s većim brojem jedinki bila zastupljena i cijanobakterija *Leptolyngbya* sp.. Prema Klemenčić i suradnicima (2010) *Leptolyngbya* sp. je

češće prisutna u vodenim biotopima s visokim vrijednostima pH, a općenito su vrste roda *Leptolyngbya* česte u obraštaju i metafitonu slatkovodnih sustava (Web 8).

Struktura i razvoj obraštaja na drugoj i trećoj postaji bili su vrlo slični. U strukturi obraštaja dominirale su vrste koje priliježu uz podlogu, a posebno dijatomeja *Cyclostephanos dubius*. Ova je vrsta u vrijeme istraživanja bila dominantna u fitoplanktonu jezera Jošava (Nikolašević 2018). Iako je ovo pretežno planktonska dijatomeja može biti prihvaćena za matriks obraštajne zajednice. Zabilježena je u brojnim jezerima bogatim hranjivim tvarima diljem Europe (Bradshaw i Anderson 2003).

Cocconeis placentula je dijatomeja koja je posebno dobro bila zastupljena u obraštaju na trsci na četvrtoj postaji. Velika brojnost jedinki ove vrste utvrđena je na različitim biljkama u različitim vodenim biotopima (Lim i sur. 2001; Eminson i Moss 1980) iako joj pogoduju i kamenje i umjetne podloge (Ács i Buczkó 1994; Goldsborough i Hickman 1991; Korte i Blinn 1983; Cattaneo 1978; Jones 1978). Karakteristična je vrsta za slatkovodne sustave i kozmopolit je (Regine i sur. 2009), ali se ne može smatrati indikatorskom vrstom trofičkog stanja vode jer ne zahtijeva posebne uvijete trofije i saprobnosti unutar svog staništa (Hofmann 1994). Pripada R-stratezima za koje je karakterističan razvoj u sustavima s visokim intenzitetom disturbancija. Dominacija vrste *C. placentula* na četvrtoj postaji može se povezati s povećanom koncentracijom dušika (Slika 13) koji joj pogoduje (Fairchild i sur. 1985, 1989; Pringle i Bowers 1984).

5. ZAKLJUČAK

Rezultati provedenog istraživanja ukazuju da je jezero Jošava u eutrofnom stanju te da se fizikalno-kemijski parametri vode mijenjaju duž jezera. Raznolikost mikrofito u obraštaju na prirodnim podlogama je relativno velika, a posebno su dobro zastupljene alge i cijanobakterije otporne na disturbancije i antropogene utjecaje.

6. LITERATURA

Ács, É., Buczkó, K. (1994) Daily changes of reed periphyton composition in a shallow Hungarian lake (Lake Valence). Proceedings of the 13th International Diatom Symposium, 1–10.

Albay, M., Akcaalan, R. (2003) Comparative study of periphyton colonisation on common reed (*Phragmites australis*) and artificial substrate in a shallow lake, Manyas, Turkey. *Hydrobiologia* 506:531-540.

Auer, M. T., Canale, R. P. (1982) Ecological studies and mathematical modeling of *Cladophora* in Lake Huron. 3. The dependence of growth rates on internal phosphorus pool size. *Journal of Great Lakes Research* 8:93-99.

Azim, M. E., Asaeda, T. (2005) Periphyton structure, diversity and colonization. U: Azim, M. E., Verdegem, M. C. J., van Dam, A. A., Beveridge, M. C. M. (ur.) Periphyton: Ecology, exploitation and management. CABI Publishing, str. 15-33.

Azim, M. E., Beveridge, M. C. M., van Dam A. A., Verdegem, M. C. J. (2005) Periphyton and aquatic production: an introduction. U: Azim, M. E., Verdegem, M. C. J., van Dam, A. A., Beveridge, M. C. M. (ur.) Periphyton: Ecology, exploitation and management. CABI Publishing, str. 1-13.

