

Raznovrsnost alga kremenjašica u lentičkim biotopima Hrvatske

Volarić, Ivana

Master's thesis / Diplomski rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:184703>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-05**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno – matematički fakultet
Biološki odsjek

Ivana Volarić

Raznovrsnost alga kremenjašica u lentičkim biotopima Hrvatske

Diplomski rad

Zagreb, 2017. godine

Ovaj diplomski rad, izrađen na Botaničkom zavodu Biološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, pod vodstvom prof. dr. sc. Anđelke Plenković-Moraj, predan je na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u svrhu stjecanja zvanja magistar edukacije biologije i kemije.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno – matematički fakultet
Biološki odsjek

Diplomski rad

RAZNOVRSNOST ALGA KREMENJAŠICA U LENTIČKIM BIOTOPIMA HRVATSKE

Ivana Volarić

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Dijatomeje ili alge kremenjašice su jednostanični, eukariotski, fotosintetski mikroorganizmi koji žive gotovo na svim vlažnim staništima. U uvjetima različitih pH vrijednosti, koncentracije otopljenih tvari, hranjivih tvari, te različitog temperaturnog raspona. Kao biološki indikatori ukazuju na promjene fizikalnih, kemijskih i bioloških uvjeta u okolišu te se koriste u ocjeni ekološkog stanja i monitoringu slatkovodnih staništa, a uvelike doprinose primarnoj produkciji.

Izrađena elektronička baza popisa dijatomejskih vrsta dobivena je analizom tabličnih podataka provedenih terenskih istraživanja u razdoblju od 1998. do 2013. godine. Provedenim su istraživanjima obuhvaćene planktonske i bentičke/perifitonske dijatomeje lentičkih biotopa (prirodna jezera i akumulacije) Republike Hrvatske: Baćinska jezera, jezero Butoniga, Plitvička jezera (Kozjak, Prošće), Visovačko jezero, Vransko jezero na otoku Cresu, Vransko jezero kod Biograda na moru, te akumulacije na rijeci Dravi (Čakovec, Dubrava, Varaždin). Elektronička baza podataka objedinjuje osnovne podatke za 303 vrste, 12 varijeteta i 1 forme dijatomeja svrstanih unutar 83 roda. Brojem utvrđenih vrsta na istraživanim lokalitetima dominiraju bilateralno simetrične Pennatae unutar kojih je rod *Navicula* Bory, najzastupljeniji s obzirom na broj vrsta i abundanciju broja stanica. U Baćinskim jezerima utvrđen je najveći broj dijatomejskih vrsta.

(61 stranica, 26 slika, 11 tablica, 74 literaturna navoda, jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici.

Ključne riječi: dijatomeje, fitoplankton, fitobentos, jezera

Voditelj: Dr.sc. Anđelka Plenković-Moraj, red. prof.

Ocjenitelji: Dr. sc. Marija Gligora Udovič, doc.

Dr. sc. Ines Radanović, izv. prof

Dr. sc. Zora Popović, red. prof.

Zamjena: Dr. sc. Marko Miliša, doc.

Rad prihvaćen: 04.05.2017.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Biology

Graduation Thesis

DIVERSITY OF DIATOMS IN CROATIAN LENTIC BIOTOPES

Ivana Volarić

Rooseveltovo trg 6, 10000 Zagreb, Croatia

Diatoms are unicellular, eukariotic, photosynthetic microorganisms that live in most freshwaters, in a wide range of aquatic habitats. In terms of different pH values, different concentrations of dissolved substances and nutrients and also diverse temperature range. They indicate a change in the physical, chemical and biological environmental conditions as biological indicators and as such are used in the assessment of ecological status and monitoring of freshwater habitats, they greatly contribute to primary production.

A electronic check-list database for freshwater diatoms was obtained after analyzing research field data in the period from 1998 to 2013 year. Conducted researches covered planktonic and benthic/ periphyton diatoms in the lentic biotope (natural lakes and accumulations) of Croatia: Baćina lakes, lake Butoniga, Plitvice lakes (Kozjak, Prošće), Visovac lake, lake Vrana in the Cres island, Vrana lake by Biograda na Moru, and accumulations on the river Dravi (Čakovec, Dubrava, Varaždin). Electronic check-list database combines basic informations for 303 species, 12 varieties and 1 form of diatoms grouped in 83 genera. Considering number of identified species at the study sites, dominant diatom group is bilaterally symmetrical Pennatae in which is the genera *Navicula* Bory as most represented in number of species and abundance per the number of cells. In Baćina lakes was determined the largest number of diatom species.

(61 pages, 26 figures, 11 tables, 74 references, original in Croatian)

Thesis deposited in the Central Biological Library.

Key words: diatoms, phytoplankton, phytobentos, lakes

Supervisor: Dr. Anđelka Plenković-Moraj, Prof.

Reviewers: Dr. Marija Gligora Udovič, Assist. Prof.

Dr. Ines Radanović, Assoc. Prof.

Dr. Zora Popović, Prof.

Dr. Marko Miliša, Assist. Prof.

Thesis accepted: 04.05.2017.

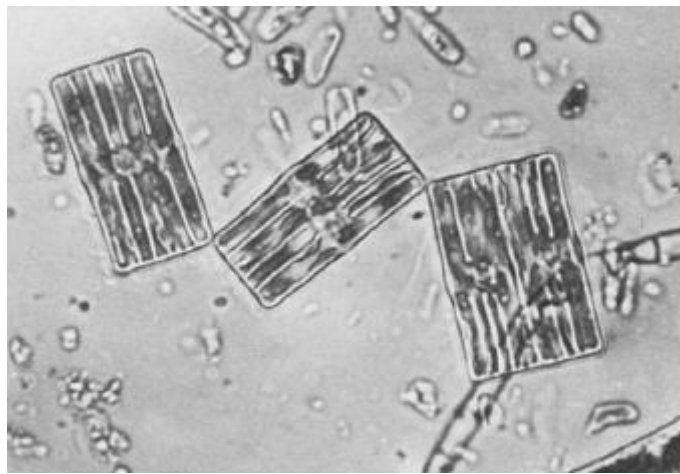
1. UVOD	1
1.1. Povijest otkrića dijatomeja	1
1.1.1 Građa dijatomeja	2
1.1.2. Klasifikacija dijatomeja.....	4
1.2. Dijatomeje u Hrvatskoj	5
2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA.....	6
3. MATERIJAL I METODE.....	7
3.1. Opća obilježja područja istraživanja	7
3.1.1. Plitvička jezera	8
3.1.2 Jezero Butoniga	10
3.1.3. Vransko jezero na otoku Cresu	11
3.1.4. Vransko jezero kraj Biograda na Moru	13
3.1.5. Visovačko jezero	14
3.1.6. Baćinska jezera.....	15
3.1.7. Akumulacije na rijeci Dravi	16
3.2. Materijal	19
3.3. Metode.....	24
3.3.1. Metode uzorkovanja fitoplanktona.....	24
3.3.2. Metode uzorkovanja fitobentosa	26
3.3.3. Metoda obrade i elektronička pohrana podataka.....	27
4. REZULTATI.....	28
4.1. Sustavan popis dijatomejskih vrsta	28
4.2. Zastupljenost rodova prema broju utvrđenih vrsta dijatomeja.....	44
4.3. Broj utvrđenih vrsta dijatomeja u istraživanim lentičkim biotopima Hrvatske	46
4.4. Dominantne vrste dijatomeja prema abundanciji broja stanica u lentičkim biotopima Hrvatske	48
4.5. Elektronička baza podataka.....	48
5. RASPRAVA.....	50
6. ZAKLJUČAK	54
7. LITERATURA.....	55
8. ŽIVOTOPIS	62

1. UVOD

1.1. Povijest otkrića dijatomeja

Dijatomeje ili alge kremenjašice su jednostanične fotosintetske alge koje nalazimo u slatkim i slanim vodama te na vlažnim staništima svih klimatskih područja Zemlje. Prema sistematici pripadaju skupini Chrysophyta, odnosno razredu Bacillariophyceae.

Prvi detaljan opis vrste iz ovog razreda zabilježen je 1703. godine (Round i sur. 1990.), a ime autora nije poznato. On je detaljno opisao vrstu pronađenu na korijenu korova izvađenog iz ribnjaka za koju je smatrao da je nova biljna vrsta. Kasnije je utvrđeno da je riječ o dijatomejskoj vrsti *Tabellaria flocculosa* (Roth) Kützing (Slika 1.). Iako ime autora nije poznato, njegov rad je predan Kraljevskom društvu u Londonu koje ga je kasnije objavilo.



Slika 1. *Tabellaria flocculosa*
(Preuzeto iz Round i sur. 1990.)

Sljedeći zabilježen opis dijatomeja datira iz 1753. godine, kada je Henry Baker opisao vrstu *Craticula cuspidata* (Kützing) D.G. Mann u svojoj knjizi „Employment for the microscope“. Tijekom druge polovice 18. stoljeća zabilježeni su opisi još nekoliko vrsta dijatomeja od kojih treba istaknuti vrstu *Vibrio paxillifer* koju je prvi opisao O.F. Müller (1786.). Iako je Müller u ono vrijeme smatrao da se radi o istoimenoj životinjskoj vrsti, kasnije se ispostavilo da to nije slučaj. Bila je to vrsta dijatomeje tada svrstana u rod *Bacillaria* Gmelin (1791.), a danas poznata pod nazivom *Bacillaria paxillifera* (O.F. Müller) T. Marsson (Round i sur. 1990.). Naziv „Diatomaceen“ prvi je put upotrijebio O.F. Müller (1786.) u svojoj raspravi „Infusoria fluviatillia et marina“. L. Nitzsch (1817.) uvodi naziv „bacillariae“ za ovu skupinu organizama, a današnji naziv dijatomeje uvodi C.A. Agardh 1824. godine (Werner, 1977.). Tijekom 19. stoljeća dijatomeje su bile predmet mnogih rasprava biologa i znanstvenika amatera. U gotovo svakom izdanju botaničkog časopisa toga vremena, bilo je više od polovice članaka koji su se bavili problemom taksonomije, citologije i ekologije dijatomeja. Bory (1822.) i Ehrenberg (1838.) su jednostanične, pokretne dijatomeje svrstali u carstvo životinja.

Smatrali su da protoplast dijatomeja sa svojim plastidima čini unutrašnje organe životinje. Drugi su pak autori smatrali da se radi o biljkama, zbog makroskopskog rasta njihovih kolonija koje su nalikovale rastu tkiva biljaka (Round i sur. 1990.).

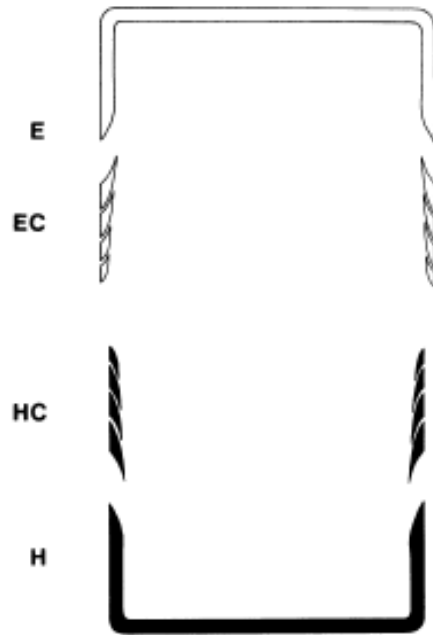
Kützing (1844.) je u svojoj monografiji dijatomeje (jednostanične ili kolonijalne, pokretne ili nepokretne) svrstao u carstvo biljaka te time stao na kraj raspravama koje su po tome pitanju vođene. Upotrijebio je nazive „primarna“ i „sekundarna“ strana za pleuralnu i valvalnu stranu stanice dijatomeja. Između 1844. i 1900. godine klasifikacija dijatomeja napredovala je ovisno o razvoju mikroskopa budući da su dijatomeje bile najprikladniji testni objekt za ispitivanje valjanosti mikroskopskih leća s obzirom na njihovu veličinu, različitost oblika i mnogobrojne detalje na površini stanice (Round i sur. 1990.).

Tijekom 19. stoljeća stvorena je čvrsta baza za klasifikaciju dijatomeja koja je bila u uporabi punih 80 godina, a unutar nje znanstvenici i danas rade određene izmjene. Osim klasifikacije, znanstvenici su od ranih početaka proučavali prisutnost i pokretljivost dijatomeja na različitim staništima. Objavljeni su mnogi znanstveni radovi o njihovoj fiziologiji, biokemiji, statičnim i dinamičkim aspektima njihove vretenaste strukture, o dijatomejama kao stratigrafijskim markerima, o njihovoj ulozi u geokemijskom ciklusu nekoliko kemijskih elemenata (posebice silicija). Tijekom 20. stoljeća znanstvenici su bili fascinirani silicijevom ljušturu koja je odvlačila pažnju s proučavanja drugih aspekata biologije dijatomeja (Round i sur. 1990.).

1.1.1 Građa dijatomeja

Dijatomeje su jednostanične alge koje s obzirom na staničnu građu pripadaju eukariotima, a s obzirom na veličinu mikroorganizmima. Stanicu čini stanična stijenka i protoplast u kojemu nalazimo organele karakteristične za eukariotske alge. Plastidi, mitohondriji, diktiosomi i ostali organeli su smješteni u skućenom prostoru između stanične stijenke i velike centralne vakuole. Plastidi (kromatofori) sadrže karotenoidne pigmente (najviše β -karoten, diatoksantin, diadinoksantin i fukoksantin) koji maskiraju zeleni klorofil i stanicama daju smeđe obojenje. Stanica bi poprimila zeleno obojenje uslijed oštećenja stanice ili djelovanja kiseline, pri čemu bi došlo do razgradnje karotenoidnih pigmenta koji maskiraju zeleni klorofil. Stanična jezgra je lako uočljiva, a smještena je najčešće u središtu stanice, budući da je taj položaj od posebne važnosti u vrijeme nespolnog razmnožavanja (Round i sur. 1990.).

Stanična stijenka dijatomeja je visoko specijalizirana i impregnirana velikim količinama silicijeva dioksida, čak 60 % mase suhe tvari stanice čini silicijev dioksid kod vrste *Aulacoseira italica* subsp. *subarctica* (O.F. Muller) Simonsen. Takvu staničnu stijenkicu nazivamo frustula, ljuštura ili teka. Svaku ljušturu čine dvije polovice koje nazivamo valve (teke), a međusobno se odnose kao poklopac i kutija (Slika 2.). Valve su međusobno povezane strukturom nalik pojasu koju nazivamo cingulum. Gornja valva zajedno s elementima pojasa čini epiteku, a obično je starija i veća. Donja valva je manja i mlađa, a zajedno s elementima pojasa čini hipoteku. Kada želimo posebno istaknuti elemente pojasa koji su dio gornje ili donje valve (teke), koristimo nazivlje epicingulum i hipocingulum, a same valve tada nazivamo epivalva i hipovalva (Round i sur. 1990.).

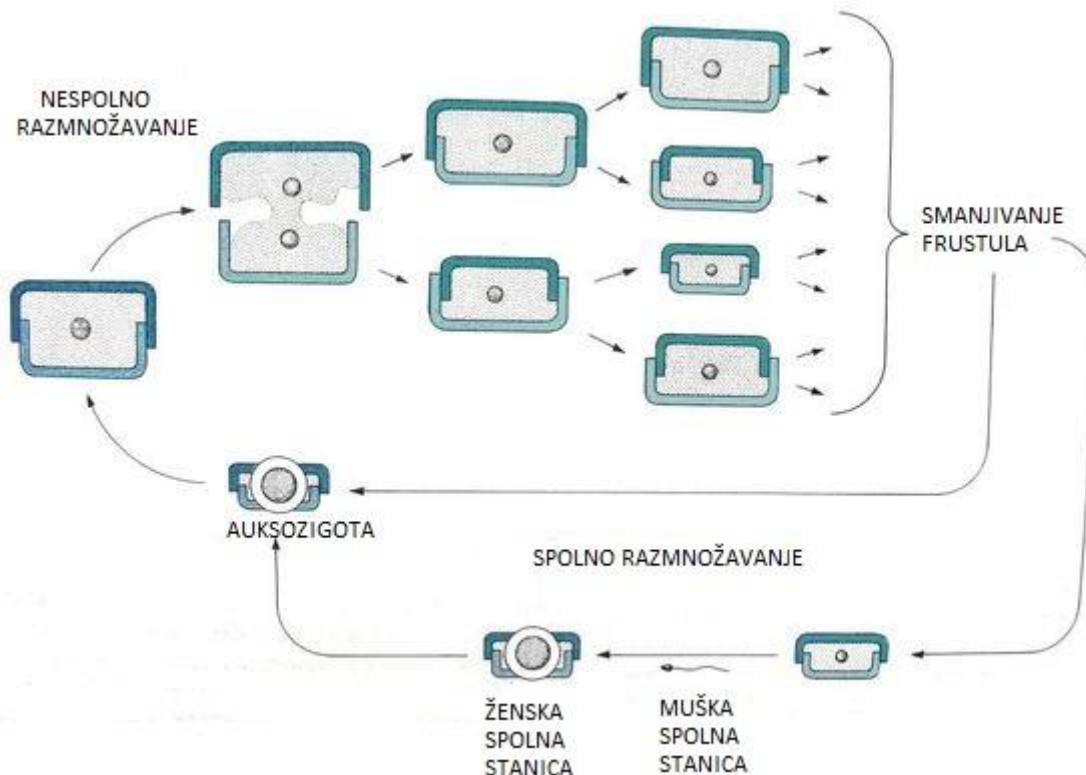


Slika 2. Građa ljušture dijatomeja
 (E= epiteka, EC= epicingulum, HC= hipocingulum, H= hipoteka)
 (Preuzeto iz Round i sur. 1990.)

Ljuštura je perforirana s puno sitnih otvora koje nazivamo areole, a takvi otvori postavljeni u nizu čine strije. Kroz otvore stanica ostvaruje kontakt s vanjskim okolišom, kroz njih ulazi svjetlost potrebna za fotosintezu, a ujedno ulaze i izlaze različite hranjive tvari, plinovi ali i štetne tvari. Na površini ljušture nalazimo dublja ili plića udubljenja koja se mogu protezati cijelom dužinom stanice, a nazivamo ih koste. Neke dijatomeje na ljušturi imaju centralno ili lateralno smještenu pukotinu koju nazivamo rafa, kroz nju stanice luče sluz koja im omogućava kretanje po supstratu.

