Morfologija i taksonomija vrste Cyclotella plitvicensis

Grladinović, Lucija

Undergraduate thesis / Završni 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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:884960

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET
BIOLOŠKI ODSJEK

MORFOLOGIJA I TAKSONOMIJA VRSTE *Cyclotella plitvicensis*

MORPHOLOGY AND TAXONOMY OF THE *Cyclotella plitvicensis*

SEMINARSKI RAD

Lucija Grladinović
Preddiplomski studij Znanosti o okolišu
(Undergraduate Study of Environmental Science)
Mentor: doc. dr. sc. Marija Gligora Udovič

Zagreb, 2017.

SADRŽAJ

1. UVOD 3
2. POSTANAK ALGI 3
2.1. Cijanobakterije 4
3. DIATOMEAE 4
3.1. Morfologija dijatomeja 5
4. ROD *CYCLOTELLA* 10
4.1. Morfologija roda *Cyclotella sensu lato* 11
4.2. Taksonomija roda *Cyclotella sensu lato* 11
4.3. Ekologija vrste roda *Cyclotella sensu lato* 13
5. VRSTA *Cyclotella plitvicensis* 13
5.1. Friedrich Hustedt 13
5.2. Taksonomija vrste *Cyclotella plitvicensis* 14
5.3. Morfologija vrste *Cyclotella plitvicensis* 14
5.4. Ekologija vrste *Cyclotella plitvicensis* 15
6. LITERATURA 17
7. SAŽETAK 19
8. SUMMARY 19

1. UVOD

Alge su raznolika skupina fotosintetskih autotrofnih organizama. Od mikroskopskih primjeraka do podmorskih šuma kelpova, alge su iznimno bitni primarni producenti. Nastanjuju vlažna i vodena staništa kao što su tekućice, stajaćice te mora i oceani. Osim izvora kisika, izvor su hrane za ostale članove hranidbenog sustava uključujući čovjeka. Predmet su istraživanja brojnih grana znanosti, bioindikatori su ekoloških testova. Prisutne su u simbiozama sa gljivama, beskralježnjacima, rastu na pojedinim kralježnjacima. Evolucijski gledano fotosintetski eukarioti sa primarnom endosimbiozom bili su ishodište za razvoj algi prije 1,558 milijuna godina (Yoon i sur. 2004). Na samom početku svoga razvoja, donijele su jednu od najvećih promjena koja se odvila na planetu – produkcija kisika i stvaranje atmosfere. Taksonomski gledano vrlo su promjenjive klasifikacije zbog veličine i broja karakteristika.

2. POSTANAK ALGI

Filogenetska istraživanja govore kako se skupine algi razdvajaju pri bazi eukariostskog drveta života. Iz toga zaključujemo kako je primarna endosimbioza cijanobakterija i prokariota kojom su nastale alge, to jest fotosintetski organizmi, jedna od najvećih koraka prema životu na Zemlji. Odnosi između skupina i trenutak njihovog razvoja istražuju se molekularnim metodama. Uzima se kako su najtočnije što se tiče trenutnih razvijenih metoda, ali ipak imaju nedostatke. Akumulacijom suprimiranih mutacija dolazi do pogrešaka u modeliranju evolucije DNA sekvence organizma. Druga metoda utvrđivanja postanka oslanja se na fosilne zapise. Nedostatak fosila je upravo njihov manjak. Prijelazni oblici su vrlo rijetki i pojavljuju se sporadično. Također, eukariote bez ljušture ili sličnog neraspadljivog dijela teško je razlikovati i detektirati u fosilnim zapisima. Razlike između eukariota i prokariota koje uočavamo u živom obliku su odsutne u fosilima. Ipak, bez obzira na ove prepreke, molekularni i fosilni zapisi daju vrijedan prozor u svijet biološke evolucije (Yoon i sur. 2004).