Barica, J., Mur, L. R. (ur.) (1980) Hypertrophic Ecosystems S.I.L. Workshop on Hypertrophic Ecosystems held at Växjö, September 10-14, 1979. Hague-Boston-London, Dr. W. Junk Bv Publishers.

Baulch, H. M., Schindler, D. W., Turner, M. A., Findlay, D. L., Paterson, M. J., Vinebrooke, R. D. (2005) Effects of warming on benthic communities in a boreal lake: implications of climate change. *Limnology and Oceanography* 50:1377-1392.

Bergey, E. A. (2005) How protective are refuges? Quantifying algal protection in rock crevices. *Freshwater Biology* 50:1163-1177.

Bernot, R., Turner, A. (2001) Predator identity and trait-mediated indirect effects in a littoral food web. *Oecologia* 129:139-146.

Biggs, B. J. F., Stevenson, R. J., Lowe, R. L. (1998) A habitat matrix conceptual model for stream periphyton. *Archiv für Hydrobiologie* 143:21-56.

- Biggs, B. J. F. (1996) Patterns in benthic algae of streams. U: Stevenson, R. J., Bothwell, M. L., Lowe, R. L. (ur.) Algal ecology. Freshwater benthic ecosystems. Academic Press, United States of America, str. 31-56.
- Biggs, B. J., Hickey, C. W. (1994) Periphyton responses to a hydraulic gradient in a regulated river in New Zealand. *Freshwater Biology* 32:49-59.
- Biggs, B. J. F., Price, G. M. (1987) A survey of filamentous algal proliferations in New Zealand rivers. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 21:175-191.
- Blanchet, S., Loot, G., Dodson, J. J. (2008) Competition, predation and flow rate as mediators of direct and indirect effects in a stream food chain. *Oecologia* 157:93-104.
- Blinn, D. W., Fredericksen, A., Korte, V. (1980) Colonization rates and community structure of diatoms on 3 different rock substrata in a lotic system. *British Phycological Journal* 15:303-310.
- Bradshaw, E. G., Anderson, N. J. (2003) Environmental factors that control the abundance of *Cyclostephanos duhii* (Bacillariophyceae) in Danish lakes, from seasonal to century scale. *European Journal of Phycology* 38:265-276.
- Burkholder, J. M., Wetzel, R. G. (1990) Epiphytic alkaline phosphatase on natural and artificial plants in an oligotrophic lake: re-evaluation of the role of macrophytes as a phosphorus source for epiphytes. *Limnology and Oceanography* 35:736-747.
- Burns, A., Ryder, D. S. (2001) Potential for biofilms as biological indicators in Australian riverine systems. *Ecological Management and Restoration* 2:53-63.
- Camargo, J. A., Jiménez, A. (2007) Ecological responses of epilithic diatoms and aquatic macrophytes to fish farm pollution in a Spanish river. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 64:213-219.
- Carignan, R., Kalff, J. (1982) Phosphorus release by submerged macrophytes: significance to epiphyton and phytoplankton. *Limnology and Oceanography* 27:419-427.
- Carrias, J. F., Serre, J. P., Ngando, T. S., Amblard, C. (2002) Distribution, size and bacterial colonization of pico- and nano-dentriol organic particles (DOP) in two lakes of different trophic status. *Limnology and Oceanography* 47:1202-1209.

Cattaneo, A., Kalff, J. (1979) Primary production of algae growing on natural and artificial aquatic plants: A study of interactions between epiphytes and their substrate. *Limnology and Oceanography* 24:1031-1037.

Cattaneo, A. (1978) The microdistribution of epiphytes on the leaves of natural and artificial macrophytes. *British Phycological Journal* 13:183-188.

Christofoletti, R. A., Almeida, T. V., Ciotti, A. M. (2011) Environmental and grazing influence on spatial variability of intertidal biofilm on subtropical rocky shores. *Marine Ecology Progress Series* 424:15-23.

Clifford, H. F., Casey, R. J., Saffran, K. A. (1992) Short-Term Colonization of Rough and Smooth Tiles by Benthic Macroinvertebrates and Algae (Chlorophyll a) in Two Streams. *Journal of the North American Benthological Society* 11:304-315.