Dijatomeje se razmnožavaju nespolno mitotičkom diobom kao većina jednostaničnih organizama, dok se vrlo mali broj vrsta razmnožava spolnim putem (Slika 3.). Kod nespolnog razmnožavanja epiteka i hipoteka majčinske stanice međusobno se udaljavaju, te s vremenom postaju epiteke nove generacije stanica (stanica kćeri). Rezultat mitotičke diobe su dvije stanice kćeri koje se međusobno razlikuju u veličini budući da je jedna stanica kćeri veća, a druga manja. Jedna stanica kćeri dobiva epiteku majčinske stanice koja je veća, dok druga stanica kćeri dobiva hipoteku majčinske stanice, koja je manja, a koja tijekom diobe postaje epiteka novonastale stanice kćeri. Uzastopnim mitotičkim diobama stanica dolazi do vidnog smanjenja veličine stanice, a taj problem se rješava spolnim načinom razmnožavanja.

Spolno razmnožavanje se rijetko događa spontano, najčešći okidači su oštećenja stanice, loši okolišni uvjeti i smanjenje veličine stanica nakon mitotičkih dioba. U spolnom razmnožavanju sudjeluju muške i ženske gamete. Spajanjem muške i ženske spolne stanice dolazi do oplodnje i nastaje diploidna zigota koju nazivamo auksozigota (auksospora), koja je veličinom puno veća od uobičajene zigote. Unutar auksozigote se formira nova stanica s frustulom reducirane veličine (Hoek i sur. 1995.).



Slika 3. Nespolno i spolno razmnožavanje dijatomeja
(Preuzeto iz Castro i Huber, 2005.)

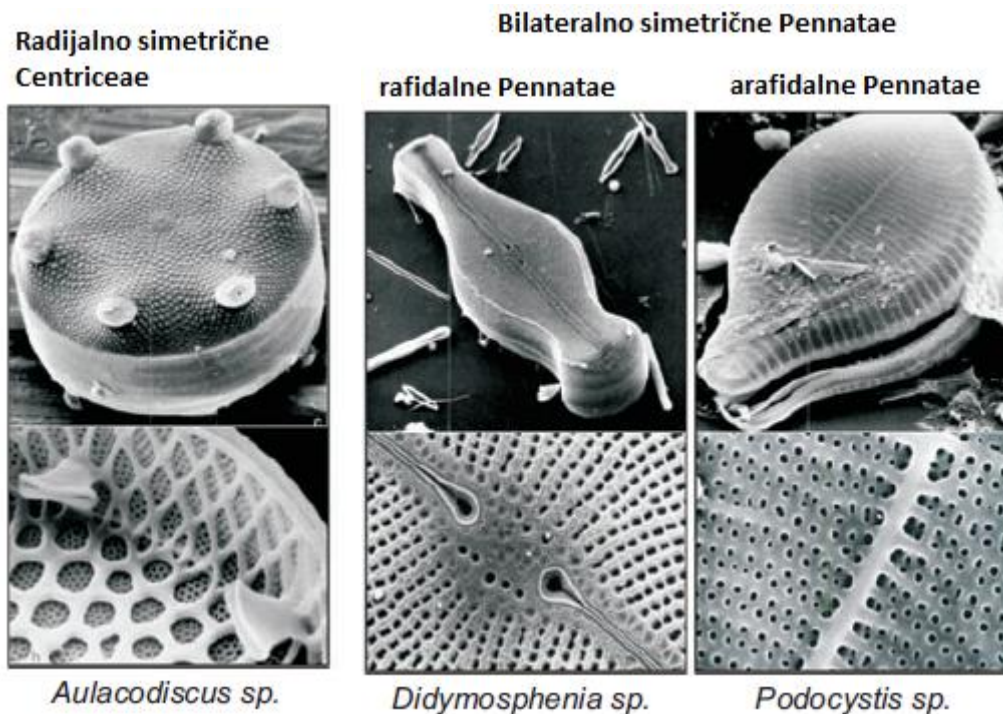
Hrane se autotrofno, ali isto tako postoji oko desetak vrsta koje su prilagođene heterotrofnom načinu ishrane, a pripadaju rodovima *Nitzschia* Hassall.

1.1.2. Klasifikacija dijatomeja

Klasifikacija dijatomeja se s vremenom mijenjala. Danas je široko prihvaćena klasifikacija koju je prvo razvio Simonsen (1979.), a kasnije doradio Round i sur. (1990.). Tradicionalno dijatomeje se dijele na dvije skupine Centriceae i Pennatae prikazano na Slika 4. (<http://www.ucl.ac.uk>).

1. skupina Centriceae

Centriceae su dijatomeje kružnog oblika i radijalne simetrije. Žive kao planktonski organizmi u moru i vodama na kopnu (npr. vrste rodova: *Aulacoseira*, *Melosira*, *Urosolenia*). Spolno se razmnožavaju oogamijom (gamete su morfološki različite). Prema Roundu i sur. (1990.) ovoj skupini pripada razred *Coscinoidiscophyceae*.



Slika 4. Glavne skupine dijatomeja: radijalno simetrične Centriceae i bilateralno simetrične rafidalne i arafidalne Pennatae (Preuzeto iz Kröger i Poulsen, 2008.)

2. skupina Pennatae

Pennatae su bilateralno simetrične dijatomeje u obliku štapića (izdužene), lađice (ovalne) ili koplja. Žive u bentosu, a rijetko kada ih nalazimo u planktonu. Spolni način razmnožavanja je izogamija, koja je za njih karakteristična budući da su gamete (izogamete) bez bičeva i morfološki potpuno identične. Kod nekih vrsta na ljušturi nalazimo rafu, dok kod drugih vrsta ona izostaje. S obzirom na prisutnost ili odsutnost rafe dijelimo ih na dva razreda: *Bacillariophyceae* i *Fragilariophyceae* (Round i sur., 1990.).

1.2. Dijatomeje u Hrvatskoj

Prvi popis dijatomejskih vrsta zabilježenih u slatkim vodama Hrvatske objavljena je 1995. godine (Plenković-Moraj, 1995.). U navedenom su radu prikupljeni podatci iz dostupne literature za vremensko razdoblje od 1900. do 1995. godine, a terenska su istraživanja provedena na prirodnim i umjetnim jezerima, rijekama, potocima, barama te termalnim izvorima. Do tada je na području Republike Hrvatske zabilježeno 378 vrsta, 139 varijeteta, 13 forma svrstanih u 45 rodova što čini ukupno 530 svojti dijatomeja. Vrstama najzastupljeniji rodovi bili su *Navicula* Bory (99 vrsta) i *Nitzschia* Hassall (56 vrsta), a zabilježeno je 6 endemičnih vrsta (Plenković-Moraj, 1995.). Od 1995. godine provedena su brojna istraživanja u slatkim vodama Hrvatske, ali prvotni popis dijatomejskih vrsta nije nadopunjavani, niti taksonomski i nomenklaturno revidirana što ne daje uvid u raznovrsnost dijatomeja u Republici Hrvatskoj.

2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Novi popis dijatomejskih vrsta koji bi obuhvatio intenzivna istraživanja dijatomeja u Republici Hrvatskoj koja su bila nakon 1995. godine te znatne promjene u taksonomiji koje do danas nisu objavljene, te nema točnog uvida u biološku raznolikost dijatomeja u Hrvatskoj.

U ovom diplomskom radu obradit će se svi dostupni podaci o vrstama dijatomeja koje su zabilježene u lentičkim biotopima (prirodna i umjetna jezera) Hrvatske u razdoblju od 1998. do 2013. godine.

Ciljevi ovog diplomskog rada su:

- Uspostaviti jedinstvenu elektroničku bazu dijatomeja Republike Hrvatske s revidiranim latinskim nazivima te podacima o vremenu i mjestu pronalaska te abundanciji pojedine vrste, podatke za sinonime, endemične vrste, reference opisa vrste i fotodokumentacije.
- Provesti taksonomsku i nomenklaturnu reviziju dijatomeja zabilježenih u lentičkim biotopima Hrvatske u razdoblju od 1998. do 2013. godine.
- Utvrditi zastupljenost te geografsku rasprostranjenost pojedinih vrsta dijatomeja zabilježenih u razdoblju od 1998. do 2013. godine u jezerima Republike Hrvatske.
- Elektronička baza također je osnova za unos istoimenih podataka za lentička područja Republike Hrvatske te uspostave jedinstvene baze neophodne za pohranu kako povijesnih tako i recentnih podataka s ciljem uvida u bioraznolikost i geografsku rasprostranjenost dijatomeja u Republici Hrvatskoj.

3. MATERIJAL I METODE

3.1. Opća obilježja područja istraživanja

Razlikujemo tri tipa vodenih ekosustava: slatkovodni, morski i ekosustav bočatih voda. Vodeni ekosustavi se međusobno razlikuju u velični, količini svjetlosti, temperaturi, koncentraciji otopljenog kisika te koncentraciji soli što je jedna od glavnih i najvažnijih razlika. Koncentracija soli u slatkim vodama je manja od 0,5 %, dok je u morskoj vodi veća od 3,5 %, a budući da su bočate vode rezultat miješanja morske i slatke vode koncentracija soli je negdje između navedenih granica. Koncentracija soli u vodenim ekosustavima ima veliki utjecaj na raznolikost organizama u njima.

Unutar slatkovodnih ekosustava razlikujemo dvije različite kategorije biotopa: lotičke i lentičke. Lotički su biotopi vezani za vode tekućice kao što su izvori, potoci i rijeke, dok su lentički biotopi vezani za vode stajaćice: bare, lokve, močvare i jezera (Ahluwalia, 2015.).

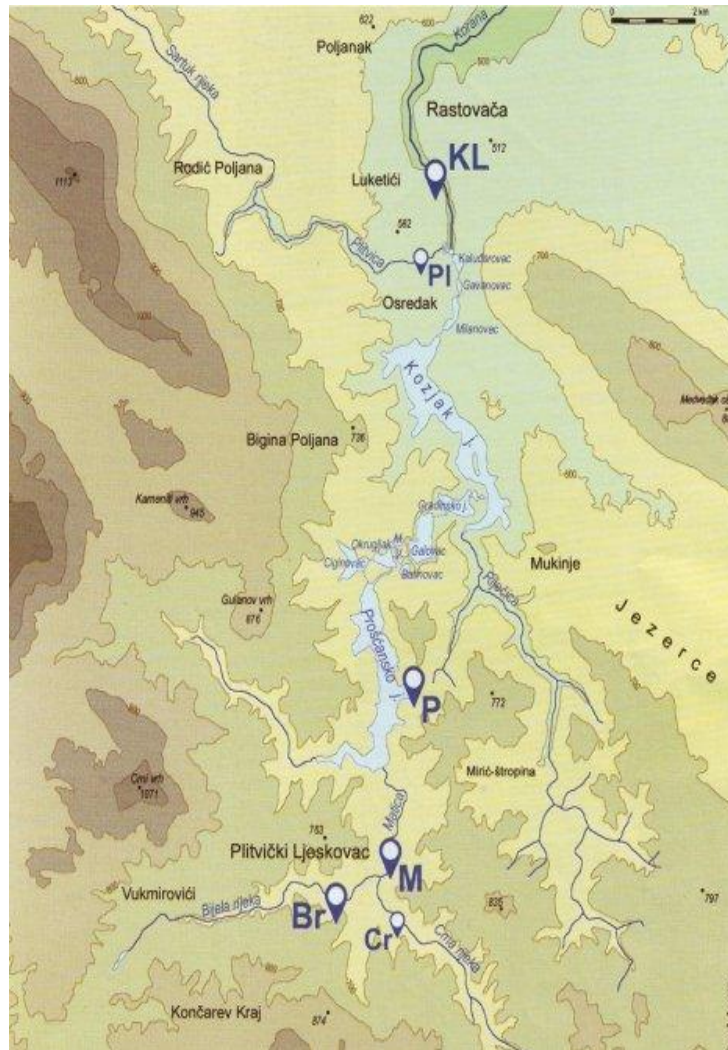
Jezero je svako udubljenje na kopnu ispunjeno vodom, a nije izravno povezano s morem bez obzira na veličinu, fizikalno-kemijski i biološki sastav vode (Forel, 1901.). Postanak jezera proučavali su brojni znanstvenici stotinama godina, tek je Hutchinson 1975. godine analizirao dotadašnje radove, te formirao 11 kategorija jezera po postanku i 76 podkategorija. Od tada do danas provedena su brojna istraživanja pri kojima su korištene poboljšane radiometrijske tehnike datiranja, seizmička stratigrafija i bušenja jezera koja su pridonijela razumijevanju evolucije jezera i nadopunjavanju Hutchinson-ove klasifikacije (Cohen, 2003.)

S obzirom na njihovu različitost, postoje brojne klasifikacije jezera. Najčešće se jezera svrstavaju prema slanosti vode (slana, bočata, slatka), prema klimatskoj podjeli (tropska, subtropska, jezera umjerenog pojasa, subpolarnih i polarnih krajeva), prema topografiji u odnosu na morsku razinu (depresija, kriptodepresija) i prema postanku jezerske zavale (tektonska, vulkanska, ledenjačka, krška, sedrena, reliktna, riječna, a mogu biti i umjetna).

U Republici Hrvatskoj najčešća su prirodna jezera koja su prema postanku riječna, krška i sedrena (Löffler, 2008.). Krška i sedrena jezera nalaze se u primorju, a neka od njih su: Vransko jezero kraj Biograda na Moru, Prukljansko kraj Šibenika, Vransko jezero na otoku Cresu, Mljetska jezera na otoku Mljetu, Baćinska jezera kraj Ploča, Velo Blato na otoku Pagu i dr. Osim prirodnih, nalazimo i umjetno stvorena jezera koja su nastala pregrađivanjem dijela toka rijeka Drave, Cetine, Like, Ličanke, Lokvarke i dr. Neka umjetna jezera nastala su kao posljedica iskopavanja građevinskog materijala uz rijeke (Šoderica, Jarun, Bundeck) ili izgradnje ribnjaka (Breznički ribnjak, Jasinje, Grudnjak, Lipovljani). Hrvatska nema mnogo jezera, no zbog svog osjetljivog ekološkog i hidrografskog sustava javila se potreba za različitim oblicima zaštite u sklopu nacionalnih parkova (Plitvička jezera, Krka, Mljetska jezera), parkova prirode (Vransko jezero kraj Biograda na Moru, jezera u Kopačkom ritu) ili u sklopu posebnih ornitoloških rezervata (Velo Blato, Crna Mlaka, jezera u Dolini Neretve). Najveće jezero u Republici Hrvatskoj je Vransko jezero kraj Biograda na Moru (Tanocki i Crljenko, 2011.).

3.1.1. Plitvička jezera

Najpoznatija jezera u Hrvatskoj su Plitvička jezera, koja čini 16 većih i mnogo manjih, međusobno povezanih kaskadnih jezera u izvorišnom području rijeke Korane. Jezera vodom pune Crna i Bijela rijeka, te Rječica sa svojim pritocima, a sva voda se slijeva u prošireno udubljenje nazvano Sastavci. Voda se tu spaja s vodom potoka Plitvice i prelijeva preko 78 m visokog slapa zvanog Veliki slap te u podnožju Sastavaka stvara izvor rijeke Korane koja se dalje svojim tokom ulijeva u Crno more (Slika 5.).



Slika 5. Vodotoci Plitvičkih jezera
(Preuzeto iz Riđanović, 1999.)

Plitvička jezera su razmjerno plitka 3 – 46 m. Pružaju se u smjeru jug-sjever u duljini od 8 km, a nalaze se na nadmorskoj visini od 503 do 636 m (Tanocki i Crljenko, 2011.). Jezera se dijele na Gornja i Donja jezera. Gornja jezera su: Prošćansko jezero, Ciginovac, Okrugljak, Batinovac, Veliko jezero, Malo jezero, Veliki Burget (ili Vir), Galovac, Milino jezero, Jezerce (ili Gradinsko jezero), Burgeti (ili Bukovi) i Kozjak. A Donja jezera čine: Milanovac, Gavanovac, Kaluđerovec i Novakovića Brod.

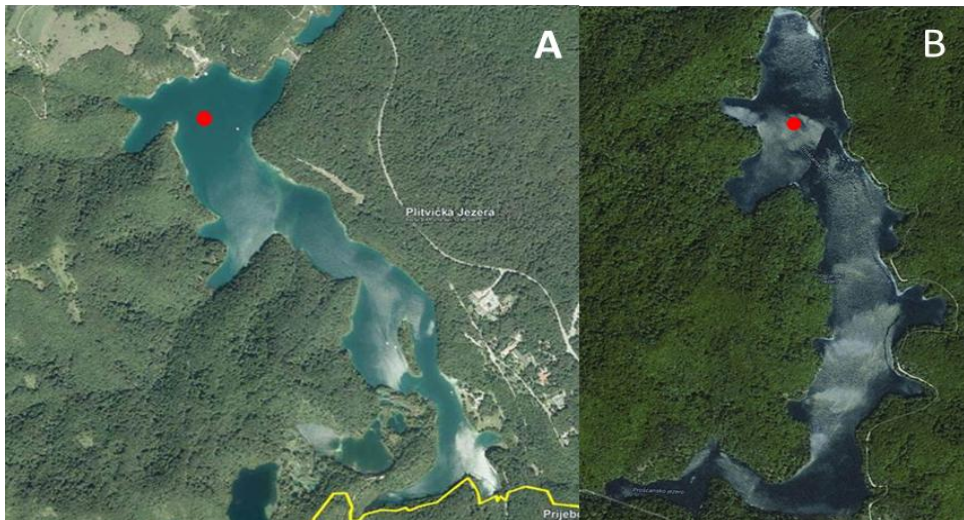


Slika 6. Sastavci - Plitvička jezera
(Preuzeto s <http://www.np-plitvicka-jezera.hr/>)

Jezeru i područja kojima u njih dotječe voda leže na karbonatnim stijenama koje su bogate kalcijevim karbonatom (vapnencem) i kalcij-magnezijevim karbonatom (dolomitom). Taloženjem kalcijevog karbonata (kalcita) iz vode nastaju vapnenačke naslage (sediment) na slapovima koji nazivamo sedra ili živi kamen koji nalazimo na mjestima gdje se voda s visine prelijeva niz stijene. Kada se kristali kalcita otopljenog u vodi natalože na mahovinama, algama, cijanobakterijama, vodenom bilju i potopljenom drveću, nastaju sedrene barijere koje svakim daljnjim prelijevanjem vode iz viših u niža jezera rastu zahvaljujući novoj količini kalcita koji se taloži (Tanocki i Crljenko, 2011.).