2.1. Cijanobakterije

Cijanobakterije su jednostanični organizmi koji naseljavaju širok spektar ekoloških niša na planetu. Njihova uloga bila je ključna u nastanku Zemljine atmosfere. Prvi fosili cijanobakterija u obliku stromatolita datiraju 3.9 milijuna godina u proterozoiku. Stromatoliti su laminarne nakupine cijanobakterija i zrnaca vapnenca oblikovane u kompaktne strukture koje još danas možemo promatrati u plitkomorskim okolišima tropskih mora. Cijanobakterije su jednostanični organizmi koji grade kolonije ili žive samostalno. Nastanjuju raznolike i ekstremne okoliše kao što su termalna vrela ili ledeni pokrivači. Ipak, glavno stanište su im slatke i slane vode. Većinom su fotoautotrofne, ali mogu koristiti i organske tvari iz okoline kao organski izvor energije. Kloroplasti i mitohondriji dovode se u uski evolucijski odnos sa specifičnim grupama slobodnoživućih eubakterija - cijanobakterijama i α-proteobakterijama, koje su tijekom evolucije odigrale važnu ulogu u formiranju genoma eukariotske stanice.

Prema Whittakerovoj podjeli živog svijeta na pet carstava iz 1969. godine, prokarioti pripadaju u carstvo Monera, a svi jednostanični organizmi u carstvo Protista (Habdija i sur., 2011). Podjela je bazirana na prehrani i staničnoj organizaciji (Habdija i sur., 2011). Na temelju molekularnih istraživanja razvijeni su drugačiji klasifikacijski sustavi obzirom na sistematsku neodrživost pojednostavljenog rješenja Protista kao svih eukariota koji ne pripadaju u nijedno od preostalih carstava Plantae, Animalia ili Fungi (Habdija i sur., 2011). Carl Wöse je u vrijeme otkrića i procvata RNA sekvenciranja 1970-ih godina svrstao organizme u tri domene Archaea, Bacteria i Eukarya. Svi jednostanični ili višestanični eukarioti pripadaju domeni Eukarya.

3. DIATOMEAE

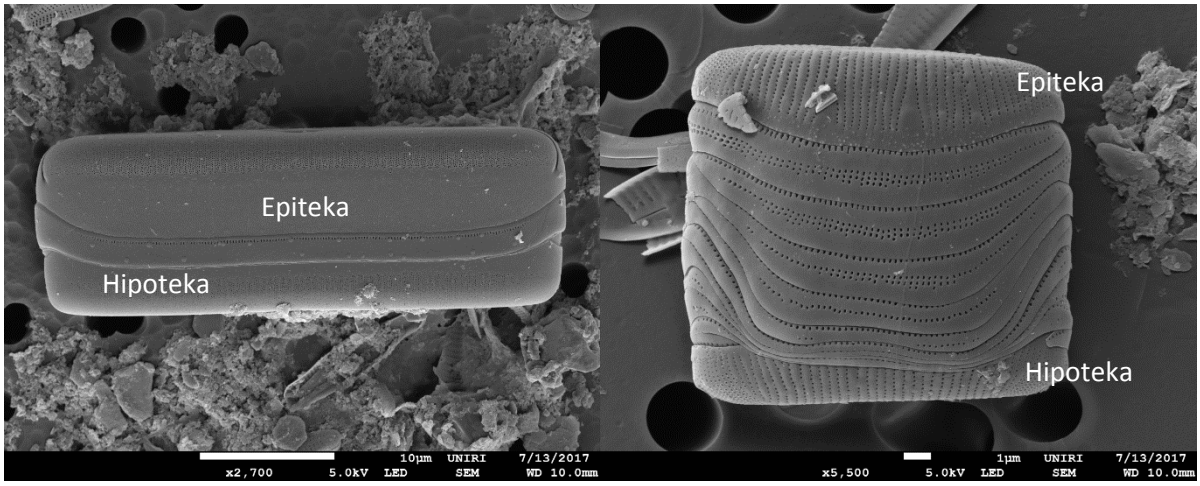
Diatomeae-dijatomeje su autotrofni protisti. Pojavljuju se kao jednostanični organizmi, kolonije i filamenti. Veličinom variraju između 2 do 500 μm (Ćukurin, 2016). Nastanjuju jezera, rijeke, močvare, lokve, mora, oceane. U svijetu ima 258 zabilježenih rodova sa otprilike 10 000 do 12 000 vrsta (Bellinger i Sigee, 2015).