Combes, C. (2001) *Parasitism: The Ecology and Evolution of Intimate Interactions*. University of Chicago Press.

Dobson, A. P., Hudson, P. J. (1986) Parasites, disease and the structure of ecological communities. *Trends in Ecology & Evolution* 1:11-15.

Dodds, W. K., Gudder, D. A. (1992) The ecology of *Cladophora*. *Journal of Phycology* 28:415-427.

Eminson, D., Moss, B. (1980) The composition and ecology of periphyton communities in freshwaters. The influence of host type and external environment on community composition. *British Phycological Journal* 15:429-446.

Fairchild, G. W., Campbell, J. M., Lowe, R. L. (1989) Numerical response of chydorids (Cladocera) and chironomids (Diptera) to nutrient-enhanced periphyton growth. *Archiv für Hydrobiologie* 114:369-382.

Fairchild, G. W., Lowe, R. L., Richardson, W. B. (1985) Algal periphyton growth on nutrient-diffusing substrates : an in situ bioassay. *Ecology* 66:465-472.

Fermino, F. S., Bicudo, D. C., Bicudo, C. (2011) Seasonal influence of nitrogen and phosphorus enrichment on the floristic composition of the algal periphytic community in a shallow tropical, mesotrophic reservoir (São Paulo, Brazil). *Oecologia Australis* 15:476-493.

Ferragut, C., de Campos Bicudo, D. (2012) Effect of N and P enrichment on periphytic algal community succession in a tropical oligotrophic reservoir. *Limnology* 13:131-141.

Fitzgerald, G. P. (1969) Some factors in the competition or antagonism among bacteria, algae, and aquatic weeds. *Journal of Phycology* 5:351-359.

Florescu, H. M., Cimpean, L. M., Leonte, L., Bodea, D., Battes, K. P. (2015) Ecological analyses on benthic diatom and invertebrate communities from the Someșul Mic catchment area (Transylvania, Romania). *Studia Universitatis Babeș Bolyai, Biologia* 60:69-87.

Gaiser, E. (2009) Periphyton as an indicator of restoration in the Florida Everglades. *Ecological Indicators* 9:37-45.

Goldsborough, L. G., McDougal, R. L, North, A. K. (2005) Periphyton in Freshwater Lakes and Wetlands. U: Azim, M. E., Verdegem, M. C. J. , van Dam, A. A., Beveridge, M. C. M. (ur.) Periphyton: Ecology, exploitation and management. CABI Publishing, str. 71-90.

Goldsborough, G. L., Hickman, M. (1991) A comparison of periphytic algal biomass and community structure on *Scirpus validus* and on a morphologically similar artificial substratum. *Journal of Phycology* 27:196–206.

Graham, L. E., Wilcox, L. W. (2000) *Algae*-Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey.

Grime, J. P. (1977) Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *The American Naturalist* 111:1169-1194.

Gross, E. M., Feldbaum, C., Graf, A. (2003) Epiphyte biomass and elemental composition on submersed macrophytes in shallow eutrophic lakes. *Hydrobiologia* 506:559-565.

Hatcher, B. G. (1983) Grazing in coral substrate ecosystems. U: Barnes, D. J. (ur.) *Perspectives on Coral Substrates*. Brian Clouston Publishers, Manuka, Australia, str. 164-179.

Hay, M. E. (1991) (ur.) Fish-seaweed interactions on coral substrates: effects of herbivorous fishes and adaptations of their prey. Sale, P.F. *The Ecology of Fishes on Coral Substrates*.

Academic Press, London.

Hindak, F., Cyrus, Z., Marvan, P., Javornický, P., Komarek, J., Ettl, H., Rosa, K., Sladečková, A., Popovski, J., Punocharova, J., Lhotsky, O. (1978) Sladkovodne riasy. Bratislava, Slovenske pedagogicke nakladatelstvo.