Jezero Kozjak se nalazi na nadmorskoj visini od 534 m, dubina mu je 46 m dok je površina 0,83 km² što ga čini najvećim i najdubljim jezerom od svih Plitvičkih jezera. Po veličini drugo najveće jezero je Prošćansko jezero, koje ujedno ima najveću nadmorsku visinu u sustavu od 16 jezera. Jezero se nalazi na nadmorskoj visini od 636 m, površina mu je 0,68 km², a najveća dubina od 37 m ispred Osmanove drage (Pribičević i sur. 2010.).

Detaljan opis istraživanih lokaliteta navedeni su u Mihaljević i sur. (2014.), a podatci algoloških analiza za elektroničku bazu podataka prikupljeni su na postajama jezera Kozjak i Prošće (Slika 7.).



Slika 7. Položaj mjernih postaja na jezeru Kozjak (A) i Prošće (B)
(Preuzeto iz Mihaljević i sur. 2014.)

3.1.2 Jezero Butoniga

Umjetno jezero Butoniga nalazi se 10 km južnije od Buzeta u središnjoj Istri. Nastalo je 1988. godine pregradnjom gornjeg toka riječice Butonige u blizini njezinog ušća u rijeku Mirnu. Nepravilnog je oblika (troprsto) kao većina umjetnih jezera (Tanocki i Crljenko, 2011.), a sve je to posljedica fizionomije okolnog krškog terena kojim dominiraju karbonatne stijene (vapnenac i dolomit) te naslage fliša (Tomas i sur. 2013.). U jezero dotječe Grdoselski potok, Butoniga, Dragučki potok te Račički potok i Podmerišće. Jezero se nalazi na 41 m nadmorske visine s površinom od 2,5 km² i maksimalnom dubinom od 16 m (Kupusović, 2016.). Cijeli vodoopskrbni sustav Butoniga sastoji se od akumulacije vode i pogona za kondicioniranje vode te vodovodne mreže kojom se voda dostavlja naseljima zapadne i južne Istre, sve do Pule (Tanocki i Crljenko, 2011.).



Slika 8. Jezero Butoniga u Istri
(Preuzeto s <http://izletipoistri.com>)

Podatci za elektroničku bazu podataka prikupljeni su na četiri lokacije u akumulaciji, kao što je to prikazano na Slika 9. (Mrakovčić i sur. 2013a). Postaja B1 nalazi se uz branu i predstavlja najdublji dio akumulacije. Dubina vode je iznosila 14 m. Postaja B2 nalazi se na početku kraka akumulacije, gdje utječe potok Račice. Dubina vode je iznosila 11 m. Postaja B3 nalazi se na plićem dijelu akumulacije, nasuprot brani, blizu utoka potoka Podmerišće, na dubini od 8 m. Postaja B4 nalazi se na kraku akumulacije gdje utječe potok Butoniga, a dubina vode je iznosila 8 m.



Slika 9. Položaj mjernih postaja na jezeru Butoniga
(Preuzeto iz Mrakovčić i sur. 2013.)

3.1.3. Vransko jezero na otoku Cresu

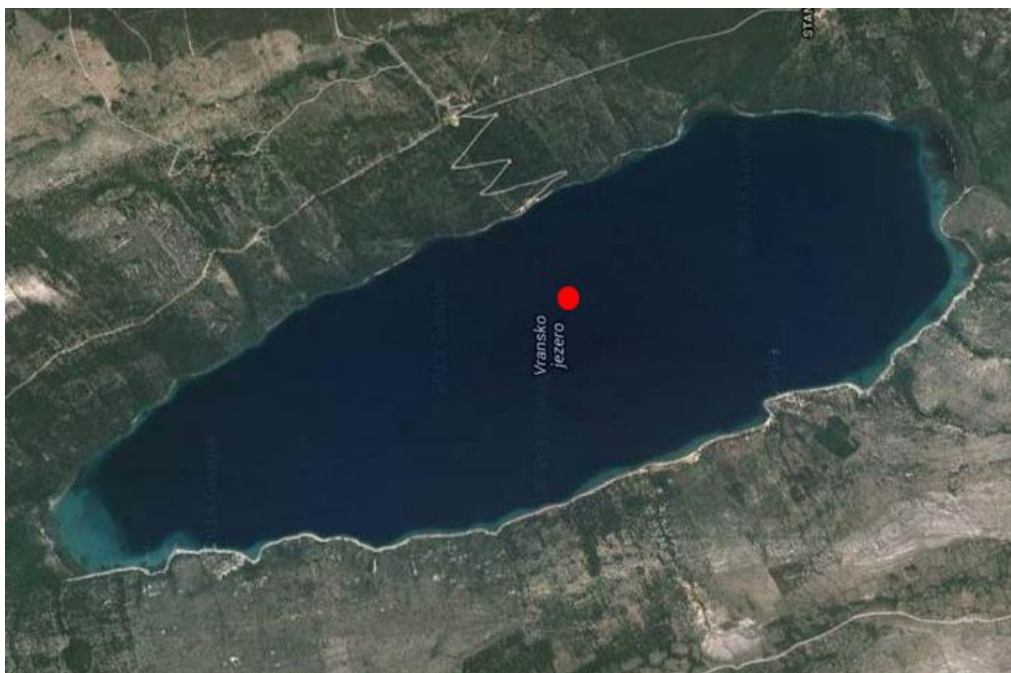
Vransko jezero u središnjem dijelu otoka Cresu je najveće otočno, slatkovodno jezero u Hrvatskoj. Površinom obuhvaća 5,8 km² ovisno o razini vode (Tanocki i Crljenko, 2011.). Dubinom ne prelazi 74,5 m. Srednja razina vode je na 12,9 m iznad morske razine, a dno je na 61,5 m ispod morske razine što ga čini kriptodepresijom (Riđanović, 1981.). Voda u jezeru potječe od atmosferskih padalina (kišnice), a dokaz tome je što nije pronađen izvor koji bi upućivao na vodu podrijetlom s kopna. Jezero je značajno zbog velike količine slatke vode na inače bezvodnom krškom području otoka Cresu, ali isto tako zbog velike prozirnosti i iznimne čistoće. Isto tako, na tom dijelu otoka Cresu nema većih naselja, industrije, kanalizacije, a niti jedna bujica ne utječe direktno u jezero pa nema vanjskih onečišćivača vode. Voda služi za vodoopskrbu cresko-lošinjskog otočnog prostora (Tanocki i Crljenko, 2011.).



Slika 10. Vransko jezero na otoku Cresu

(Preuzeto s <http://www.exploro.hr/hr/parkovi/pp-vransko-jezero.aspx#!prettyPhoto>)

Detaljan opis istraživanih lokaliteta navedeni su u Mihaljević i sur. (2014.), a podatci algoloških analiza za elektroničku bazu podataka prikupljeni su na postaji smještenoj na sredini jezera (Slika 11.).



Slika 11. Položaj mjerne postaje na Vranskom jezeru na otoku Cresu
(Preuzeto iz Mihaljević i sur. 2014.)

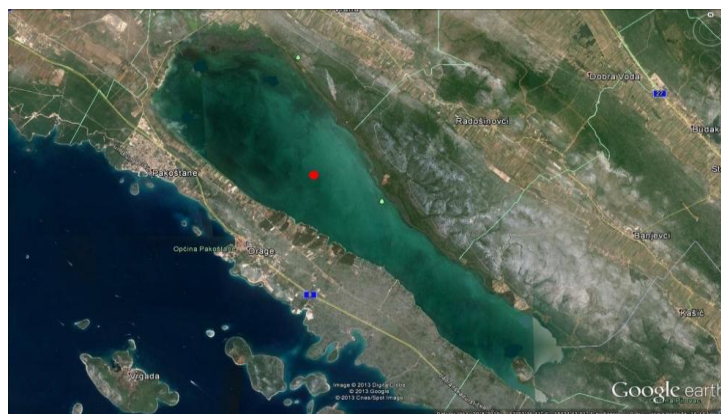
3.1.4. Vransko jezero kraj Biograda na Moru

Vransko jezero kraj Biograda na Moru najprostranije je hrvatsko jezero s površinom od 30,7 km², pruža se paralelno s morskom obalom i odjeljeno je od mora širokim vapnenačkim grebenom. Prirodno je jezero koje je površinom veće od istoimenog jezera na otoku Cresu, a od 1999. godine dio je istoimenog parka prirode Vransko jezero (Tanocki i Crljenko, 2011.). Jezero je po postanku potopljena fliška udolina, kojom osim velikih naslaga fliša dominiraju karbonatne stijene vapnenci i dolomiti (Rubinić i sur. 2014.). Prosječna dubina jezera je oko 5 m, a budući da je ono plitka kriptodepresija dno mu se nalazi na 3 m ispod morske razine (Beran i sur. 2013.). Vodom se opskrbljuje iz nekoliko izvora, a najvažniji su Škorobić, Vrilo, Biba i Pećina (<https://www.parkovihrvatske.hr/>). Kanalom Prosika voda iz jezera uglavnom otječe u Pirovački zaljev povezujući jezero s morem, ali tijekom dužih sušnih razdoblja kada je razina vode u jezeru niža od razine mora, morska voda dotječe u jezero te dolazi do zaslanjenja jezerskog sustava (Rubinić, 2014.).



Slika 12. Vransko jezero kod Biograda na Moru
(Preuzeto s <http://www.tzg-biograd.hr/hr/56/pp-vransko-jezero>)

Detaljan opis istraživanih lokaliteta navedeni su u Mihaljević i sur. (2014), a podatci algoloških analiza za elektroničku bazu podataka prikupljeni su na postaji smještenoj na sredini jezera (Slika 12.).



Slika 13. Položaj mjerne postaje na Vranskom jezeru kod Biograda na Moru
(Preuzeto iz Mihaljević i sur. 2014.)

3.1.5. Visovačko jezero

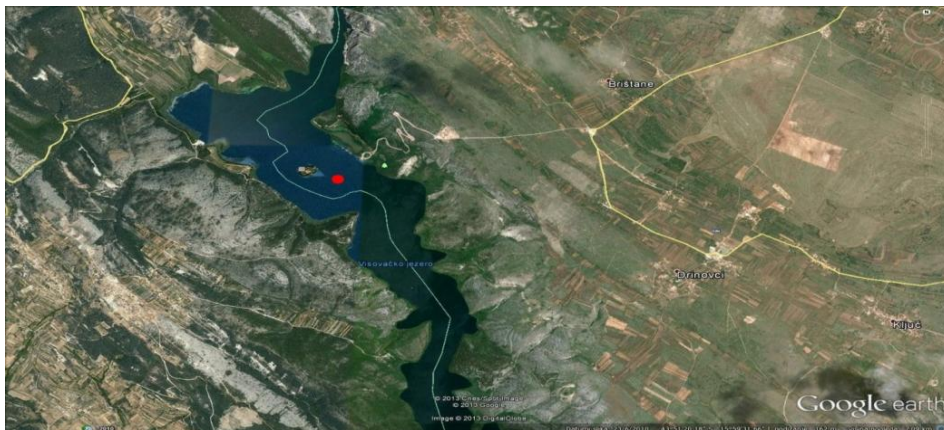
Rijeka Krka je krški fenomen, duga 72,5 km, proglašena je nacionalnim parkom 1985. godine, a na svome putu prema moru oblikuje jezera, slapove i brzace. Visovačko jezero je veliko proširenje rijeke Krke od njenog izvora u podnožju Dinare do ušća u Šibenski zaljev. Obuhvaća središnji dio Nacionalnog parka Krka, a njegova najpoznatija znamenitost je otočić Visovac na kojemu je smještena crkva i franjevački samostan Gospe od Milosti (Tanocki i Crljenko, 2011.). Visovačko jezero je lentičko područje nizvodno od rijeke Krke s maksimalnom dubinom od 30 m i površinom od 7,9 km² (Primc-Habdija i sur. 2005.). Smješteno u kršu na 33 m nadmorske visine između Roškog slapa na sjeveru i Skradinskog buka na jugu, čije su sedrene barijere dovele do ujezerenja vode rijeke Krke na ovom prostoru (Bukvić-Ternjej i sur. 2001.).



Slika 14. Visovačko jezero

(Preuzeto s <http://www.npkrka.hr/stranice/visovac/16.html>)

Detaljan opis istraživanih lokaliteta navedeni su u Mihaljević i sur. (2014.), a podatci algoloških analiza za elektroničku bazu podataka prikupljeni su na postaji uz otočić Visovac (Slika 15.).



Slika 15. Položaj mjerne postaje na Visovačkom jezeru
(Preuzeto iz Mihaljević i sur. 2014.)

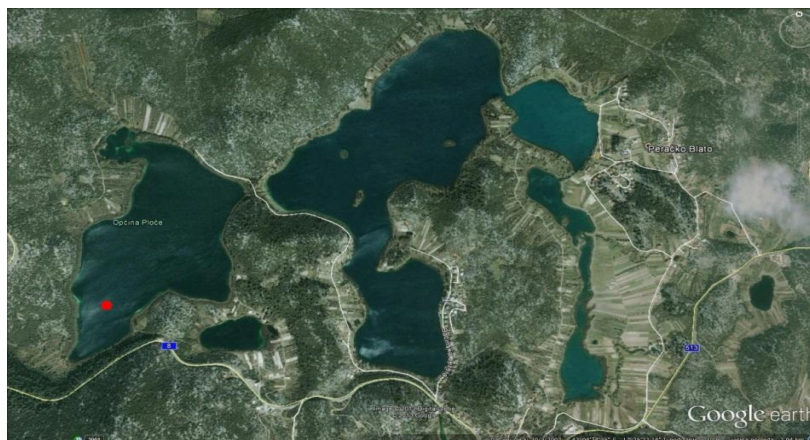
3.1.6. Baćinska jezera

Baćinska jezera nalaze se nedaleko sela Baćina, a smještene su sjeverno od grada Ploče na desnoj obali ušća rijeke Neretve. Ona su prirodni krški fenomen ukupne površine 1,4 km², razdjeljena su u šest spojenih jezera: Oćuša, Crniševo, Podgora, Sladinac, Šipak i Plitko jezero. Uz ovih šest, postoji još jedno odvojeno i najmanje jezero - Vrbnik. Sva su jezera kriptodepresija, što znači da im je površina vode iznad razine mora, a dno ispod nje. Najdublje jezero je Crniševo s 39 m što ga svrstava među duboka krška jezera, a ujedno je drugo po veličini s površinom od 0,43 km², iza najvećeg Baćinskog jezera - Oćuša. Baćinska jezera su nepravilnog oblika, a vodom se pune iz nekoliko izvora od kojih je najvažniji Klokun kod Plitkog jezera čija je dubina svega 5,5 m (Ilijanić i sur. 2015.). Jezera su tunelom spojena s Vrgoračkim jezerom koje kada presuši postaje polje (Vrgoračko polje), a sa dugim kanalom Baćinska jezera su preko zaljeva Ploče povezana s morem te se na taj način sprječava poplava šireg područja oko jezera (Tanocki i Crljenko, 2011.).



Slika 16. Baćinska jezera
(Preuzeto s <http://www.bacinskajezera.com>)

Detaljan opis istraživanih lokaliteta navedeni su u Mihaljević i sur. (2014.), a podatci algoloških analiza za elektroničku bazu podataka prikupljeni su na postaji uz Crniševo (Slika 17.) i Plitko jezero.



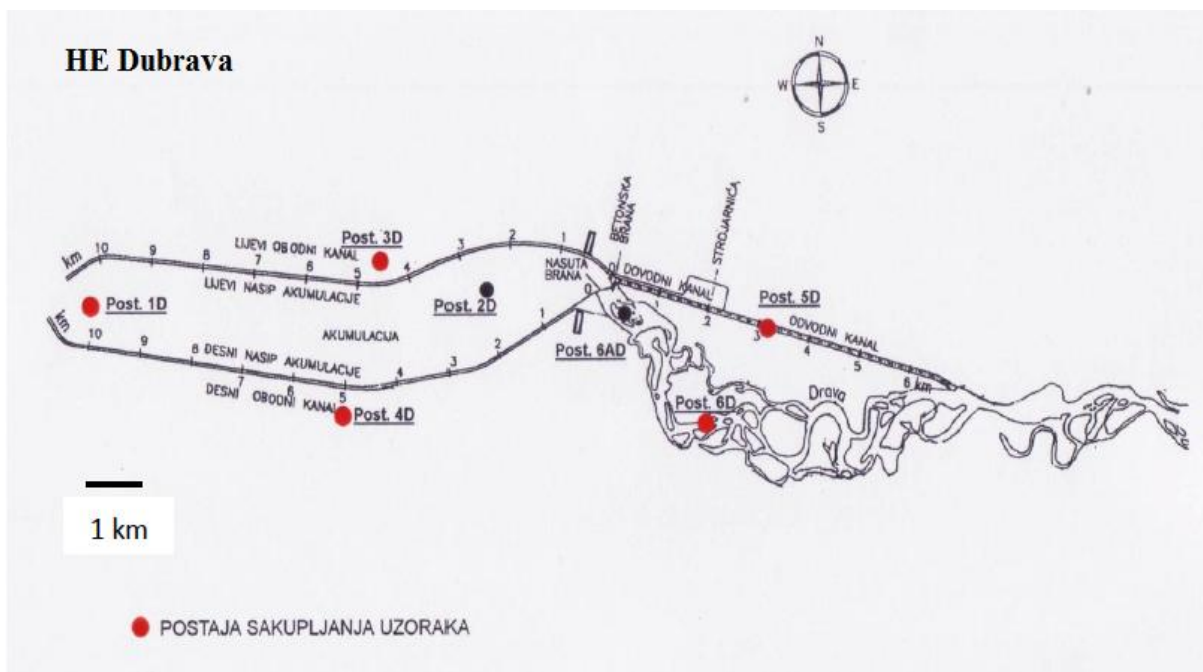
Slika 17. Položaj istraživanog vertikalnog profila u jezeru Crniševo
(Preuzeto iz Mihaljević i sur. 2014.)

formirano duž riječnih tokova, a uključuje i područje s poljoprivrednim površinama i manjim naseljima sve do ušća Drave u Dunav kod Aljmaša. Rijeke Mura i Drava su područja visoke biološke i krajobrazne raznolikosti te bogate geološke i kulturno-tradicijske baštine, a zaštita u kategoriji regionalnog parka omogućava njihovo očuvanje uz dopuštene gospodarske aktivnosti (<http://www.zastita-prirode-kckzz.hr>).