3.1. Morfologija dijatomeja

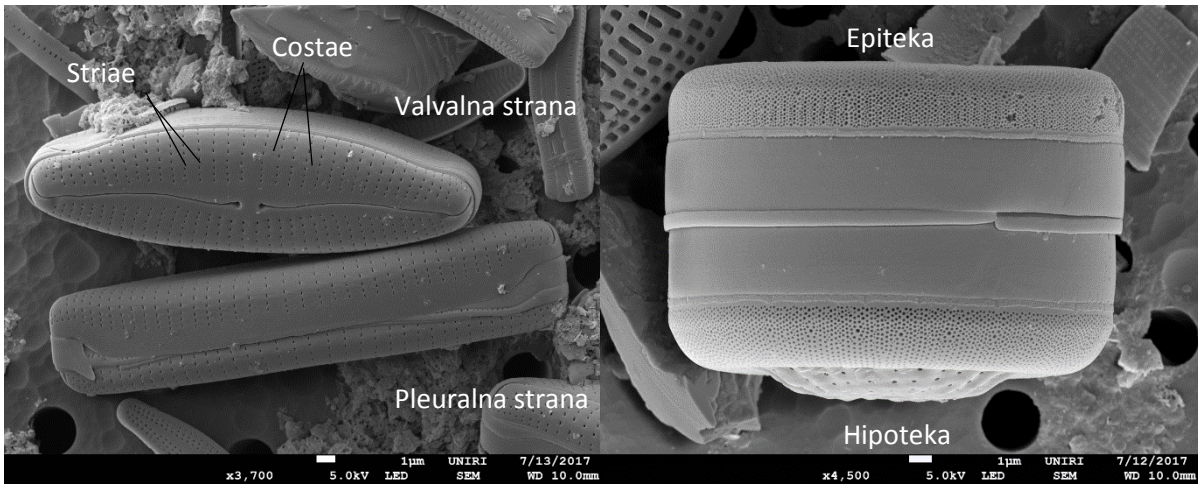
Dijatomeje su jednostanični eukariotski organizmi. Imaju posebnu staničnu stjenku - frustulu, građenu od silicijevog dioksida i organskih pokrova (Bellinger i Sigee, 2015). Strukturno i kemijski gledano molekule silicijevog dioksida i vode grade opalinsku strukturu frustule (Ćukurin, 2016). Izmjena tvari sa okolišem omogućena je perforacijama na obje polovice ljušture (Slika 2.). Kroz perforacije, dijatomeje uzimaju nutrijente i izbacuju tvari, a znanstvenicima koriste za determinaciju (Ćukurin, 2016). To je omogućeno velikom raznolikošću oblika, redoslijeda i veličina pora, pri čemu ih može biti nekoliko jednostavnih do brojnih specijaliziranih kompleksnih struktura kao što su costae i striae (Slika 3.). Costae su silikatna zadebljanja pravilno raspoređena na površini valve nekih dijatomeja. U živom materijalu ih je lako prepoznati, za razliku od nekih drugih oblika ornamentacije valve (www.landcareresearch.co.nz). Strije su nizovi sitnih pora koje su uočljive na živom i fiksiranom materijalu svjetlosnim mikroskopom (www.landcareresearch.co.nz). Valve su spojene obručima zvanim pleure i kopule (Slika 2.). Dvije valve nisu potpuno jednake veličine, jedna je nešto veća (epiteka) od druge (hipoteka) tako da tvore formaciju kao kutija i poklopac (Ćukurin, 2016) (Slika 1.). Tijekom vegetativnog razmnožavanja koje se odvija veći dio njihovog životnog ciklusa, stanica dijatomeje dijeli se mitotski (Ćukurin, 2016). Nova stanica se razvija sa svojom stjenkom unutar roditeljske stanice, a obzirom da se silikatne stjenke ne mogu proširivati, stanice kćeri su manje od roditeljskih (Bellinger i Sigee 2015). To se odvija prilikom svake sljedeće diobe. Epiteka je uvijek najstariji dio frustule jer i epiteka i hipoteka roditeljske stanice postaju epiteka stanice kćeri (Bellinger i Sigee 2015). Svoju originalnu veličinu mogu vratiti stvaranjem auksospora, posebnog tipa stanica koje se stvaraju spolnim ili nespolnim razmnožavanjem – oogamijom, izogamijom i partenogenetski (Ćukurin, 2016).