Hindak, F., Komarek, J., Marvan, P., Ružička, J. (1975) Kľuč na určovanie vytrusnych rastlin: Riasy. Bratislava, Slovenske pedagogicke nakladatelstvo.

Hofmann, G. (1994) Aufwuchs-Diatomeen in Seen und ihre Eignung als Indikatoren der Trophie. Bibliotheca Diatomologica.

Hootsmans, M. J. M., Blindow, I. (1994) Allelopathic limitation of algal growth by macrophytes. U: van Vierssen, W. (ur.) Lake Veluwe, a Macrophyte-dominated System under Eutrophication Stress. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, str.175-192.

Hootsmans, M. J. M., Vermaat, J. E. (1985) The effect of periphyton-grazing by three epifaunal species on the growth of *Zostera marina* L. under experimental conditions. Aquatic Botany 22:275-285.

Huchette, S. M. H., Beveridge, M. C. M., Baird, D. J., Ireland, M. (2000) The impacts of grazing by tilapias (*Oreochromis niloticus* L.) on periphyton communities growing on artificial substrate in cages. Aquaculture 186:45-60.

Jones, J. G. (1978) Spatial variation in epilithic algae in a stony stream (Wilfin Beck), with particular reference to *Cocconeis placentula*. Freshwater Biology 8:539-546.

Jones, J. I., Eaton, J. W., Hardwick, K. (2000) The influence of periphyton on boundary layer pH conditions: a microelectrode investigation. Aquatic Botany 67:191-206.

Jones, J. I., Young, J. O., Eaton, J. W., Moss, B. (2002) The influence of nutrient loading, dissolved inorganic carbon and higher trophic levels on the interaction between submerged plants and periphyton. Journal of Ecology 90:12-24.

Jonjić, K. (2018) Struktura mikrofitu u obraštajnim zajednicama na plivajućoj nepački (*Salvinia natans* (L.) ALL.) u poplavnom području Kopačkog rita. Diplomski rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Osijek.

Jorgensen, B. B., Des Marais, D. J. (1990) The diffusive boundary layer of sediments: oxygen microgradients over a microbial mat. *Limnology and Oceanography* 35:1343-1355.

Karosiene, J., Kasperovičiene, J. (2008) Seasonal succession of epiphyton algal communities on *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. in a mesoeutrophic lake. *Ekologija* 54:32-39.

Korte, V. L., Blinn, D. W. (1983) Diatom colonization on artificial substrata in pool and riffle zones studied by light and scanning electron microscopy. *Journal of Phycology* 19: 332-341.

Krammer, K., Lange-Bertalot, H. (1991) Bacillariophyceae 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In *Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bacillariophyceae* (Ettl, H., Gärtner, G., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D. (ur.). Vol. 2/1, Stuttgart, Gustav Fischer Verlag.

Krammer, K., Lange-Bertalot, H. (1997) Bacillariophyceae 1. Teil: Naviculaceae. In *Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bacillariophyceae* (Ettl, H., Gärtner, G., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D.(ur.). Vol. 2/3, Stuttgart, Gustav Fischer Verlag.

Klemenčič Krivograd, A., Griessler Bulc, T., Balabanič, D. (2010) The effectiveness of chemical-free water treatment system combining fibre filters, ultrasound, and UV for fish farming on algal control. *Periodicum Biologorum* 112:211:217.

Kühl, M., Glud, R. N., Ploug, H., Ramsing, N. B. (1996) Microenvironmental control of photosynthesis and photosynthesis-coupled respiration in an epilithic cyanobacterial biofilm. *Journal of Phycology* 32:799-812.

Lamberti, G. A., Gregory, S. V., Ashkenas, L. R., Steinman, A. D., McIntire, C. D. (1989) Productive capacity of periphyton as a determinant of plant-herbivore interactions in streams. *Ecology* 70:1840-1856.