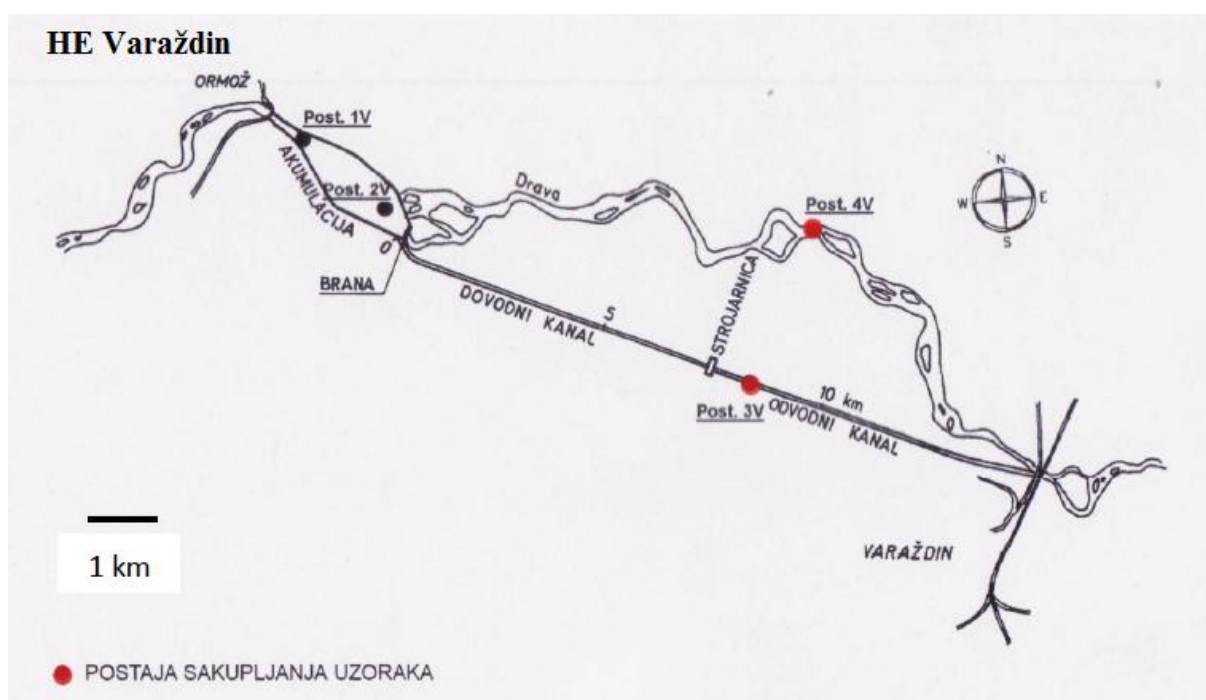
Detaljan opis istraživanih lokaliteta navedeni su u Mrakovčić i sur. (2013b), a podatci algoloških analiza za elektroničku bazu podataka prikupljeni su na tri akumulacije na rijeci Dravi – HE Čakovec (Slika 19.), HE Dubrava (Slika 20.) i HE Varaždin (Slika 21.).



Slika 19. Položaj mjernih postaja u sustavu HE Čakovec
(Preuzeto iz Mrakovčić i sur. 2013b)



Slika 20. Položaj mjernih postaja u sustavu HE Dubrava
(Preuzeto iz Mrakovčić i sur. 2013b)



Slika 21. Položaj mjernih postaja u sustavu HE Varaždin
(Preuzeto iz Mrakovčić i sur. 2013b)

3.2. Materijal

U razdoblju od 1998. do 2013. godine provedena su uzorkovanja fitoplanktona i fitobentosa tijekom terenskih istraživanja rijeke Drave (akumulacije Varaždin, Čakovec i Dubrava), jezera Butoniga, Baćinskih jezera, Plitvičkih jezera (Jezera Kozjak i Prošće), Visovca te Vranskog jezera kod Biograda na Moru i Vranskog jezera na otoku Cresu (Slika 22.)



Slika 22. Hidrogeografska područja Republike Hrvatske na kojima je provedeno uzorkovanje dijatomeja

(Preuzeto s <http://www.croatia.eu/article.php?lang=1&id=9>)

Tijekom 15-stogodišnjeg razdoblja algološki su uzorci prikupljeni u vegetacijskom razdoblju (travanj, svibanj, lipanj, kolovoz i rujna), a ponekad i u hladnijim mjesecima (siječanj, listopad, studeni) ovisno o godini uzorkovanja (Tablice 1-9.). Algološko uzorkovanje se najčešće provodi u vegetacijskom razdoblju od travnja do rujna na prirodnim jezerima, dok se na umjetnim jezerima provodi i tijekom hladnijih mjeseci ovisno o odredbama projekta za koji su podatci potrebni.

Od 1999. do 2013. godine (Tablice 1, 2 i 3) na akumulacijskim jezerima rijeke Drave u Republici Hrvatskoj prikupljeni su uzorci dijatomeja, a dobiveni podatci o pronađenim vrstama dijatomeja korišteni su za potrebe ovog rada.

Tablica 1. Vrijeme uzorkovanja dijatomeja na akumulacijskom jezeru HE Čakovec (rijeka Drava)

VODOTOK	MJESECI UZORKOVANJA												GODINA UZORKOVANJA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
HE Čakovec (Drava)				X		X		X		X	X		1999.
						X		X		X			2000.
						X		X		X			2001.
				X		X		X				X	2002.
							X		X			X	2003.
				X		X		X		X			2004.
				X		X		X				X	2005.
					X		X	X				X	2006.
					X		X		X			X	2007.
							X			X			2008.
				X	X	X	X	X	X			X	2009.
						X	X		X	X			2010.
					X		X		X			X	2011.
				X	X			X			X	2012.	
				X	X		X	X	X			2013.	

Tablica 2. Vrijeme uzorkovanja dijatomeja na akumulacijskom jezeru HE Dubrava (rijeka Drava)

VODOTOK	MJESECI UZORKOVANJA												GODINA UZORKOVANJA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
HE Dubrava (Drava)				X		X		X			X		1999.
					X	X		X		X		X	2000.
						X		X		X			2001.
				X		X	X	X				X	2002.
							X		X			X	2003.
				X		X		X		X			2004.
				X		X		X				X	2005.
					X		X	X				X	2006.
					X		X		X			X	2007.
							X			X			2008.
			X			X	X	X	X	X		X	2009.
					X		X		X			X	2010.
					X	X			X			X	2011.
				X	X			X			X	2012.	
				X	X		X		X			2013.	

Tablica 3. Vrijeme uzorkovanja dijatomeja na akumulacijskom jezeru HE Varaždin (rijeka Drava)

VODOTOK	MJESECI UZORKOVANJA												GODINA UZORKOVANJA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
HE Varaždin (Drava)				X		X		X			X		1999.
						X		X		X			2000.
				X		X		X		X			2001.
				X		X	X	X				X	2002.
							X		X			X	2003.
				X		X		X		X			2004.
				X		X		X				X	2005.
					X		X	X				X	2006.
					X		X		X			X	2007.
						X	X			X			2008.
						X	X		X		X		2009.
						X	X	X	X	X	X		2010.
					X		X		X			X	2011.
				X	X		X	X			X	2012.	
				X	X		X		X			2013.	

Uzorkovanje dijatomeja (Tablica 4.) provedeno je na jezeru Butoniga od 2006. do 2013. godine, a prikupljeni podatci su korišteni u ovom diplomskom radu.

Tablica 4. Vrijeme uzorkovanja dijatomeja na jezeru Butoniga

VODOTOK	MJESECI UZORKOVANJA												GODINA UZORKOVANJA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Jezero Butoniga					X		X	X		X			2006.
	X				X	X		X		X			2007.
					X	X	X	X	X				2008.
				X		X	X	X		X			2009.
							X	X		X			2010.
						X	X	X		X	X		2011.
					X	X	X	X		X			2012.
					X	X	X		X		X		2013.

Uzorkovanje dijatomeja na Baćinskim jezerima provedeno je 2009. i 2010. godina na jezerima Plitko i Crniševo (Tablica 5.).

Tablica 5. Vrijeme uzorkovanja dijatomeja na vodotoku Baćinska jezera

VODOTOK Baćinska jezera	MJESECI UZORKOVANJA												GODINA UZORKOVANJA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
PLITKO JEZERO					X	X	X	X	X				2009.
				X	X	X	X	X	X				2010.
CRNIŠEVO JEZERO				X	X	X	X	X	X				2009.
				X	X	X	X	X	X				2010.

U ovom diplomskom radu korišteni su podatci prikupljeni 2009. i 2010. godine u vodotoku Plitvičkih jezera - na jezerima Prošće i Kozjak (Tablica 6.).

Tablica 6. Vrijeme uzorkovanja dijatomeja na području Plitvičkih jezera

VODOTOK (Plitvička jezera)	MJESECI UZORKOVANJA												GODINA UZORKOVANJA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
PROŠĆANSKO JEZERO					X	X	X	X	X				2009.
				X	X	X	X	X	X				2010.
KOZJAK JEZERO				X	X	X	X	X	X				2009.
				X	X	X	X	X	X				2010.

2009. godine provedeno je uzorkovanje dijatomeja na Visovačkom jezeru (Tablica 7.).

Tablica 7. Vrijeme uzorkovanja dijatomeja na Visovačkom jezeru

VODOTOK	MJESECI UZORKOVANJA												GODINA UZORKOVANJA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Visovačko jezero				X									2009.

Uzorkovanje dijatomeja na Vranskom jezeru kod Biograda na Moru provedeno je 2009. godine (Tablica 8.).

Tablica 8. Vrijeme uzorkovanja dijatomeja na Vranskom jezeru kod Biograda na Moru

VODOTOK	MJESECI UZORKOVANJA												GODINA UZORKOVANJA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Vransko jezero kod Biograda na Moru				X	X	X	X	X	X				2009.

Od mjeseca travnja pa do rujna 2010. godine prikupljeni su uzorci dijatomeja na Vranskom jezeru na otoku Cresu (Tablica 9.), koji su potom obrađeni, a prikupljeni podaci su korišteni u ovom diplomskom radu.

Tablica 9. Vrijeme uzorkovanja dijatomeja na Vranskom jezeru na otoku Cresu

VODOTOK	MJESECI UZORKOVANJA												GODINA UZORKOVANJA	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Vransko jezero na otoku Cresu				X	X	X	X	X	X					2010.

Prikupljeni uzorci su analizirani i determinirani prema relevantnoj literaturi do razine vrste u algološkom laboratoriju Biološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, a baze podataka su pohranjene u Microsoft Office Excel tablicama. Pored imena determiniranih vrsta, baze podataka su sadržavale recentnu taksonomsku pripadnost, vrijeme i mjesto uzorkovanja, te podatke o relativnoj (Knöpp, 1955.) i apsolutnoj (broj stanica/L ili broj stanica/cm²) učestalosti pojedinih vrsta.

S obzirom na starost pojedinih podataka, bilo je neophodno nomenklaturno revidirati latinske nazive vrsta u skladu s AlgaeBase (Guiry & Guiry, 2016.) kako bi se uskladila taksonomska i nomenklaturna pripadnost za svaku pojedinu vrstu. Revidirana i usklađena latinska nazivlja dijatomeja s pripadajućim mjernim podacima objedinit će se u jedinstvenu elektroničku bazu, s ciljem točnijeg uvida u broj vrsta te njihovu rasprostranjenost u lentičkim područjima Republike Hrvatske.

3.3. Metode

Unutar slatkovodnih ekosustava, alge se javljaju kao slobodno plutajući planktonski organizmi ili kao bentonski organizmi vezani za podlogu. Dijatomeje su redovito zastupljene u planktonu i bentosu slatkih voda, gdje mogu činiti veliki udio u ukupnoj biomasi alga, a isto tako značajno doprinose primarnoj produkciji. Centriceae žive u planktonu, a Pennatae u bentosu (Bellinger i Sigge, 2010.). Fitoplankton i fitobentos su fotoautotrofni organizmi odgovorni za glavninu primarne proizvodnje kisika i organskog ugljika u vodenim ekosustavima, a ujedno su biološki elementi kakvoće za ocjenjivanje ekološkog stanja jezera (Hrvatske vode, 2016.).

3.3.1. Metode uzorkovanja fitoplanktona

U prirodnim i umjetnim (akumulacije) jezerima uzorci fitoplanktona prikupljaju se (travanj-rujan tekuće godine) na najdubljim dijelovima jezera kako bi se spriječila kontaminacija uzorka sedimentom. Točno mjesto uzorkovanja određeno je GPS uređajem, a dobivene koordinate bilježe se radi redovitog mjerenje na istom vertikalnom profilu. Prije početka uzorkovanja izmjere se glavni fizikalno-kemijski čimbenici (dubina, prozirnost, temperatura, koncentracija kisika, pH, alkalitet i dr.). Tijekom uzorkovanja oprema za uzorkovanje ne smije dotaknuti dno jezera kako se uzorak ne bi kontaminirao, ako se to dogodi, uzorkovanje je potreno provesti na udaljenijem mjestu od onoga gdje je sediment uznemiren.

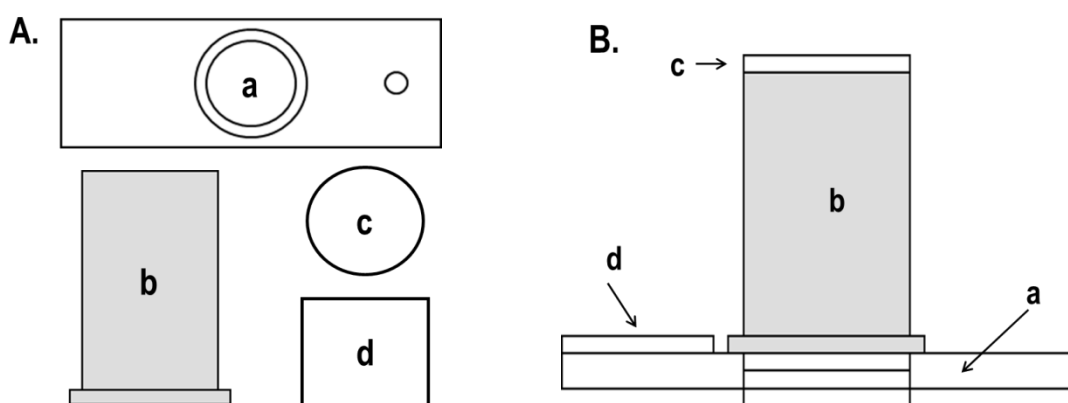
Uzorci fitoplanktona prikupljaju se prema točno utvrđenom volumenu jezerske vode (10-30 litara) filtriranjem kroz planktonsku mrežicu ili dubinskim uzorkivačima (peristaltičke ili potopne crpke) i metodom sedimentacije u komoricama (Utermöhl, 1958.).

Planktonske mrežice s promjerom oka 10-20 μm (Slika 23.) mogu se koristiti samo za kvalitativnu analizu živog materijala. Uzorak se uzima tako da se mrežica spusti do određene dubine te se lagano i jednakomjerno povlači prema površini. Uzorak koji se sakupio u posudi na kraju mrežice se prelije u pravilno označenu bočicu za uzorak. Mrežica se uroni još nekoliko puta u jezersku vodu do ruba obruča kako bi se s unutarnjih stjenki mrežice isprao zaostali materijal koji se dodaje u bočicu s uzorkom. Nakon svakog uzorkovanja, planktonska mrežica se na terenu mora dobro isprati jezerskom vodom, a zatim u laboratoriju vodovodnom vodom kako bi se smanjila mogućnost kontaminacije sljedećeg uzorka.



Slika 23. Dijelovi planktonske mrežice
(Preuzeto iz Bellinger i Sigge, 2010.)

Prema Plenković-Moraj i sur. (2014.), za određivanje brojnosti fitoplanktona najčešća i najobjektivnija je metoda sedimentacije. Najčešće korištene su komorice tipa HydroBios. Komorica za brojanje utisnuta je u plastičnu ploču (Slika 15.). Na rubovima komorice nalazi se metalni nosač za okruglo staklo debljine pokrovnog stakalca koji se montira pomoću metalnog „ključa“. Na tako pripremljenu komoricu stavi se cilindar/valjak za sedimentaciju u koji se ulije homogenizirani uzorak. Cilindar se poklopi okruglim staklenim poklopcem. Uzorak sedimentira na vodoravnoj plohi. Kako bi se prilikom odstranjivanja supernatanta izbjeglo pojavljivanje mjehurića zraka u komorici, prije nego što se odgurne cilindar, uz sam rub staklenog poklopca komorice dodaje se par kapi uzorka ili vodovodne vode. Tako zatvorena komorica stavlja se na stolić invertnog mikroskopa.



Slika 24. **A** - Dijelovi sedimentacijske komorice: komorica s metalnim obručem za brojanje utisnuta u plastičnu ploču (a), valjak za sedimentiranje (b), pokrovno staklo za valjak (c) i staklo za odstranjivanje valjka (d). **B** – složena sedimentacijska komorica (preuzeto iz Plenković-Moraj i sur., 2014.)

Odmah nakon uzorkovanja, u pravilno označene bočice (datum, mjesto i dubina uzorkovanja) neophodno je dodati fiksativ ukoliko se uzorak ne obrađuje u roku nekoliko sati. Sve konzervirane uzorke treba pohraniti u hladnjak ili na tamno mjesto. Kvalitativni uzorci fitoplanktona mogu se konzervirati s alkalnom ili kiselim otopinom Lugola (kratkotrajni fiksativ) ili s 20 %-tnim etilnim alkoholom. Prikupljeni se uzorci obrađuju u laboratoriju gdje se provode mikroskopske analize. Kvalitativna analiza obuhvaća određivanje taksonomskog sastava fitoplanktona (determinaciju vrsta) te brojnost pojedine vrste.

3.3.2. Metode uzorkovanja fitobentosa

Fitobentos se koristi kao indikator ekološkog stanja vode budući da se lako uzorkuje već ustaljenim i provjerenim metodama, predvidljivo reagira na promjene kakvoće vode te predstavlja taksonomski vrlo raznoliku skupinu unutra vodene zajednice. Kratko generacijsko vrijeme ga čini skupinom koja prva reagira na promjene u okolišu, a s obzirom da je pričvršćen za supstrat u sebi objedinjuje fizikalna i kemijska svojstva vode, a vrijeme odgovora na stres je brzo, kao i oporavak od njega.

Uzorkovanje fitobentosa najčešće obuhvaća proljetno-ljetno razdoblje u litoralnoj zoni jezera. Pri odabiru mjesta uzorkovanja treba izbjegavati dionice s dotjecanjem, odnosno istjecanjem jezerske vode te treba sagledati kakva je dubina, osvjetljenje, sastav i zastupljenost vrsta podloge. Na mjestu uzorkovanja izabere se odsječak od 100 m na kojemu se izabere kraći odsječak s najvećim brojem mikrostaništa. U akumulacijskim jezerima s promjenom razine vode, uzorkuje se pri stabilnom vodostaju, što znači da najmanje 4 tjedna razina jezerske vode mora biti stabilna da bi se uspostavila optimalna kolonizacija potopljenog supstrata algama. Promjene u kvalitativnoj zastupljenosti vrsta može se uočiti makroskopski kao promjena boje i teksture supstrata.