Slika 1. Građa dijatomeje gledano s pleuralne strane – skica.



Slika 2. Građa penatne dijatomeje s pleuralne strane – SEM. (Slika Gligora Udovič, M. i I. Kavre Piltaver., 2017)

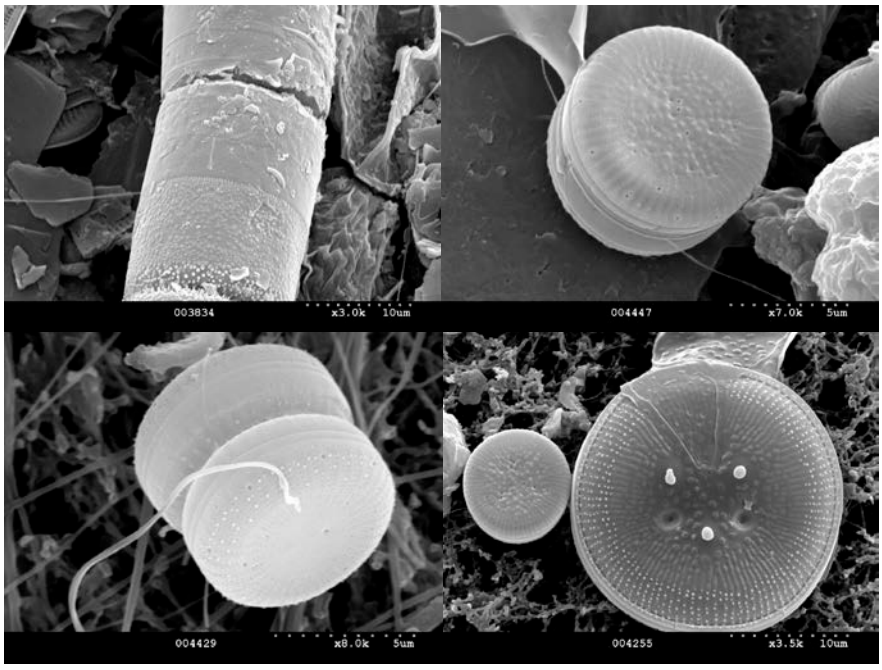


Slika 3. Građa: a.) penatene dijatomeje sa pleuralne i valvalne strane, naznačene costae i striae; b.) centrice s pleuralne strane. (Slika Gligora Udovič, M. i I. Kavre Piltaver., 2017)