- Larned, S. T. (2010) A prospectus for periphyton: recent and future ecological research. *Journal of the North American Benthological Society* 29:182-206.
- Larned, S., Santos, S. (2000) Light- and nutrient-limited periphyton in low order streams of Oahu, Hawaii. *Hydrobiologia* 432:101-111.
- Leira, M., Sabater, S. (2005) Diatom assemblages distribution in Catalan rivers, NE Spain, in relation to chemical and physio-graphical factors. *Water Research* 39:73-82.
- Liboriussen, L., Jeppesen, E., Bramm, M. E., Lassen, M. F. (2005) Periphyton-macroinvertebrate interactions in light and fish manipulated enclosures in a clear and a turbid shallow lake. *Aquatic Ecology* 39:23-39.
- Lim, D. S. S., Kwan, C., Douglas, M. S. V. (2001) Periphytic diatom assemblages from Bathurst Island, Nunavut, Canadian high arctic :an examination of community relationships and habitat preferences. *Journal of Phycology* 37:379-392.
- Loeb, S., Reuter, J. E. (1981) The epilithic periphyton community: a five-lake comparative study of community productivity, nitrogen metabolism and depth distribution of standing crop. *Verhandlungen der Internationale Vereinigung fur Limnologie* 21:346-352.
- Milstein, A. (2005) Effect of periphyton on Water Quality. U: Azim, M. E., Verdegem, M. C. J., van Dam, A. A., Beveridge, M. C. M. (ur.) *Periphyton: Ecology, exploitation and management*. CABI Publishing, str. 179-190.
- McIntire, C. D. (1966) Some effects of current velocity on periphyton communities in laboratory streams. *Hydrobiologia* 27:559-570.
- Momba, M. N. B., Kfir, R., Venter, S. N., Cloete, T. E. (2000) Overview of biofilm formation in distribution systems and its impact on the deterioration of water quality. *Water SA* 26:59-66.
- Murdock, J. N., Dodds, W. K. (2007) Lining benthic algal biomass to stream substratum topography. *Journal of Phycology* 43:449-460.
- Nikolašević, R. (2018) Antropogeni utjecaji na fitoplankton jezera Jošava. Završni rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Osijek.

- Padisák, J., Reynolds, C. S. (2003) Shallow lakes: the absolute, the relative, the functional and the pragmatic. *Hydrobiologia* 506:1-11.
- Phillips, G. L., Eminson, D., Moss, B. (1978) A mechanism to account for macrophyte decline in progressively eutrophicated freshwaters. *Aquatic Botany* 4:103-126.
- Pringle, C. M., Bowers, J. A. (1984) An in situ substratum fertilization technique : diatom colonization on nutrient-enriched, sand substrata. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 41:1247-1251.
- Rao, T. S. (2010) Comparative effect of temperature on biofilm formation in natural and modified marine environment. *Aquatic Ecology* 44:463-478.
- Regine, J., Wolf-Henning, K., Romero, O. E. (2009) *Cocconeis pediculus* Ehrenberg and *C. placentula* Ehrenberg var. *placentula* (Bacillariophyta): Typification and taxonomy. *Fottea* 9:275-288.
- Reid, G. K., Wood, R. D. (1976) *Ecology of Inland Waters and Estuaries*, 2nd ed., New York, David van Nostrand Company.
- Reiter, M. A. (1986) Interactions between the hydrodynamics of flowing water and the development of a benthic algal community. *Journal of Freshwater Ecology* 3:511-517.
- Reiter, M. A., Carlson, R. E. (1986) Current velocity in streams and the composition of benthic algal mats. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 43:1156-1162.
- Richard, M., Trottier, C., Verdegem, M. C. J, Hussenot, J. M. E. (2009) Submersion time, depth, substrate type and sampling method as variation sources of marine periphyton. *Aquaculture* 295:209-217.
- Rodrigues, L. C., Train, S., do Carmo Roberto, M., Pagioro, T. A. (2002) Seasonal Fluctuation of Some Limnological Variables on a Floodplain Lake (Patos lagoon) of the Upper Paraná River, Mato Grosso do Sul State, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 45:49-513.
- Sabater, S., Guasch, H., Ricart, M., Romani, A., Vidal, G., Klunder, C., Schmitt-Jansen, M. (2007) Monitoring the effect of chemicals on biological communities. The biofilm as an interface. *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 387:1425-1434.