Uzorci fitobentosa se uzimaju sa supstrata koji su u stalno potopljenom području. Uzorkovanje se provodi po načelu „uzorkovanje jednog mikrostaništa“ (eng.: “single habitat sampling“), odnosno uzme se 5 kamena s različitih mjesta na odabranom uzorkovanom odsječku. Ako u litoralu jezera nema mikrostaništa na kamenu, uzorkuju se alternativna mikrostaništa kao što su makrofitska vodena vegetacija, nepomične stijene, mulj i pijesak. Kod uzorkovanja s kamene podloge nastali obraštaj se struže skalpelom i četkicom, dok se kod podloge prekrivene makrofitskom vegetacijom uzima uzorak makrofita s kojih se zatim četkicom struže uzorak. Nakon svakog uzorkovanja četkicu je potrebno očistiti i isprati prije sljedećeg uzorkovanja, iako bi bilo najbolje za svako novo uzorkovanje koristiti novu četkicu kako bi se kontaminacija uzorka svela na minimum. Pješčani i muljeviti sediment se uzorkuje Ekman-ovim grabilom zahvatne površine 225 cm², a uzima se samo površinski sloj sedimenta koji se pohranjuje u bočice širokog grla i fiksira.

Uzorci fitobentosa se uz konzerviranje pohranjuju u bočice koje moraju biti pravilno označene. Za konzerviranje se koriste 70 %-tni etilni alkohol ili formaldehid (Hrvatske vode, 2016.).

3.3.3. Metoda obrade i elektronička pohrana podataka

Laboratorijskom analizom uzoraka fitoplanktona i fitobentosa prikupljenog tijekom terenskih istraživanja rijeke Drave (akumulacija), jezera Butoniga, Baćinskih jezera, Plitvičkih jezera (Kozjak i Prošće), Visovca te Vranskog jezera kod Biograda na Moru i Vranskog jezera na otoku Cresu u razdoblju od 1998. do 2013. godine dobivene su mnogobrojne pojedinačne baze podataka koje je bilo neophodno uskladiti s relevantnim latinskim nazivljima te ih objediniti u jedinstvenu bazu izrađenu u programu Microsoft Office Access.

Za svaku vrstu bilo je potrebno provjeriti taksonomski naziv u on-line bazi podataka Algaebase (www.algaebase.org). Validno ime vrste, kao i ime autora u pripadajućoj skupini, podskupini te ime roda kojemu vrsta pripada potom su uneseni u jedinstvenu bazu izrađenu u programu Microsoft Office Access. Ukoliko se radilo o varijetetu ili formi, validnost im je isto tako provjerena u on-line bazi te unesena u predviđene rubrike. U jedinstvenu bazu unesene su također oznake za sinonime, endemične vrste, reference opisa vrste, a za veliku većinu vrsta iz on-line baze Algaebase preuzete su slike koje su pohranjene u zasebnu datoteku, te su hiperlinkom povezane s elektroničkom bazom podataka.

Iz postojećih tablica preneseni su u jedinstvenu bazu podatci o datumu, lokalitetu i staništu uzorkovanja, te brojnosti stanica pojedine vrste s pripadajućim jedinicama koje su dobivene laboratorijskim analizama uzoraka.

4.REZULTATI

4.1. Sustavan popis dijatomejskih vrsta

Revizijom tabličnih podataka prikupljenih terenskim istraživanjima od 1998. do 2013. godine na području rijeke Drave (akumulacija), jezera Butoniga, Baćinskih jezera, jezera Kozjak i Prošćanskog jezera kao predstavnika Plitvičkih jezera, Visovca te Vranskog jezera kod Biograda na Moru i Vranskog jezera na otoku Cresu utvrđeno je ukupno 303 vrste, 12 varijeteta i 1 forma dijatomeja svrstanih u 83 roda. Skupina Pennatae zastupljena je s 287 vrsta, skupina Centriceae sa 16 vrsta. Sustavni popis utvrđenih vrsta dijatomeja na istraživanim područjima u razdoblju od 1998. do 2013. godine te ukupan broj utvrđenih vrsta za svaku skupinu i rod prikazan je u Tablica 10.

Tablica 10. Popis utvrđenih dijatomejskih vrsta tijekom terenskih istraživanja od 1998. do 2013. godine na lokalitetima: BJ = Baćinska jezera, ČD = Čakovec (Drava), DD = Dubrava (Drava), BG = Jezero Butoniga, KJ = Kozjak jezero, PJ = Proščansko jezero, VD = Varaždin (Drava), VJ = Visovačko jezero, VB = Vransko jezero kod Biograda na Moru, VC = Vransko jezero na otoku Cresu

TAXA:	LOKALITET										Ukupan broj vrsta
	BJ	ČD	DD	BG	KJ	PJ	VD	VJ	VB	VC	
Pennatae											287
<i>Achnanthes</i>											6
<i>Achnanthes exigua</i> Grunow		•					•				
<i>Achnanthes oblongella</i> Østrup						•					
<i>Achnanthes pusilla</i> Grunow	•										
<i>Achnanthes</i> sp.	•									•	
<i>Achnanthes thermalis</i> (Rabenhorst) Schoenfeld	•										
<i>Achnanthes trinodis</i> (Ralfs) Grunow	•					•					
<i>Achnanthidium</i>											10
<i>Achnanthidium affine</i> (Grunow) Czarnecki		•	•				•				
<i>Achnanthidium kranzii</i> (Lange-Bertalot) Round & Bukhtiyarova						•					
<i>Achnanthidium linearoides</i> Lange-Bertalot											
<i>Achnanthidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	•	•	•	•	•	•	•	•	•		
<i>Achnanthidium pyrenaicum</i> (Hustedt) H.Kobayasi	•					•					
<i>Achnanthidium rosenstockii</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	•										
<i>Achnanthidium saprophilum</i> (H.Kobayashi & S.Mayama) Round & Bukhtiyarova	•					•					
<i>Achnanthidium</i> sp.	•	•	•	•	•	•	•	•			
<i>Achnanthidium straubianum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot					•	•					
<i>Achnanthidium subatomus</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	•										
<i>Amphipleura</i>											1
<i>Amphipleura pellucida</i> Kützing	•	•		•		•					

TAXA:	LOKALITET									Ukupan broj vrsta	
	BJ	ČD	DD	BG	KJ	PJ	VD	VJ	VB		VC
<i>Campylodiscus hibernicus</i> Ehrenberg											
<i>Campylodiscus noricus</i> Ehrenberg ex Kützing		•	•								
<i>Campylodiscus</i> sp.							•				
Cavinula											1
<i>Cavinula scutelloides</i> (W.Smith) Lange-Bertalot	•										
Cocconeis											4
<i>Cocconeis neothumensis</i> Krammer	•	•	•			•	•				
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg	•	•	•	•	•		•				
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
<i>Cocconeis</i> sp.		•	•				•				
Craticula											4
<i>Craticula ambigua</i> (Ehrenberg) D.G.Mann			•								
<i>Craticula buderi</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	•	•	•		•	•	•				
<i>Craticula cuspidata</i> (Kützing) D.G.Mann	•	•	•	•			•				
<i>Craticula</i> sp.		•	•				•				
Cymatopleura											3
<i>Cymatopleura elliptica</i> (Brébisson) W.Smith		•	•				•				
<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W.Smith	•	•	•	•			•				
<i>Cymatopleura</i> sp.		•					•				
Cymbella											19
<i>Cymbella affinis</i> Kützing	•	•	•	•		•	•	•			
<i>Cymbella aspera</i> (Ehrenberg) Cleve		•	•			•	•				
<i>Cymbella cistula</i> (Ehrenberg) O.Kirchner			•			•					
<i>Cymbella compacta</i> Østrup	•										
<i>Cymbella cymbiformis</i> C.Agardh	•	•	•				•				
<i>Cymbella helvetica</i> Kützing	•	•	•				•				
<i>Cymbella hustedtii</i> Krasske						•					

TAXA:	LOKALITET									Ukupan broj vrsta	
	BJ	ČD	DD	BG	KJ	PJ	VD	VJ	VB		VC
<i>Denticula tenuis</i> Kützing	•	•	•			•	•				
Diatoma											5
<i>Diatoma anceps</i> (Ehrenberg) Kirchner			•								
<i>Diatoma mesodon</i> (Ehrenberg) Kützing		•	•			•	•				
<i>Diatoma sp.</i>			•								
<i>Diatoma tenuis</i> C.Agardh		•	•		•		•				
<i>Diatoma vulgaris</i> Bory	•	•	•		•	•	•	•			
Didymosphenia											1
<i>Didymosphenia geminata</i> (Lyngbye) Mart.Schmidt		•	•				•				
Diploneis											8
<i>Diploneis elliptica</i> (Kützing) Cleve						•					
<i>Diploneis fontanella</i> Lange-Bertalot	•										
<i>Diploneis fontium</i> Reichardt & Lange-Bertalot	•										
<i>Diploneis oblongella</i> (Nägeli ex Kützing) Cleve-Euler						•		•			
<i>Diploneis oculata</i> (Brébisson) Cleve	•					•					
<i>Diploneis ovalis</i> (Hilse) Cleve	•			•			•	•			
<i>Diploneis parma</i> Cleve	•					•					
<i>Diploneis separanda</i> Lange-Bertalot	•										
Encyonema											8
<i>Encyonema auerswaldii</i> Rabenhorst	•				•	•					
<i>Encyonema caespitosum</i> Kützing		•	•				•				
<i>Encyonema gracile</i> Rabenhorst			•				•				
<i>Encyonema muelleri</i> (Hustedt) D.G.Mann					•						
<i>Encyonema prostratum</i> (Berkeley) Kützing		•	•				•				
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch) D.G.Mann						•	•	•	•		
<i>Encyonema sp.</i>		•	•				•				
<i>Encyonema ventricosum</i> (C.Agardh) Grunow	•	•	•	•		•	•	•			

TAXA:	LOKALITET									Ukupan broj vrsta	
	BJ	ČD	DD	BG	KJ	PJ	VD	VJ	VB		VC
<i>Encyonopsis</i>											4
<i>Encyonopsis cesatii</i> (Rabenhorst) Krammer	•					•					
<i>Encyonopsis krammeri</i> Reichardt											
<i>Encyonopsis microcephala</i> (Grunow) Krammer	•	•	•	•	•	•	•				
<i>Encyonopsis minuta</i> Krammer & E.Reichardt	•					•					
<i>Entomoneis</i>											1
<i>Entomoneis paludosa</i> (W.Smith) Reimer									•		
<i>Envekadea</i>											1
<i>Envekadea hedinii</i> (Hustedt) Van de Vijver, Gligora, Hinz, Kralj & Cocquyt									•		
<i>Epithemia</i>											5
<i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson											
<i>Epithemia frickei</i> Krammer	•										
<i>Epithemia goeppertiana</i> Hilse	•					•					
<i>Epithemia sorex</i> Kützing	•			•		•					
<i>Epithemia sp.</i>		•									
<i>Eucoconeis</i>											2
<i>Eucoconeis flexella</i> (Kützing) Meister	•	•	•			•	•				
<i>Eucoconeis laevis</i> (Østrup) Lange-Bertalot	•										
<i>Eunotia</i>											6
<i>Eunotia ambivalens</i> Lange-Bertalot & Tagliaventi						•					
<i>Eunotia arcubus</i> Nörpel & Lange-Bertalot	•					•					
<i>Eunotia arcus</i> Ehrenberg	•	•				•		•			
<i>Eunotia pectinalis</i> (Kützing) Rabenhorst	•										
<i>Eunotia praerupta</i> Ehrenberg						•					
<i>Eunotia sp.</i>		•	•	•				•			
<i>Fallacia</i>											3
<i>Fallacia lange-bertalotii</i> (E.Reichardt) E.Reichardt	•					•					

TAXA:	LOKALITET									Ukupan broj vrsta	
	BJ	ČD	DD	BG	KJ	PJ	VD	VJ	VB		VC
<i>Gomphonema dichotomum</i> Kützing		•	•				•				
<i>Gomphonema intricatum</i> Kützing			•			•					
<i>Gomphonema lateripunctatum</i> Reichardt & Lange-Bertalot	•					•					
<i>Gomphonema minuta</i> P.Fusey	•										
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson		•	•				•				
<i>Gomphonema parvulum</i> Kützing	•	•	•	•		•	•	•			
<i>Gomphonema pumilum</i> (Grunow) E.Reichardt & Lange-Bertalot	•										
<i>Gomphonema sp.</i>	•	•	•	•		•	•				
<i>Gomphonema subclavatum</i> (Grunow) Grunow							•				
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg	•	•	•				•				
Grunowia											2
<i>Grunowia sinuata</i> (Thwaites) Rabenhorst			•				•				
<i>Grunowia solgensis</i> (A.Cleve) Aboal	•					•					
Gyrosigma											5
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst	•	•	•	•			•				
<i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kützing) Rabenhorst		•	•	•			•				
<i>Gyrosigma scalproides</i> (Rabenhorst) Cleve		•	•				•				
<i>Gyrosigma sp.</i>	•	•	•	•			•				
<i>Gyrosigma wormleyi</i> (Sullivant) Boyer	•										
Halamphora											8
<i>Halamphora coffeiformis</i> (C.Agardh) Levkov	•										
<i>Halamphora eunotia</i> (Cleve) Levkov									•		
<i>Halamphora obscura</i> (Krasske) Levkov	•										
<i>Halamphora oligotrappenta</i> (Lange-Bertalot) Levkov											
<i>Halamphora perpusilla</i> (Grunow) Q.-M.You & J.P.Kociolek		•	•				•				
<i>Halamphora sp.</i>	•										
<i>Halamphora subcapitata</i> (Kisselew) Levkov									•		

TAXA:	LOKALITET									Ukupan broj vrsta	
	BJ	ČD	DD	BG	KJ	PJ	VD	VJ	VB		VC
<i>Halamphora thumensis</i> (A.Mayer) Levkov	•					•					
Hannaea											1
<i>Hannaea arcus</i> (Ehrenberg) R.M.Patrick		•	•				•				
Hantzschia											1
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow	•	•	•		•		•				
Hippodonta											1
<i>Hippodonta hungarica</i> (Grunow) Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski	•		•			•	•	•			
Karayevia											1
<i>Karayevia clevei</i> (Grunow) Round & Bukhtiyarova	•										
Kobayasiella											1
<i>Kobayasiella parasubtilissima</i> (H.Kobayasi & T.Nagumo) Lange-Bertalot	•					•					
Kolbesia											1
<i>Kolbesia ploenensis</i> (Hustedt) Round & L.Bukhtiyarova ex Round	•										
Lemnicola											1
<i>Lemnicola sp.</i>											
Mastogloia											3
<i>Mastogloia lacustris</i> (Grunow) Grunow						•					
<i>Mastogloia smithii</i> Thwaites ex W.Smith	•				•	•			•		
<i>Mastogloia sp.</i>				•			•				
Mayamaea											1
<i>Mayamaea atomus</i> (Kützing) Lange-Bertalot							•	•			
Meridion											1
<i>Meridion circulare</i> (Greville) C.Agardh	•	•	•		•	•	•				
Navicula											36
<i>Navicula amphiceropsis</i> Lange-Bertalot & Rumrich	•										
<i>Navicula angusta</i> Grunow		•									
<i>Navicula antonii</i> Lange-Bertalot	•					•		•			

TAXA:	LOKALITET									Ukupan broj vrsta	
	BJ	ČD	DD	BG	KJ	PJ	VD	VJ	VB		VC
<i>Navicula cantonatii</i> Lange-Bertalot	•				•						
<i>Navicula capitatoradiata</i> H.Germain		•									
<i>Navicula cincta</i> (Ehrenberg) Ralfs		•					•				
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	•	•	•	•	•	•	•	•			
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot	•					•					
<i>Navicula cryptotenelloides</i> Lange-Bertalot	•										
<i>Navicula dealpina</i> Lange-Bertalot	•										
<i>Navicula densilineolata</i> Lange-Bertalot											
<i>Navicula dicephala</i> Ehrenberg			•				•				
<i>Navicula gottlandica</i> Grunow	•										
<i>Navicula gregaria</i> Donkin	•										
<i>Navicula hofmanniae</i> Lange-Bertalot											
<i>Navicula kotschyi</i> Grunow	•										
<i>Navicula lanceolata</i> Ehrenberg			•		•	•	•	•			
<i>Navicula leptostriata</i> Jørgensen	•										
<i>Navicula menisculus</i> Schumann							•				
<i>Navicula minima</i> Grunow		•	•	•			•				
<i>Navicula notha</i> Wallace	•										
<i>Navicula oligotrappenta</i> Lange-Bertalot & Hofmann	•										
<i>Navicula oppugnata</i> Hustedt					•	•					
<i>Navicula praeterita</i> Hustedt	•					•					
<i>Navicula pseudolanceolata</i> Lange-Bertalot	•										
<i>Navicula radiosa</i> Kützing	•	•	•			•	•				
<i>Navicula reichardtiana</i> Lange-Bertalot						•	•				
<i>Navicula reinhardtii</i> (Grunow) Grunow					•						
<i>Navicula rhynchocephala</i> Kützing	•						•				
<i>Navicula simulata</i> Manguin						•					

TAXA:	LOKALITET										Ukupan broj vrsta
	BJ	ČD	DD	BG	KJ	PJ	VD	VJ	VB	VC	
<i>Navicula sp.</i>		•	•	•	•	•	•	•		•	
<i>Navicula subalpina</i> Reichardt	•					•					
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory	•	•	•		•	•	•	•			
<i>Navicula trivialis</i> Lange-Bertalot	•					•	•		•		
<i>Navicula viridula</i> (Kützing) Ehrenberg		•	•	•	•		•				
<i>Navicula wildii</i> Lange-Bertalot						•					
Navicymbula											1
<i>Navicymbula pusilla</i> (Grunow) K.Krammer						•					
Neidium											3
<i>Neidium binode</i> (Ehrenberg) Hustedt	•										
<i>Neidium dubium</i> (Ehrenberg) Cleve	•										
<i>Neidium sp.</i>				•							
Nitzschia											16
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W.Smith		•	•	•	•		•				
<i>Nitzschia capitellata</i> Hustedt, nom. inval.	•										
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Rabenhorst	•	•	•		•		•				
<i>Nitzschia gisela</i> Lange-Bertalot						•					
<i>Nitzschia heufleriana</i> Grunow	•					•					
<i>Nitzschia holastica</i> Hustedt			•								
<i>Nitzschia hamburgiensis</i> Lange-Bertalot	•										
<i>Nitzschia kuetzingii</i> Rabenhorst		•					•				
<i>Nitzschia kuetzingioides</i> Hustedt							•				
<i>Nitzschia microcephala</i> Grunow											
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith	•	•	•	•		•	•				
<i>Nitzschia paleacea</i> Grunow		•					•				
<i>Nitzschia recta</i> Hantzsch ex Rabenhorst	•										
<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch) W.Smith	•	•	•	•			•	•			