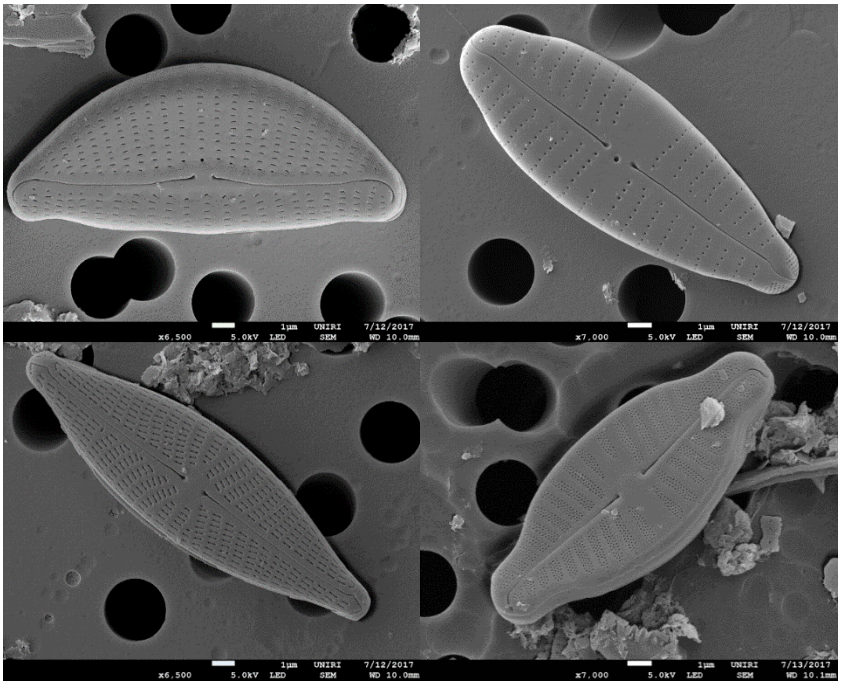
Unutar frustule je stančina membrana koja omeđuje citoplazmu sa organelima – jezgrom, kloroplastima, velikom vakuolom koja zauzima do 70% volumena stanice i Golgijevim aparatom sa vezikulima u kojima se taloži silicij (Ćukurin, 2016). Kloroplasti dijatomeja sadrže klorofil *a* i *c* (westerndiatoms.colorado.edu). Njihova distinktivna zlatno žuta boja dolazi od dodatnih pigmenata fukoksantina i beta karotena (westerndiatoms.colorado.edu). Dijatomeje skladište energiju dobivenu fotosintezom u obliku molekula krizolamarina i lipida (westerndiatoms.colorado.edu). Obzirom na visoku

produkciju lipida kod brojnih vrsta, raste interes za dijatomeje kao izvor biogoriva (westerndiatoms.colorado.edu). Njihova uloga u primarnoj produkciji je velika, sa doprinosom od 20 do 40% kisika na Zemlji (westerndiatoms.colorado.edu).

Dijatomeje se na temelju oblika stanice i morfologije frustule dijele u dvije skupine – Centriceae i Pennatae. Centriceae imaju diskoidalan ili cilindričan oblik sa radijalnom simetrijom koja nastaje zbog radijelane silifikacije iz centra stanice (Slika 4.). Pennatae su bilateralno simetrične i izdužene po jednoj osi, a naziv dobivaju jer nalikuju na perje (Bellinger i Sigee, 2015) (Slika 5.). Kod njih silifikacija kreće iz centralnog zadebljanja duž stanice kojeg nazivamo sternum. Osim oblika, Centriceae i Pennatae podijeljene su i drugim morfološkim te ekološkim svojstvima: pokretljivost, broj i oblik plastida, spolno razmnožavanje (Bellinger i Sigee, 2015). Centrice generalno pripadaju planktonskim organizmima. Kako bi osigurale mogućnost oplodnje u tako velikom i nestalnom okolišu, razvile su oogamiju sa dodatnom produkcijom velikog broja pokretnih muških rasplodnih stanica (Bellinger i Sigee, 2015). Nasuprot tome, Pennatae se gotovo uvijek razmnožavaju izogamijom producirajući dvije gamete bez bičeva od svake roditeljske stanice (Bellinger i Sigee, 2015). Kod njih je oplodnja, radi učinkovitosti sparivanja, potaknuta sparivanjem gameta roditeljske stanice prije formiranja gameta (Bellinger i Sigee, 2015).