- Sanal, M., Demir, N. (2018) Use of the epiphytic diatoms to estimate the ecological status of Lake Mogan Applied ecology and environmental research 16:3529-3543.
- Sand-Jensen, K. (1977) Effect of epiphytes on eelgrass photosynthesis. Aquatic Botany 3:55-63.
- Santos, C. M., Eskinazi-Sant'Anna, E. (2010) The introduced snail *Melanoides tuberculatus* (Muller, 1774) (Mollusca: Thiaridae) in aquatic ecosystems of the Brazilian Semiarid Northeast (Piranhas-Assu River basin, State of Rio Grande do Norte). Brazilian Journal of Biology 70:1-7.
- Scheffer, M. (1998) Ecology of Shallow Lakes. Chapman & Hall, London.
- SCOR-Unesco Working Group 17 (1966) Determination of photosynthetic pigments. U: Unesco (ur.) Monographs on Oceanographic Methodology 1. Determination of photosynthetic pigments in sea-water. Unesco, Paris, str.11-18.
- Senta A., Ratz A., Horvat, I. (2010) Praćenje koncentracije nitrata u vodi koprivničkog vodovoda. Sigurnost 52:359-365.
- Stevenson, R. J. (1984) Epilithic and epipellic diatoms in the Sandusky River, with emphasis on species diversity and water pollution. Hydrobiologia 114:161-175.
- Stević, F. (2001) Fitoplankton akumulacije Jošava kod Đakova. Diplomski rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Pedagoški fakultet, Osijek.
- Strickland, J. D., Parsons, T. R. (1972) A practical handbook of seawater analysis. Fisheries Research Board of Canada 167:185-192.
- Opačak, A., Vuković, Ž., Majić, S., Jelkić, D. (2008) Ribolovno-gospodarska osnova Zajednice športskih ribolovnih udruga Đakovo. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
- Thomas, S. H., Housley, J. M., Reynolds, A. N., Penczykowski, R. M., Kenline, K. H., Hardegree, N., Schmidt, S., Duffy, M. A. (2011) The ecology and phylogeny of oomycete infections in *Asplanchna* rotifers. Freshwater Biology 56:384-394.
- Tuchman, M., Stevenson, R. J. (1980) Comparison of clay tile, sterilized rock, and natural substrate diatom communities in a small stream in Southeastern Michigan, USA. Hydrobiologia 75:73-79.

Turner, M. A., Jackson, M. B., Findlay, D. L., Graham, R. W., DeBruyn, E. R., Vandermeer, E. M. (1987) Early responses of periphyton to experimental lake acidification. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 44:135-149.

Turner, M. A., Todd Howell, E., Summerby, M., Hesslein, R. H., Findlay, D. L., Jackson, M. B. (1991) Changes in epilithon and epiphyton associated with experimental acidification of a lake to pH 5. *Limnology and Oceanography* 36:1390-1405.

Vermaat, J. E. (2005) Periphyton dynamics and influencing factors. U: Azim, M. E., Verdegem, M. C. J. , van Dam, A. A., Beveridge, M. C. M. (ur.) *Periphyton: Ecology, exploitation and management*. CABI Publishing, str. 35-49.

Vermaat, J. E., Hootsmans, M. J. M. (1994) Periphyton dynamics in a temperature- light gradient. U: Van Vierssen, W., Hootsmans, M. J. M., Vermaat, J. E. (ur.) *Lake Veluwe, a Macrophyte-dominated System under Eutrophication Stress, Geobotany 21*. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, str. 193-212.

Vikert, T. (2014) Utjecaj sezonskih čimbenika na razvoj zajednica alga epiksilona u poplavnom području Dunava. Diplomski rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju, Osijek.