TAXA:	LOKALITET									Ukupan broj vrsta	
	BJ	ČD	DD	BG	KJ	PJ	VD	VJ	VB		VC
<i>Nitzschia sp.</i>		•	•	•	•		•				
<i>Nitzschia vermicularis</i> (Kützing) Hantzsch		•	•				•				
Pinnularia											2
<i>Pinnularia sp.</i>	•	•	•			•	•				
<i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg							•				
Placoneis											1
<i>Placoneis minor</i> (Grunow) Lange-Bertalot	•										
Planothidium											4
<i>Planothidium hauckianum</i> (Grunow) Round & Bukhtiyarova						•					
<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot	•				•	•		•			
<i>Planothidium rostratum</i> (Østrup) Lange-Bertalot	•				•						
<i>Planothidium sp.</i>			•	•	•	•	•				
Pseudofallacia											1
<i>Pseudofallacia tenera</i> (Hustedt) Liu, Kociolek & Wang											
Pseudostaurosira											1
<i>Pseudostaurosira parasitica</i> (W.Smith) Morales	•										
Reimeria											1
<i>Reimeria sinuata</i> (Gregory) Kociolek & Stoermer						•		•			
Rhoicosphenia											1
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bertalot	•	•	•			•	•	•			
Rhopalodia											1
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) Otto Müller	•	•	•			•	•				
Sellaphora											6
<i>Sellaphora bacilloides</i> (Hustedt) Z.Levkov, S.Krstic & T.Nakov	•										
<i>Sellaphora bacillum</i> (Ehrenberg) D.G.Mann	•										
<i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkovsky	•	•	•	•		•	•	•			
<i>Sellaphora sp.</i>	•			•	•	•					

4.2. Zastupljenost rodova prema broju utvrđenih vrsta dijatomeja

Po broju utvrđenih vrsta najzastupljeniji rod skupine Pennatae je rod *Navicula* Bory koji broji 36 vrsta, od kojih su vrste *Navicula tripunctata* (O.F.Müller) Bory i *Navicula cryptocephala* Kützing utvrđene na svim istraživanim područjima. Drugi po zastupljenosti utvrđenim vrstama je rod *Cymbella* C.Agardh unutar kojega nalazimo vrstu *Cymbella affinis* Kützing koja je utvrđena na akumulacijama na rijeci Dravi, Baćinskim jezerima, jezeru Butoniga, Proščanskom jezeru i Visovačkom jezeru te na Vranskom jezeru na otoku Cresu i Vranskom jezeru kod Biogradu na Moru. Rod *Nitzschia* Hassall, kao treći rod po zastupljenosti utvrđenim vrstama, broji svega 16 vrsta dijatomeja od kojih je vrsta *Nitzschia palea* (Kützing) W.Smith vrsta koja je zabilježena na svim istraživanim područjima osim na jezeru Kozjak i Visovačkom jezeru (Tablica 11.).

Skupina Centriceae je zastupljena s 11 rodova od kojih je po broju utvrđenih vrsta na istraživanim područjima vrstama najbrojniji rod *Stephanodiscus* Ehrenberg s tri vrste: *Stephanodiscus astraea* (Ehrenberg) Grunow koja se javlja samo na akumulacijskim jezerima na rijeci Dravi (HE čakovec, HE Dubrava, HE Varaždin), te *Stephanodiscus hantzschii* Grunow koja je prisutna na gotovo svim istraživanim područjima osim na jezeru Butoniga, Vranskom jezeru na otoku Cresu i Vranskom jezeru kod Biograda na Moru, a treća vrsta je *Stephanodiscus* sp.

Vrsta *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen koja je utvrđena samo na području HE Varaždin i *Aulacoseira* sp. na Visovačkom jezeru, pripadaju drugom rodu po broju utvrđenih vrsta iz skupine Centriceae, a to je rod *Aulacoseira* Thwaites. Iz roda *Cyclotella* (Kützing) Brébisson, koji je isto tako na drugom mjestu po broju utvrđenih vrsta, na Vranskom jezeru kod Biograda na Moru nalazimo vrstu *Cyclotella meneghiniana* Kützing, dok na Vranskom jezeru na otoku Cresu nalazimo *Cyclotella* sp. Na Visovačkom jezeru su utvrđene dvije vrste iz trećeg roda po broju utvrđenih vrsta, roda *Pantocsekiella* K.T.Kiss & E.Ács, a to su vrste *Pantocsekiella ocellata* (Pantocsek) K.T.Kiss & E.Ács i *Pantocsekiella trichonidea* (A.Economou-Amilli) K.T.Kiss & E.Ács (Tablica 11.).

Tablica 11. Brojčana zastupljenost vrsta unutar rodova skupine Pennatae i Centriceae u istraživanim lentičkim biotopima Hrvatske (1998.-2013.)

TAXA:	Ukupan broj vrsta
Pennatae	
<i>Navicula</i>	36
<i>Cymbella</i>	19
<i>Nitzschia</i>	16
<i>Gomphonema</i>	14
<i>Achnantheidium</i>	10
<i>Fragilaria</i>	9
<i>Cymbopleura</i>	9
<i>Diploneis</i>	8
<i>Caloneis</i>	8
<i>Halamphora</i>	8
<i>Encyonema</i>	8
<i>Surirella</i>	7
<i>Sellaphora</i>	6
<i>Eunotia</i>	6
<i>Achnanthes</i>	6
<i>Amphora</i>	5
<i>Gyrosigma</i>	5
<i>Diatoma</i>	5
<i>Tryblionella</i>	5
<i>Epithemia</i>	5
Centriceae	
<i>Stephanodiscus</i>	3
<i>Aulacoseira</i>	2
<i>Cyclotella</i>	2
<i>Pantocsekiella</i>	2
<i>Chaetoceros</i>	1
<i>Cyclostephanos</i>	1
<i>Discostella</i>	1
<i>Ellerbeckia</i>	1
<i>Melosira</i>	1
<i>Pleurosira</i>	1
<i>Urosolenia</i>	1

4.3. Broj utvrđenih vrsta dijatomeja u istraživanim lentičkim biotopima Hrvatske

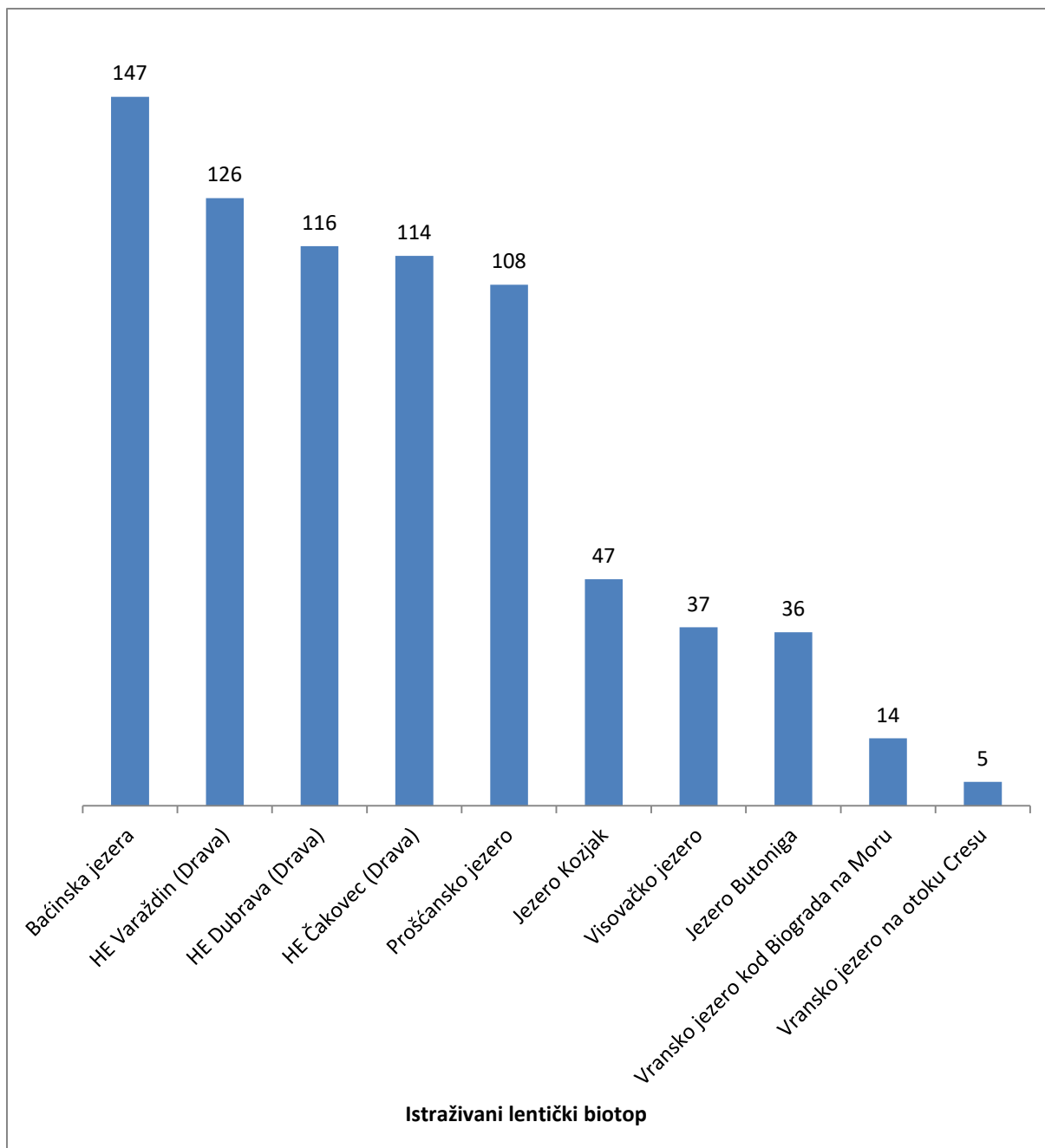
Baćinska jezera su lentički biotop s najvećim brojem utvrđenih dijatomejskih vrsta (147 vrsta) tijekom terenskih istraživanja u vegetacijskom razdoblju (travanj, svibanj, lipanj, srpanj, kolovoz i rujna) tijekom 2009. i 2010. godine (Slika 25.). Od ukupnog broja utvrđenih vrsta dijatomeja samo su dvije vrste koje pripadaju skupini Centriceae, a to su *Melosira varians* C.Agardh i *Stephanodiscus hantzschii* Grunow, dok ostale vrste pripadaju skupini Pennatae.

Terenska istraživanja na umjetnim (akumulacijskim) jezerima na rijeci Dravi (HE Čakovec, HE Dubrava, HE Varaždin) provedena su od 1999. do 2013. godine (Tablica 1-3.) te je unatoč dugom istraživačkom razdoblju na njima utvrđen manji broj dijatomejskih vrsta u odnosu na Baćinska jezera na kojima su istraživanja provedena dvije godine za redom u istom vegetacijskom razdoblju. Prema Slika 25. na akumulacijskom jezeru HE Varaždin, brojem utvrđenih vrsta dijatomeja najviše se ističu rod *Navicula* Bory (13 vrsta), dok rod *Nitzschia* Hassall i *Cymbella* C.Agardh broje po 9 vrsta dijatomeja. Rodovi *Gomphonema* Ehrenberg i *Navicula* Bory u akumulacijskom jezeru HE Dubrava su zastupljeni s 8 vrsta dijatomeja, dok je rod *Cymbella* C.Agardh zastupljen s 10 vrsta. Akumulacijsko jezero HE Čakovec se zbog 2 utvrđene vrste dijatomeja manje našao na trećem mjestu, ako gledamo poredak triju akumulacijskih jezera na rijeci Dravi, a rod s najviše utvrđenih vrsta je *Cymbella* C.Agardh (10 vrsta).

Na Proščanskom jezeru i jezeru Kozjak, provedeno je terensko istraživanje u istom vegetacijskom razdoblju tijekom 2009. i 2010. godine (Tablica 6.), međutim na Slika 25. se uočava veliko odstupanje u broju utvrđenih vrsta dijatomeja, a mogući razlog leži u činjenici što je na Proščanskom jezeru tijekom istraživačkog razdoblja provedeno uzorkovanje fitobentosa i fitoplanktona dok je na jezeru Kozjak provedeno samo uzorkovanje fitoplanktona.

Vransko jezero na otoku Cresu bilježi najmanji broj utvrđenih vrsta dijatomeja (Slika 25.), a one su: *Achnanthes* sp., *Cocconeis placentula* Ehrenberg, *Cyclotella* sp., *Cymbella* sp. i *Navicula* sp.

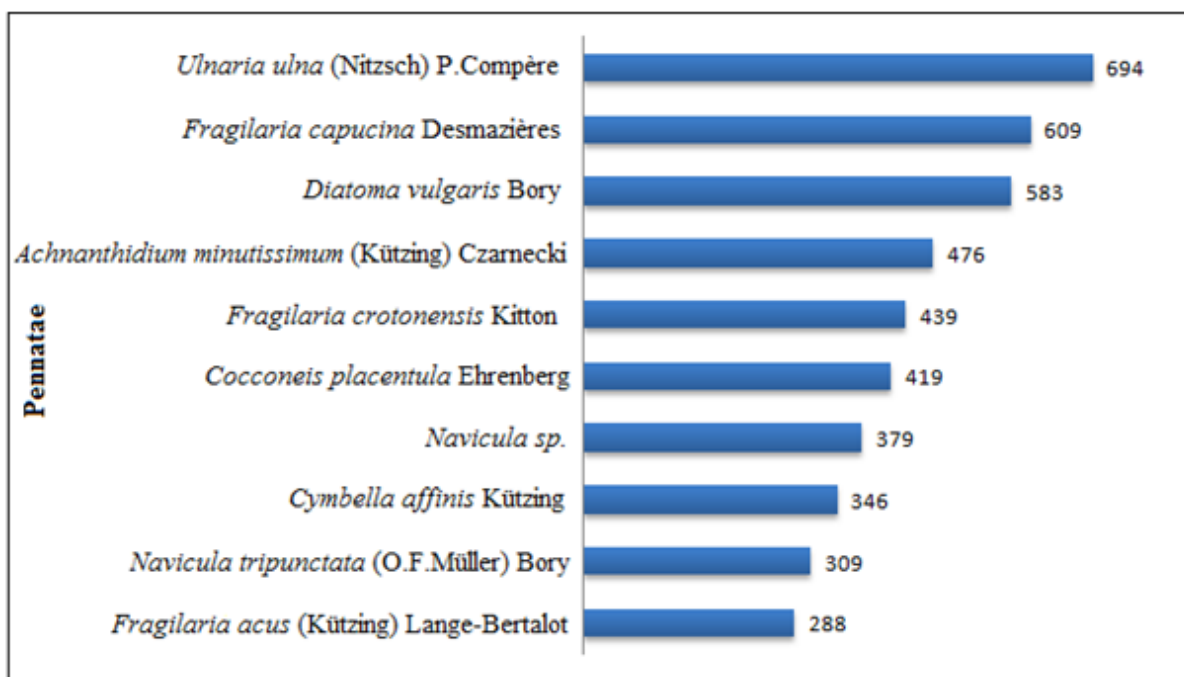
Na gotovo svim istraživanim područjima u razdoblju od 1998. do 2013. godine utvrđene su sljedeće vrste: *Achnantheidium minutissimum* (Kützing) Czarnecki, *Achnantheidium* sp., *Amphora ovalis* Kützing, *Cocconeis placentula* Ehrenberg, *Craticula buderi* (Hustedt) Lange-Bertalot, *Cymbella affinis* Kützing, *Cymbella* sp., *Denticula tenuis* Kützing, *Encyonema ventricosum* (C.Agardh) Grunow, *Encyonopsis microcephala* (Grunow) Krammer, *Eucoconeis flexella* (Kützing) Meister, *Fragilaria acus* (Kützing) Lange-Bertalot, *Fragilaria capucina* Desmazières, *Fragilaria crotonensis* Kitton, *Gomphonema parvulum* Kützing, *Gomphonema* sp., *Melosira varians* C.Agardh, *Navicula cryptocephala* Kützing, *Navicula lanceolata* Ehrenberg, *Navicula tripunctata* (O.F.Müller) Bory, *Rhoicosphenia abbreviata* (C.Agardh) Lange-Bertalot, *Sellaphora pupula* (Kützing) Mereschkovsky, *Stephanodiscus hantzschii* Grunow, *Ulnaria ulna* (Nitzsch) Compère.



Slika 25. Broj utvrđenih dijatomejskih vrsta u istraživanim lentičkim biotopima Hrvatske (1998.-2013.)

4.4. Dominantne vrste dijatomeja prema abundanciji broja stanica u lentičkim biotopima Hrvatske

Prema podacima prikupljenim tijekom terenskih istraživanja u razdoblju od 1998. do 2013. godine abundancijom broja stanica unutar skupine Pennatae dominiraju rodovi: *Navicula* Bory, *Fragilaria* Lyngbye, *Cymbella* C.Agardh, *Achnantheidium* Kützing i *Nitzschia* Hassall. Prema ukupnoj abundanciji broja stanica dominantna vrsta iz skupine Pennatae je *Ulnaria ulna* (Nitzsch) Compère, dok je subdominantna vrsta *Fragilaria capucina* Desmazières (Slika 26.).



Slika 26. Dominantne vrste skupine Pennatae prema ukupnoj abundanciji broja stanica u lentičkim biotopima Hrvatske

Kod skupine Centriceae, prema ukupnom broju stanica dominira rod *Melosira* C.Agardh s vrstom *Melosira varians* C.Agardh.