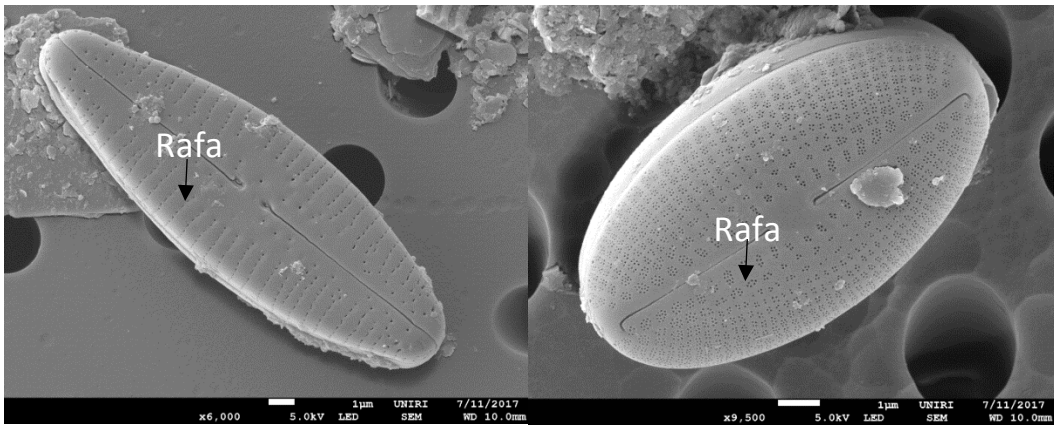


Slika 4. Centriceae. (Slika Gligora Udovič, M., 2017)



Slika 5. Pennatae. (Slika Gligora Udovič, M. i I. Kavre Piltaver., 2017)

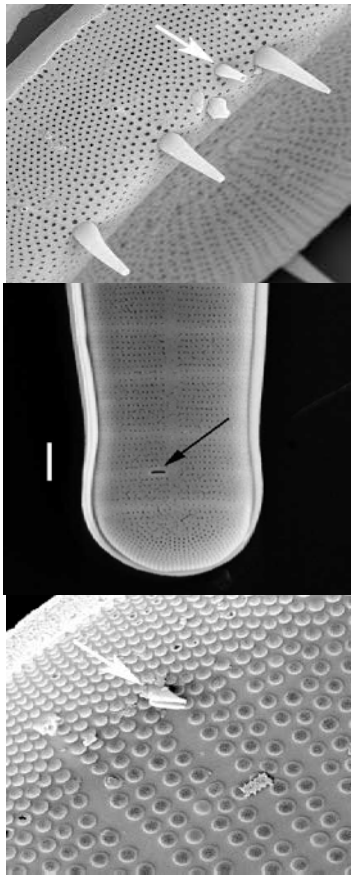
Fosilni i molekularni dokazi upućuju kako su se Centriceae razvile prije Pennatae, iz čega se zaključuje kako je izogamija ovih algi filogenetski izvedena iz oogamije. Naseljavanje i kretanje bentosom, penatnim dijatomejama omogućava žljebasti longitudinalni otvor frustule – rapha (Slika 6.). Sekrecija sluzi iz te najveće površinske strukture služi za kretanje na čvrstim površinama. Kod nekih dijatomeja kao što je *Nitzschia,* rafa je izdignuta od razine površine i tako bolje prianja na površinu po kojoj se kreće. Takve dijatomeje nastanjuju područja sa sitnim sedimentom i tekućicama sporog toka (Bellinger i Sigee, 2015).



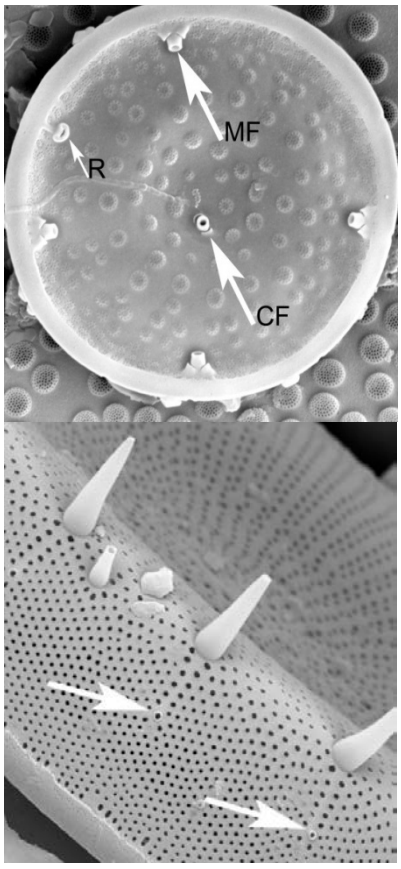
Slika 6. Pennatae sa označenim položajem raphe. (Slika Gligora Udovič, M. i I. Kavre Piltaver., 2017)