Wahl, M. (1989) Marine epibiosis. I. Fouling and antifouling: some basic aspects. *Marine Ecology Progress Series* 58:175-189.

Westlake, D. F., Adams, M. S., Bindloss, M. E., Ganf, G. G., Gerloff, G. C., Hammer, U. T., Javornicky, P., Koonce, J. F., Marker, A. F. H., McCracken, M. D., Moss, B., Nauwerck, A., Pyrina, I. L., Steel, J. A. P., Tilzer, M., Walters, C. J. (1980) Primary production. U: LeCren, E. D., Lowe-McConnell, R. H. (ur.) *The Functioning of Freshwater Ecosystems (International Biological Programme 22)*, Cambridge University Press, Cambridge, Massachusetts.

Wetzel, R. G. (2001) *Limnology: Lake and River Ecosystems*. Academic Press, San Diego.

Wetzel, R. G. (1983a) *Limnology*, 2nd edn, Saunders, Philadelphia.

Wu, Y. (2017) *Periphyton: Function and Application in Environmental Remediation*, Elsevier.

Žuna Pfeiffer, T. (2012) Naseljavanje i razvoj alga u obraštajnim zajednicama poplavnog područja Dunava. Doktorski rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Institut Ruđer Bošković, Zagreb. Poslijediplomski sveučilišni interdisciplinarni (doktorski) studij Zaštita prirode i okoliša, Osijek.

Mrežne stranice

Web1. Ribolovne vode (Jezero Jošava) http://zsru-djakovo.hr/?page_id=47 (11.4.2019.)

Web2. Hrvatske vode, Zavod za javno zdravstvo Osječko-baranjske županije, Upravni odjel za prostorno planiranje, zaštitu okoliša i prirode Osječko-baranjske županije županije:

Informacija o stanju i kvaliteti voda, te izvorima onečišćenja voda na području Osječko-baranjske županije

[http://www.obz.hr/hr/images/Zupanijska skupstina/2018/15_sjednica/14_informacija_o_stanju_i_kvaliteti_voda_te_izvorima_oneciscenja_voda_u_2017_na_podrucju_osjecko_baranjske_zupanije.pdf](http://www.obz.hr/hr/images/Zupanijska_skupstina/2018/15_sjednica/14_informacija_o_stanju_i_kvaliteti_voda_te_izvorima_oneciscenja_voda_u_2017_na_podrucju_osjecko_baranjske_zupanije.pdf) (11.4.109.)

Web3. AlgaeBase <http://www.algaebase.org/> (28.5.2019.)

Web4. Hrvatske vode: Metodologija uzorkovanja, laboratorijskih analiza i određivanja omjera ekološke kakvoće bioloških elemenata kakvoće

https://www.voda.hr/sites/default/files/metodologija_uzorkovanja_laboratorijskih_analiza_i_odredivanja_omjera_ekoloske_kakvoce_bioloskih_elementa_i_odluka.pdf (24.4.2019.)

Web5. Priroda i biljke - Trska (*Phragmites australis*) <https://www.plantea.com.hr/trska/> (10.4.2019.)

Web6. FloraCroaticaDatabase -Trska (*Phragmites australis*)

[https://hirc.botanic.hr/fcd/DetaljiFrame.aspx?IdVrste=7407&taxon=Phragmites+australis+\(Cav.\)+Trin.+ex+Steud](https://hirc.botanic.hr/fcd/DetaljiFrame.aspx?IdVrste=7407&taxon=Phragmites+australis+(Cav.)+Trin.+ex+Steud) (10.4.2019.)

Web7. *Navicula capitatoradiata* (AlgaeBase)

http://www.algaebase.org/search/species/detail/?species_id=31726&session=abv4:AC1F05FF0f0b31BA94KY5B97F3B0 (13.6.2019.)

Web8. *Leptolyngbya* sp. (AlgaeBase)

http://www.algaebase.org/search/genus/detail/?genus_id=43604&sk=0 (12.6.2019.)