4.5. Elektronička baza podataka

U programu Microsoft Office Access formirana je jedinstvena elektronička baza podataka koja sadrži utvrđene vrste dijatomeja prikupljene terenskim istraživanjima u lentičkim biotopima Hrvatske, prvenstveno prirodnim i umjetnim (akumulacijskim) jezerima tijekom razdoblja od 1998. do 2013. godine. U bazi se nalaze vrste koje su prošle nomenklaturnu i taksonomsku reviziju sukladno referentnoj on-line bazi podataka Algaebase (<http://www.algaebase.org/>) te su za svaku vrstu provjereni i unešeni podatci o skupini i podskupini, rodu i autoru roda, vrsti i autoru vrste, varijetetu ili formi, autoru varijeteta ili forme, te podvrsti i autoru podvrste ako su dostupni, sinonimima i endemima, a za svaku vrstu je unešena referenca opisa vrste u obliku kopije najnovijeg literaturnog navoda ili u obliku

PDF formata koji je pohranjen u posebnoj mapi. U bazi su hiperlinkom povezane slike pojedinih vrsta dijatomeja koje su bile dostupne za pregled/pretraživanje i preuzimanje s on-line baze Algaebase. Dostupne slike su pohranjene u posebnu mapu te su hiperlinkom povezane s elektroničkom bazom u programu Microsoft Office Access.

Elektronička baza podataka dijatomejskih vrsta može se nadograđivati unosom novih podataka s terenskih istraživanja, a pohranjeni podatci se mogu lako filtrirati unutar programa te se na taj način brzo i lako dolazi do potrebnih informacija.

5. RASPRAVA

Dijatomeje su skupina eukariotskih, fotosintetskih mikroorganizama koje nalazimo na gotovo svim vlažnim staništima (Round i sur., 1990.). Biokemijski su jedna od značajnijih skupina organizama budući da su odgovorne za 20-25 % svjetske fiksacije ugljika i atmosferskog kisika (Mann, 1999.).

Nalazimo ih u uvjetima različitih pH vrijednosti, koncentracije otopljenih tvari, hranjivih tvari, organskih i anorganskih komponenata, te različitog temperaturnog raspona. Promjena bilo kojeg ekološkog parametra znatno će se odraziti na taksonomski sastav i brojnost dijatomeja (Wehr i sur., 2015.). Izrada jedinstvenog elektroničkog zapisa o dijatomejskim vrstama s pripadajućim popratnim podacima od izuzetnog je značenja budući da daje brzi uvid u taksonomski sastav, broj i brojnost vrsta nekog područja kroz duža razdoblja, čime je omogućen lakši uvid u pojavu novih ili izostanak postojećih predstavnika (Mather i sur., 2010.). Unošenjem popratnih podataka u bazu (fizikalno-kemijski čimbenici, volumen stanica, biomasa i sl.), na osnovu mega podataka uveliko je olakšano praćenje ekološkog stanja na određenom području.

Nomenklaturnom i taksonomskom revizijom dijatomeja zabilježenih tijekom terenskih istraživanja u razdoblju od 1998. do 2013. godine nadopunjavao je i djelomično revidiran prvotni popis dijatomeja i dobiven uvid u broj vrsta koje nalazimo u analiziranim lentičkim biotopima Hrvatske, prije svega prirodnim i umjetnim jezerima.

Do danas je rod s najvećim brojem vrsta i dalje ostao rod *Navicula* Bory, iako u odnosu na 1995. godinu broji samo 36 vrsta. Vrste zabilježene na gotovo svim istraženim lentičkim biotopima Hrvatske navedenim u ovom radu su: *Navicula cryptocephala* Kützing, *Navicula tripunctata* (O.F.Müller) Bory i *Navicula lanceolata* Ehrenber. Rod *Navicula* Bory prvi put je opisan 1822. godine, a *Navicula tripunctata* (O.F.Müller) Bory je prva opisana vrsta (holotip). Valve ovoga roda su oblikom slične brodu, strije su linearno postavljene s otvorima s unutrašnje strane valve dok je rafa smještena centralno (Gligora i sur., 2009.). Danas rod *Navicula* Bory broji preko 10000 vrsta, varijeteta i forma u svijetu, a ujedno je najveći rod u sustavu „International Code of Botanical Nomenclature“, a tijekom zadnjeg desetljeća neke vrste iz roda *Navicula* Bory se svrstavaju u nove rodove (Lange-Bertalot, 1997., 2001; Kociolek i Thomas, 2010.), što je i jedan od uzroka utvrđenog povećanja broja rodova u odnosu na prethodna istraživanja u Republici Hrvatskoj. *Navicula hedinii* Hustedt je vrsta koja je sve do 2009. godine svrstavana u rod *Navicula* Bory unatoč razlikama u vanjskoj i unutrašnjoj strukturi strija, strukturi rafe te plastida. 2009. godine vrstu su ponovno opisali Van de Vijver, Gligora, Hinz, Kralj i Cocquyt te je svrstavana u novi rod *Envekadea* Van de Vijver te danas nosi naziv *Envekadea hedinii* (Hustedt) Van de Vijver, Gligora, Hinz, Kralj & Cocquyt (Gligora i sur., 2009.). Ime roda *Envekadea* Van de Vijver je izvedeno iz NVKD (Nederlands-Vlaamse Kring van Diatomisten) što je kratica za nizozemsko udruženje dijatomista. U lentičkim biotopima Hrvatske vrsta *Envekadea hedinii* (Hustedt) Van de Vijver, Gligora, Hinz, Kralj & Cocquyt nije česta, zabilježena je samo u Vranskom jezeru kod Biograda na moru.

Analizom elektroničke baze podataka subdominantan po broju vrsta je rod *Cymbella* C.Agardh s 19 zabilježenih vrsta, što možda ne bi bio slučaj da su u reviziju i unos podataka uključeni ostali lotički i lentički biotopi Hrvatske. Rod *Cymbella* C.Agardh karakterizira rafa koja je ventralno zakrivljena u središnjem dijelu, a dorzalno zakrivljena na polovima stanice. Središnji dijelovi rafe su često skriveni ispod velikih naslaga silicijeva dioksida (Jüttner i sur., 2010.). U lentičkim biotopima Hrvatske zastupljena je vrsta *Cymbella affinis* Kützing koja je zabilježena u svim istraživanim područjima osim na jezeru Kozjak i Vranskom jezeru na otoku Cresu. Složena taksonomija roda *Cymbella* C.Agardh je prije svega posljedica morfologije valvi koje su od vrste do vrste izuzetno slične, a siromašni opisi vrsta, ilustracije i neadekvatno označeni tipovi koji su propisani prema ICN (International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants) od 1958. godine, doprinose taksonomskoj složenosti roda (McNeill i sur., 2012.; Da Silva i sur., 2015.). Kompleks vrsta *Cymbella affinis* / *Cymbella tumidula* / *Cymbella turgidula* je jedan od primjera taksonomskih komplikacija koje se javljaju, a koji su u ovom slučaju da Silva i suradnici 2015. godine u svom radu uz pomoć svjetlosne i elektronske mikroskopije revaluirali kako bi razjasnili njihovu taksonomsku pripadnost (Da Silva i sur., 2015.).

Zagađenje slatkovodnih ekosustava je jedan od velikih ekoloških problema u svijetu, a metode procjene kvalitete vode se mogu podijeliti u dvije kategorije od kojih prvu čine fizičke i kemijske metode, a drugu kategoriju čine biološke metode procjene (Lobo i Callegaro, 2000.; Lobo i sur., 2004.). Fizičke i kemijske metode omogućavaju prikupljanje informacija u datom trenutku dok su okolišni uvjeti prije samih mjerenja zanemareni, a biološke metode omogućavaju prikupljanje informacija o ekološkim uvjetima na nekom prostoru kroz duže razdoblje budući da se promjene uvjeta reflektiraju na životne zajednice koje na tome prostoru obitavaju (Lobo i Callegaro, 2000.; Lobo i sur., 2004.). *Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith je široko rasprostranjena vrsta dijatomeja koja nastanjuje lotička i lentička staništa, a zabilježena je na svim istraženim lentičkim područjima ovoga rada osim na Vranskom jezeru kod Biograda na Moru, Vranskom jezeru na otoku Cresu te jezeru Kozjak. Rod *Nitzschia* Hassall se ističe velikim brojem vrsta koje je često teško determinirati, rafa je smještena na rubu svake valve, ali sa suprotne strane (Spaulding i Edlund, 2008.). *Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith je dijatomejska vrsta koja je jedna od bioloških indikatora onečišćenja vode (Lobo i sur., 2004.). Osim vrste *Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith kao biološki indikator onečišćenja još se javljaju *Gomphonema parvulum* Kützing koja je zabilježena na gotovo svim lentičkim područjima osim jezera Kozjak i Vranskog jezera na otoku Cresu, a vrsta *Navicula gregaria* Donkin zabilježena je samo na području Baćinskih jezera dok je vrsta *Planothidium lanceolatum* (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot zabilježena na Baćinskim jezerima, jezeru Kozjak i Proščanskom jezeru te na Visovačkom jezeru. Analizom tih podataka uviđamo da su Vransko jezero na otoku Cresu te jezero Kozjak lentički biotopi na kojima izostaje prisutnost bioloških indikatora onečišćenja vode što je možda posljedica najmanjeg broja istraživanja na tim područjima.

Rod *Achnanthis* ističe se s 10 zabilježenih vrsta u lentičkim biotopima Hrvatske, a najviše vrsta je zabilježeno u Baćinskim jezerima i Proščanskom jezeru. Rod je prvi opisao Kützing 1844. godine, a vrste ovoga roda jedno su vrijeme bile svrstavane pod rod *Achnanthes* zbog

taksonomskih nesuglsnosti (Potapova i sur., 2008.). Vrste se međusobno razlikuju po morfologiji strija, obliku ljuštore i staništu na kojemu obitavaju, a često ih nalazimo u valovitim dijelovima jezera i izrazito pokretnim dijelovima tekućica. Neke vrste nalazimo u uskomešanim vodama bogatim kisikom te ih često nazivamo „oxygen loving“ vrstama. *Achnantheidium minutissimum* (Kützing) Czarnecki je epifitska vrsta koja nastanjuje područja s dobrom kakvoćom vode i zadovoljavajućim ekološkim uvjetima (Denys, 2009.), ističe se malom veličinom stanice, ali je usprkos tome fiziološki iznimno aktivna u odnosu na veće stanice (Potapova i sur., 2008.).

Osim do sad navedenih rodova *Navicula* Bory, *Cymbella* C.Agardh, *Nitzschia* Hassall, *Gomphonema* Ehrenberg, *Achnantheidium* Kützing koji se ističu raznolikošću zabilježenih vrsta česti rodovi koji su zabilježeni u lentičkim biotopima Hrvatske, ali vrstama manje zastupljeni su: *Fragilaria* Lyngbye, *Diatoma* Bory de Saint-Vincent i *Achnanthes* Bory. Od vrsta roda *Fragilaria* Lyngbye najviše zastupljene su vrste *Fragilaria acus* (Kützing) Lange-Bertalot, *Fragilaria capucina* Desmazières i *Fragilaria crotonensis* Kitton koja je brojnošću stanica zastupljena u ljetnim mjesecima, posebice u lipnju (Geriš, 2003.). Rod *Fragilaria* Lyngbye ističe se ljuštrom pravokutna ili kopljasta oblika u pogledu na pojas, koje se međusobno spajaju čineći kolonije u obliku vrpce. Perforacije na valvama su raznolike, ali kod svih je prisutno središnje rebro duž apikalne osi (*sternum*) te jedna rimoportula (jelly pore) na distalnom kraju valve kroz koju izlaze polisaharidi i drugi ugljikovi spojevi. *Fragilaria crotonensis* Kitton je vrsta koja je prisutna svugdje u svijetu, a posljedica toga su ljudske aktivnosti (Spaulding i Edlund, 2008.). Na umjetnim jezerima na rijeci Dravi (HE Čakovec, HE Dubrava, HE Varaždin) zastupljeno je 5 vrsta iz roda *Diatoma* Bory de Saint-Vincent. Rod se ističe karakterističnim zadebljalim transverzalnim kostama na valvama, dok strije potpuno izostaju, a prisutano je zadebljano središnje rebro (*sternum*). Na svakoj valvi nalazi se po jedna rimoportula, smještena na krajnjem dijelu valve i transapikalno orijentirana (Spaulding i Edlund, 2008.)

Nomenklatura i taksonomska revizija, osim bilateralno simetričnih dijatomeja (Pennatae) koje žive u fitobentosu, obuhvatila je manji broj radijalno simetričnih dijatomeja (Centriceae) koje su zabilježene u fitoplanktonu lentičkih biotopa Hrvatske u razdoblju od 1998. do 2013. godine. Centriceae su skupina dijatomeja kojoj pripadaju rodovi *Cyclotella* (Kützing) Brébisson, *Stephanodiscus* Ehrenberg i *Cyclostephanos* Round koje je teško determinirati ako nemate dovoljno iskustva s taksonomijom i molekularnim tehnikama determinacije (Cox, 2014.; Udovič i sur., 2017.) Vrstama zastupljeni rodovi Centriceae su *Stephanodiscus* Ehrenberg (3 vrste) i *Cyclotella* (Kützing) Brébisson (2 vrste). Rod *Stephanodiscus* je prvi opisao Ehrenberg 1845. godine, široko je rasprostranjen, a vrste su prvenstveno prisutne na lentičkim (jezera) biotopima. Mnoge vrste variraju u morfologiji s obzirom na koncentraciju silicijeva dioksida prisutnog u vodenom staništu. Valve su ravne ili koncentrično valovite sa radijalno raspoređenim strijama koje su skupljene u snopove, a međusobno razdvojene kostama (Spaulding i Edlund, 2008.). Vrste koje su zabilježene u lentičkim biotopima Hrvatske su *Stephanodiscus astraea* (Ehrenberg) Grunow prisutna na akumulacijama na rijeci Dravi, *Stephanodiscus hantzschii* Grunow prisutna na svim lentičkim područjima osim na jezeru Butoniga, Vranskom jezeru kod Biograda na Moru i Vranskog jezera na otoku Cresu.

Ujedno je to jedna od dvije vrste Centriceae, uz *Melosira varians* C.Agardh, koja je zabilježena na gotovo svim lentičkim biotopima koji su obuhvaćeni u ovom radu. Vrste roda *Cyclotella* (Kützing) Brébisson pokazuju tolerantnost s obzirom na neke okolišne uvjete kao što su visoka stabilnost jezera i niska dostupnost svjetlosti (Reynolds, 1997.; Udovič i sur., 2017.) što im omogućuje dominaciju u mezotrofičnim vodenim sustavima (Hu i sur., 2012.; Udovič i sur., 2017.). Rod *Cyclotella* (Kützing) Brébisson je najcitiraniji rod iz porodice Stephanodisceae (Round i sur., 1990.) koji do sada broji oko 300 opisanih svojiti, uključujući i fosile. Predstavnici ovoga roda žive u fitoplanktonu ili litoralu slatkih voda, a neki od njih se ističu kao važni indikatori okolišnih uvjeta u limnologiji. Žive pojedinačno, ali mogu formirati kraće ili duže lančaster kolonije koje su obavijene mukoznim ovojem. Determinacija stanica veličine valvi manjih od 5–7 µm je iznimno teška čak i pomoću skenirajućeg elektronskog mikroskopa (Houk i sur., 2015.). Na području Vranskog jezera kod Biograda na Moru zabilježena je vrsta *Cyclotella meneghiniana* Kützing.

Vrste *Pantocsekiella ocellata* (Pantocsek) K.T. Kiss & E. Ács i *Pantocsekiella trichonidea* (A. Economou-Amilli) K.T. Kiss & E. Ács su dvije vrste Centriceae iz roda *Pantocsekiella* K.T.Kiss & E.Ács koji je tek nedavno opisan (Ács i sur., 2016.), a ove dvije vrste su zabilježene na Visovačkom jezeru u Republici Hrvatskoj. Vrsta *Pantocsekiella ocellata* je dijatomejska vrsta prvi put zabilježena na jezeru Balaton u Mađarskoj (Pantocsek, 1901.), izuzetno je varijabilna u pogledu morfologije i ekologije, a uz nju su zabilježene vrste *Pantocsekiella polymorpha* (B.Meyer & H.Håkansson) K.T.Kiss & E.Ács i *Discostella pseudostelligera* (Hustedt) Houk & Klee na Visovačkom jezeru tijekom 2015. godine (Udovič i sur., 2015.).

Elektronička baza dijatomeja u lentičkim biotopima Hrvatske, formirana u programu Microsoft Office Access, sadrži vrste zabilježene tijekom terenskih istraživanja na prirodnim i umjernim jezerima od 1998. do 2013. godine. Bazu je moguće nadopunjavati ranije prikupljenim ili novim podacima s terenskih istraživanja. Nadopunjavanjem baze lakše uočavamo promjene koje se događaju na istraživanim područjima kroz određeno vremensko razdoblje, ali isto tako imamo uvid u popis dijatomejskih vrsta koje tu nalazimo. Budući da su dijatomeje specifične za stanište na kojemu žive, one su vrijedni ekološki indikatori (Stoermer i Smol, 1999.; Smol i Stoermer, 2010.). Korištenje dijatomeja kao indikatora fizikalnih, kemijskih i biotičkih uvjeta koristi se još od ranih početaka 20. stoljeća (Kolkwitz i Marson, 1908.). Dijatomejske ljuštore koje se talože u jezerskom sedimentu su pokazatelj okolišnih uvjeta koji su vladali u određenom vremenskom razdoblju (Stoermer i sur., 1985.; Bradbury, 1988.; Smol, 1990.), a stvaranjem baza podataka s popisom dijatomejskih vrsta omogućava nam lakše praćenje promjena okolišnih uvjeta.

6. ZAKLJUČAK

Dijatomeje ili alge kremenjašice su fotosintetski organizmi koje nalazimo na gotovo svim vlažnim staništima, biološki su indikatori koji ukazuju na promjene fizikalnih, kemijskih i bioloških uvjeta u okolišu stoga je važno poznavati njihovu raznovrsnost i zastupljenost na nekom području.

Na osnovi provedenih algoloških istraživanja u razdoblju 1998.-2013. godine u lentičkim biotopima Hrvatske prikupljeni su podaci o utvrđenim dijatomejskim vrstama te su isti taksonomski i nomenklaturno revidirani sukladno recentnoj svjetski korištenoj bazi ALGAEBASE.

U lentičkim biotopima Hrvatske utvrđeno je 303 vrste, 12 varijeteta i 1 forma dijatomeja svrstanih u 83 roda što u odnosu na podatke prema Plenković-Moraj iz 1995. godine pokazuje da se broj rodova gotovo udvostručio čineći dijatomeje raznolikom skupinom, iako je broj vrsta, varijeteta i forma znatno manji budući da izrađena elektronička baza nije obuhvatila postojeće podatke nakon 1995. godine za rijeke, potoke, bare i termalne izvore koji su u prvotnom popisu bili uključeni.

Rod *Navicula* Bory, dominantan je s obzirom na broj vrsta i abundanciju broja stanica u analiziranim lentičkim biotopima Republike Hrvatske.