4.2. Centriceae

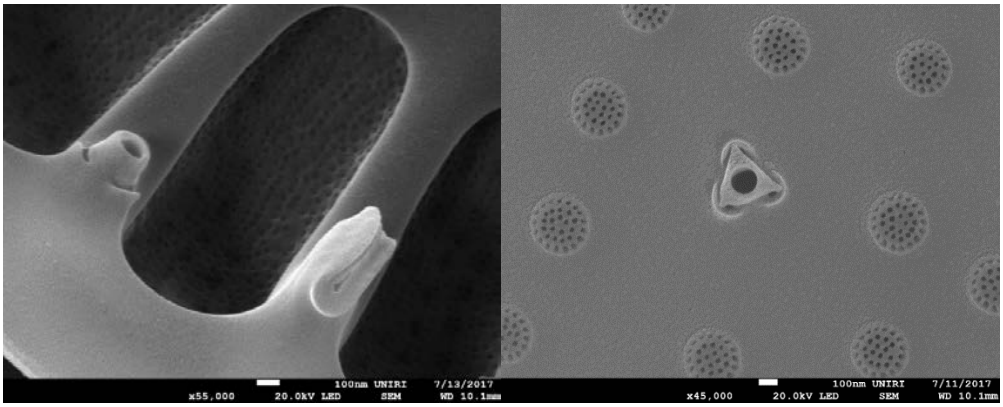
Centriceae su jedna od devet ne-evolucijskih umjetnih morfoloških kategorija (arafidne, eunotidne, simetrične birafidne, monorafidne, asimetrične birafidne, epitemoidne, nitzshcoidne i surireloidne dijatomeje) (westerndiatoms.colorado.edu) (Slika 10.). Morfološke karakteristike prema kojima se razlikuju od Pennatae su radijalna simetrija valvi, nedostatak sustava rafe i značajnije pokretljivosti, spolno razmnožavanje oogamijom. Pojedine vrste imaju strukture fultoportule i rimportule na valvama, što može biti obilježje distinkcije vrsta unutar roda (Nakov i sur., 2015) (Slika 9.). Rimoportule su tubularni oblici koji su ugrađeni u valvu. Sa unutrašnje strane valve, rimoportule izgledaju kao usne, a izvana kao cjevčica (westerndiatoms.colorado.edu) (Slika 7.). Fultoportule su tubularne strukture koje su kao i rimportule ugrađene u valvu (Slika 8.). Najčešće služi za sekreciju beta-hitina za održavanje plovnosti u planktonu (westerndiatoms.colorado.edu). Fultoportule su prisutne isključivo u redu centrica *Thalassiosirales* (Ćukurin, 2016).



Slika 7. Rimoportulae naznačene strelicama. (Preuzeto sa westerndiatoms.colorado.edu)