Baćinska jezera su lentičko područje s utvrđenom najvišom raznolikošću zabilježenih dijatomejskih vrsta.

Uspostavljena elektronička baza za lentičke biotope Hrvatske daje uvid u biodiverzitet dijatomeja te olakšava statističke analize prikupljenih podataka uz olakšano dobivanje povratne informacije o promjeni raznovrsnosti dijatomeja na određenom području.

Bazu je neophodno nadopunjavati postojećim podacima o prisutstvu dijatomeja za preostale lentičke i lotičke biotope Republike Hrvatske kao i unosom verificiranih vrijednosti o fizikalno-kemijskim parametrima, volumenima, biomasom, pripadnosti funkcionalnim grupama i slično.

7. LITERATURA

- Ahluwalia V. K. (2015): Environmental Studies. Basic concepts. The Energy and Resources Institute (TERI).
- Baker H. (1753): Employment for the microscope, Part II. J. Dodsley, London. 241-244
- Bellinger E.G., Sigge D. C. (2010): Freshwater Algae. Identification and Use as bioindicators. Wiley: 1-4, 41-48.
- Beran L., Lajtner J., Crnčan P. (2013): Aquatic molluscan fauna (Mollusca: Gastropoda, Bivalvia) of Vrana Lake Nature Park (Croatia). *Natura Croatica. Periodicum Musei Historiae Naturalis Croatici*, 22(1), 15-27.
- Bolić J. (1992): Vode Hrvatske. Hrvatska elektroprivreda, Zagreb.
- Bory De Saint Vincent (1822): Dictionnaire classique d'histoire naturelle. Volume 2. Rey et Gravier, Paris. 128
- Bradbury J.P. (1988): A climatic-limnological model of diatom succession for paleolimnological interpretation of varved sediments at Elk Lake, Minnesota. *Journal of Paleolimnology* 1: 115–131
- Bukvić-Ternjej I., Kerovec M., Mihaljević Z., Tavčar V., Mrakovčić M., Mustafić P. (2001): Copepod communities in karstic mediterranean lakes along the eastern Adriatic coast. *Hydrobiologia*, 453(1), 325-333.
- Castro P., Huber M.E. (2005): Marine Biology. McGraw Hill, New York, SAD.
- Cohen A.S. (2003): Paleolimnology, The History and Evolution of Lake Systems, Oxford University Press Inc.
- Cox E. J. (2014): Diatom identification in the face of changing species concepts and evidence of phenotypic plasticity. *Journal of Micropalaeontology* 33: 111–120.
- Da Silva W.J., Jahn R., Ludwig T. A. V, Hinz F., Menezes M. (2015): Typification and taxonomic status re-evaluation of 15 taxon names within the species complex *Cymbella affinis/tumidula/turgidula* (Cymbellaceae, Bacillariophyta). *PhytoKeys* 53: 1-25.
- Denys L. (2009): Palaeolimnology without a core: 153 years of diatoms and cultural environmental change in a shallow lowland lake (Belgium). *Fottea*, vol 9, no. 2, pp. 317-332.
- Ehrenberg C. G. (1838): Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. Ein Blick in das tiefere organische Leben der Natur. Verlag von Leopold Voss, Leipzig.

Feletar D. (2013): Geografsko-demografske značajke Regionalnog parka Mura-Drava. Podravina Volumen 12, broj 24, Str. 5 - 21 Koprivnica.

Forel F. A. (1901): Handbuch der Seenkunde: Allgemeine Limnologie. Bibliothek geographisches Handbücher herausgegeben von Prof. Dr. Friedrich Ratzel. J. Englehorn, Stuttgart, 249 p.

Geriš R. (2003): Phytoplankton communities in the drinking water reservoir of Znojmo. Czech Phycology 3: 169-176.

Gligora M., Kralj K., Plenkovic-Moraj A., Hinz F., ACS E., Grigorszky I., Cocquyt C., Vand de Vijver B. (2009): Observations on the diatom *Navicula hedinii* Hustedt (Bacillariophyceae) and its transfer to a new genus *Envekadea* Van de Vijver et al. gen. nov.. European Journal of Phycology 44(1): 123-138.

Grlica I. (2008): Studija biološke raznolikosti rijeke Drave. Dravske mrtvice i odvojeni rukavci 2. dio. Virovitica.

Guiry M.D. & Guiry G.M. (2017): AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; searched on 08 February 2017.

Hrvatske vode (2016): Metodologija uzorkovanja laboratorijskih analiza i određivanja omjera ekološke kakvoće bioloških elemenata kakvoće. 96-111

Hoek C., Mann D., Jahns H. M. (1995): Algae. An Introduction to Phycology. Cambridge University Press.

Houk V., König C., Klee R. (2015): *Cyclotella hinziae* sp. nov. – a small *Cyclotella* (Bacillariophyceae) from subalpine lake Schliersee (Bavaria, Germany). Fottea. Roč. 15, č. 2, s. 235-243.

Hutchinson G. E. (1975): A treatise on limnology. III. Limnological botany. John Wiley & Sons, New York.

Ilijanić N., Miko S., Hasan O., Čupić D., Mesić S., Širac S., Marković T., Šparica Miko M., Vlašić A., (2015): Paleolimnološka istraživanja Baćinskih jezera – jezero Crniševo. Zbornik radova / Biondić D., Holjević D., Vizner M. (ur.), Zagreb. Hrvatske Vode, 437–446.

Jüttner I., Krammer K., Van de Vijver B., Tuji A., Simkhada B., Gurung S., Sharma S., Sharma C., Cox E. J. (2010): *Oricymba* (Cymbellales, Bacillariophyceae), a new cymbelloid genus and three new species from the Nepalese Himalaya. Phycologia: September 2010, Vol. 49, No. 5, pp. 407-423.

Knöpp H. (1955): Neuere Untersuchungen ueber die Wikung von Selbstreinigung. Dt. Gewaesser-Kundl. Mitt. Sonderheft., 63-69.

Kociolek J.P., Thomas E.W. (2010): Taxonomy and ultrastructure of five naviculoid diatoms (class Bacillariophyceae) from the Rocky Mountains of Colorado (USA), with the description of a new genus and four new species. *Nova Hedwigia*, 90(1/2): 195-214, 62 fig

Kolkwitz R., Marsson M. (1908.): Okiologie de flazlichen saprobein. *Deutsch.Bot.Ges.*26: 505-519.

Kröger N., Poulsen N. (2008): Diatoms. From Cell Wall Biogenesis to Nanotechnology. *Annual Review of Genetics*. Vol.42:83-107.

Kützing F.T. (1844): Die Kieselschaligen Bacillarien oder Diatomeen. pp. [i-vii], [1]-152, pls 1-30. Nordhausen: zu finden bei W. Köhne.

Kupusović T. (2016): Hydraulic physical model of the reservoir Butoniga (Istra, Croatia) bottom desilting in the wider zone around water tower intake. *BiH Water Congress, Sarajevo, BiH*, Vol. 1.

Lange-Bertalot H.(1997): Zur Revision der Gattung *Achnanthes* sensu lato (Bacillariophyceae): *Achnantheiopsis*, eine neue Gattung mit dem Typus generis *A. lanceolata*. *Arch. Protistenk.* 148: 199-208.

Lange-Bertalot H. (2001): *Navicula* sensu stricto. 10 Genera separated from *Navicula* sensu lato. *Frustulia. Diatoms of Europe: diatoms of the European inland waters and comparable habitats*. Vol. 2 pp. 1-526.: A.R.G. Gantner Verlag. K.G..

Lobo E. A., Callegaro V. L. (2000): Avaliação da qualidade de águas doces continentais com base em algas diatomáceas epilíticas: Enfoque metodológico. p. 277- 300. In: Tucci, C. E. M. e Marques, D. M. (eds) *Avaliação e Controle da Drenagem Urbana*. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS. 558 p.

Lobo E. A., Callegaro V. L. M., Hermany G., Bes D., Wetzel C. A., Oliveira M. A. (2004): Use of epilithic diatoms as bioindicators from lotic systems in southern Brazil, with special emphasis on eutrophication. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 16(1), 25-40.

Löffler H. (2008): The Origin of Lake Basins. U: O'Sullivan P., Reynolds C. S.(ur.) *The Lakes Handbook: Limnology and Limnetic Ecology*. Blackwell Science Ltd, Malden, MA, USA.

Mann D. G. (1999): The species concept in diatoms. *Phycologia* 38, 437-495.

Mather L., MacIntosh K., Kaczmarek I., Klein G., Martin J.L. (2010): A Checklist of Diatom Species Reported (and Presumed Native) from Canadian Coastal Waters. *Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences* 2881.

McNeill J., Barrie F. R., Buck W. R., Demoulin V., Greuter W., Hawksworth D. L., Herendeen P. S., Knapp S., Marhold K., Prado J., Prud'Homme Van Reine W. F., Smith

G. F., Wiersema J. H., Turland N.J. (2012): International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Melbourne Code) adopted by the Eighteenth International Botanical Congress Melbourne, Australia, July 2011. Koeltz Scientific Books, Königstein, 1–240. [Regnum Veg. 154].

Mihaljević Z., Plenković-Moraj A., Kerovec M., Mrakovčić M., Alegro A., Ternjej I., Mustafić P., Gottstein S., Gligora Udovič M., Lajtner J., Kralj Borojević K., Previšić A., Vilenica M., Žutinić P. (2014): Fitoplankton i Fitobentos. U Mihaljević i sur.: Testiranje bioloških metoda ocjene ekološkog stanja u jezerima dinaridske ekoregije. Studija Biološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Zagreb, 228 str.

Mrakovčić M., Mustafić P., Mišetić S., Plenković-Moraj A., Kerovec M., Mihaljević Z., Ternjej I., Zanella D., Čaleta M., Marčić Z., Buj I., Kralj Borojević K., Gligora Udovič M., Žutinić P. (2013a): Istraživanja i optimizacija ihtiocenoze u svrhu smanjenja trofije akumulacije Butoniga tijekom 2012. godine. Studija Biološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Zagreb.

Mrakovčić M., Mustafić P., Mišetić S., Plenković-Moraj A., Mihaljević Z., Kerovec M., Zanella D., Čaleta M., Marčić Z., Buj I., Kralj Borojević K., Gligora Udovič M., Žutinić P. (2013b): Fizikalno-kemijske, biološke i ihtiološke značajke nadzemnih voda hidroenergetskog sustava HE Varaždin, HE Čakovec i HE Dubrava u 2012. godini. Studija Biološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Zagreb.

Obadić I. (2007): Međuodnos ljudi i rijeke Drave na području varaždinske Podravine u novom vijeku. Zavoda za znanstveni rad HAZU, Varaždin, br.18: 301-325.

Pantocsek J. (1901): Die Kieselalgen oder Bacillarien des Balaton. Im Auftrage des ungarischen geographischen Gesellschaft auf Basis eigener Aufsammlungen Resultate der wissenschaftlichen Erforschung des Balatonsees. II. Band. Anhang zur II. Section des 2. Theiles. K. und K. Hofbuchdruckerei des Victor Hornyánszky, Budapest:112.

Pithart D., Petrov Rančić I., Kutleša P., Duplić A. (2014) : Study of Freshwater Ecosystem Services in Croatia. State Institute for Nature Protection.

Plenković-Moraj A. (1995): Diatoms (Bacillariophyceae) of the Croatian Freshwater, Acta Botanica Croatica (0365-0588) 54 (1995); 22-23

Plenković-Moraj A., Kralj Borojević K., Gligora Udovič M., Žutinić P. (2014): Fitoplankton i Fitobentos. U Mihaljević i sur.: Testiranje bioloških metoda ocjene ekološkog stanja u jezerima dinaridske ekoregije. Studija Biološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Zagreb, 228 str.

Potapova M., Spaulding S., Edlund M. (2008): Achnanthidium. In Diatoms of the United States. Retrieved April 25, 2017, from <http://westerndiatoms.colorado.edu/taxa/genus/achnanthidium>

Pribičević B., Medak D., Đapo A. (2010): Integracija suvremenih geodetsko-hidrografskih mjernih metoda u krškim područjima Republike Hrvatske. Ekscentar, br. 12, str. 58-63.

- Primc-Habdija B., Habdija I., Matoničkin R., Špoljar M. (2005): Development of ciliate community on artificial substrates associated with vertical gradients of environmental conditions in a karstic lake. *Archiv für Hydrobiologie*, 164(4), 513-527.
- Režek D. (2003): Hidroelektrane na Dravi. *Građevinar* 55 (2003) 11, 647-653.
- Reynolds C. S. (1997): *Vegetation Processes in the Pelagic: A Model for Ecosystem Theory*. Ecology Institute, Oldendorf.
- Riđanović J. (1981): Geografska regija Jadrana SFR Jugoslavije sa stanovišta suvremenih hidrogeografskih značajki okoliša. *Acta geographica Croatica*, 15.-16.(1.), 25-30.
- Riđanović J. (1999): Limnografi na Plitvičkim jezerima. *Priroda* br. 861, 89/4 34-36, Zagreb.
- Round F.E., Crawford R.M., Mann D.G., 1990: *The Diatoms, Biology & Morphology of the Genera*, Cambridge University Press
- Rubinić J. (2014): *Water Regime of Vransko Lake in Dalmatia and Climate Impacts*. Doctoral dissertation, Građevinski fakultet Rijeka, Sveučilište u Rijeci.
- Rubinić J., Katalinić A. (2014): Water regime of Vrana Lake in Dalmatia (Croatia): changes, risks and problems. *Hydrological Sciences Journal*, 59:10, 1908-1924.
- Simonsen R. (1979) : The diatom system: ideas on phylogeny. *Bacillaria*, 2: 9-71.
- Smol J. P. (1990): Freshwater Algae. In *Methods in Quaternary Ecology* (Warner, B. O. ed). pp 3-14. Love Printing Service Ltd, Stittsville.
- Smol J.P., Stoermer E.F. (2010): *The Diatoms. Applications for the Environmental and Earth Sciences*. Cambridge University Press: 10-15.
- Spaulding S., Edlund M. (2008): *Fragilaria*. In *Diatoms of the United States*. Retrieved April 26, 2017, from <http://westerndiatoms.colorado.edu/taxa/genus/Fragilaria>
- Spaulding S., Edlund, M. (2008): *Nitzschia*. In *Diatoms of the United States*. Retrieved April 25, 2017, from <http://westerndiatoms.colorado.edu/taxa/genus/Nitzschia>
- Spaulding S., Edlund, M. (2008): *Stephanodiscus*. In *Diatoms of the United States*. Retrieved April 25, 2017, from <http://westerndiatoms.colorado.edu/taxa/genus/Stephanodiscus>
- Stoermer E.F., Kociolek J.P., Schelske C.L., Conley D.j. (1985): Siliceous microfossil succession in the recent history of Lake Superior. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 137: 106-118.
- Stoermer E. F., Smol J. P. (1999): *The Diatoms: Applications for the Environmental and Earth Sciences*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Tanocki Z., Crljenko I. (2011): Jezera Hrvatske. Školska knjiga, Zagreb.

Tomas D., Maldini K., Matić N., Marijanović Rajčić M. (2013): Primjena indeksa kvalitete vode u ocjeni kakvoće vode krških jezera. Hrvatske vode, 86: 303-310

Tomec M., Teskeredžić E., Teskeredžić Z. (2009): Dinamika fitoplanktona u jezeru Vrana (otok Cres). Ribarstvo 67: 101-112.

Udovič G. M., Žutinić P., Kralj Borojević K., Plenković-Moraj A. (2015): Co-occurrence of functional groups in phytoplankton assemblages dominated by diatoms, chrysophytes and dinoflagellates. Fundamental and Applied Limnology 187: 101–111

Udovič M. G., Cvetkoska A., Žutinić P., Bosak S., Stanković I., Špoljarić I., Mršić G., Kralj Borojević K., Čukurin A., Plenković-Moraj A. (2017): Defining centric diatoms of most relevant phytoplankton functional groups in deep karst lakes. Hydrobiologia, 788(1), 169-191.

Utermöhl H. (1958): Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton Methodik. Mitteilungen. Verh Internat Verein Theor Angew Limnol 9: 1–38

Wehr J.D., Sheath R.G., Kociolek Elsevier J.P. (2015): Freshwater Algae of North America. Ecology and Classification. Academic Press: 653-654, 715.

Werner, D. (1977): The biology of diatoms. Bot. Monogr., V. 13. University of California Press, Berkeley and New York.

LINKOVI:

<http://www.algaebase.org/>

<http://www.bacinskajezera.com>

<http://www.croatia.eu/article.php?lang=1&id=9>

<http://www.exploro.hr/hr/parkovi/pp-vransko-jezero.aspx#!prettyPhoto>

<http://izletipoistri.com>

<http://www.npkrka.hr/stranice/visovac/16.html>

<http://www.np-plitvicka-jezera.hr/>

<https://www.parkovihrvatske.hr/>

<http://www.tzg-biograd.hr/hr/56/pp-vransko-jezero>

<http://www.ucl.ac.uk>

<http://www.zastita-prirode-kckzz.hr/>

8. ŽIVOTOPIS

OSOBNI PODATCI:

- Datum i mjesto rođenja: 10. kolovoza 1987. godine, Nova Gradiška, Hrvatska
- Adresa prebivališta: Frana Alfirevića 29, 10000 Zagreb
- Mobitel: +385977967866
- E-mail: ivanav108@gmail.com

ZAVRŠENO OBRAZOVANJE:

- 2006. – sada: Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, smjer: integrirani preddiplomski i diplomski studij biologije i kemije
- 2002.- 2006. godine: Opća gimnazija Nova Gradiška
- 1994.- 2002. godine: Osnovna škola „Mato Lovrak“, Nova Gradiška

RADNO ISKUSTVO:

- travanj 2014.- sada: OLIVAL d.o.o. rad preko Student servisa u Zagrebu na poslovima raspunjavanja, zatvaranja, etiketiranja, pakiranja i skladištenja kozmetičkih proizvoda
- 22.02.2016. – 26.02.2016. učitelj biologije i prirode, Osnovna škola Ivana Cankara
- privatne poduke iz kemije

STRANI JEZICI:

Engleski jezik:

- Čitanje: odlično znanje
- Pisanje: odlično znanje
- Govor: odlično znanje

Njemački jezik:

- Čitanje: osnovno znanje
- Pisanje osnovno znanje
- Govor: osnovno znanje

Španjolski jezik:

- Čitanje: osnovno znanje
- Pisanje: osnovno znanje
- Govor: osnovno znanje

OSTALE SPOSOBNOSTI, ZNANJA I VJEŠTINE:

Odlično poznavanje rada na računalu i vrlo dobro poznavanje i korištenje Microsoft Office paketa.