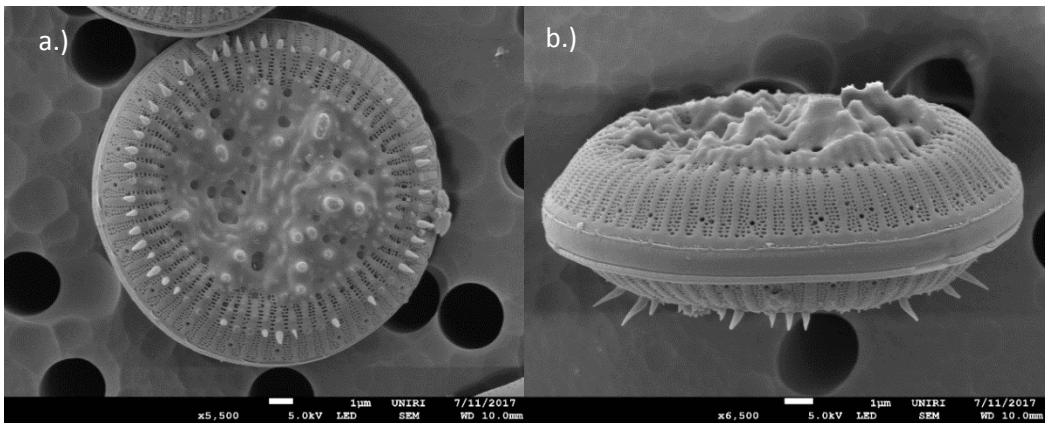
Slika 8. Fultoportulae naznačene strelicama. (Preuzeto sa westerndiatoms.colorado.edu)



Slika 9. a.) Marginalana fultoportula i rimoportula; b.) Centralna fultoportula s tri satelitske pore. (Slika Gligora Udovič, M. i I. Kavre Piltaver., 2017)

Još jedan tip perforacija su oceli koji se sastoje od sitnijih pora u skupinama okružene sa rubom koji nema pore (Ćukurin, 2016). Valve mogu imati raznolike dodatke kao što su bodlje, sete (strukture slične vlasi), rogove koji su šuplji ili ispunjeni, a koriste se kao poveznica između stanica kako bi stvorile lance kao pomoć u plutanju (Ćukurin, 2016).

Većina centrica su planktonske vrste prilagođene životu u dubljim vodama, što ukazuje na njihovu najveću bioraznolikost u oceanima (Ćukurin, 2016). Što se slatkovodnih okoliša tiče, prisutnost Centricaea je karakteristika europskih jezera posebice u proljeće, ali također dominantne su i brojne u velikim rijekama sporog toka od ranog proljeća do jeseni (Kiss i sur. 2012). Iz toga se potvrđuje njihova uloga primarnih producenata i indikatora kvalitete vode (Kiss i sur. 2012).



Slika 10. Centriceae s a.) valvalne i b.) pleuralne strane. (Slika Gligora Udovič, M. i I. Kavre Piltaver., 2017)

4. ROD *CYCLOTELLA*

4.1. Morfologija roda *Cyclotella sensu lato*

Stanice dijatomeja roda *Cyclotella* su kratke, oblika bubnja. Slobodno živuće su ili formiraju filamente, lance ili klastere ujedinjene galertastom organskom tvari. Ima brojne plastide diskoidalnog oblika. Većinom su slatkovodnog planktona. Valve su gotovo uvijek kružne, sa koncentričnom ili tangencijalnom undulacijom na površini. Redovi aereola šire se iz centra valve, postajući grupirani u snopove na vanjskoj strani, nastavljaju se bez prekida na rubu valve. Kod pojedinih vrsta aereole su nepravilno postavljene u centru valve. Fultoportule su prisutne u prstenu blizu margine valve i često su razbacane oko centra valve. Rimoportule su rijetke, nalaze se na rubovima centralnog područja (www.algaebase.org).

4.2. Taksonomija roda *Cyclotell*a *sensu lato*

Rod *Cyclotella* pripada porodici Stephanodiscaceae, redu Stephanodiscales, podrazredu Thalassiosirophycidae, razredu Coscinodiscophyceae, podkoljenu Bacillariophytina, koljenu Bacillariophyta, carstvu Chromista i domeni Eukaryota (www.algaebase.org).

Glavna morfološka distinkcijska obilježja roda su valve sa diferenciranom ornamentacijom između centralnog i marginalnog područja, zatim središnji dio ravan do tangencijalno unduliran i pojedinačne rimportule smještene na kosti (westerndiatoms.colorado.edu).

Rod *Cyclotella* prvi puta je opisana 1838. godine od strane francuskog znanstvenika Par M.A. de Brébissona (www.algaebase.org). Veliki doprinos znanjima o ovom rodu donio je Friedrich Hustedt, njemački dijatomolog koji je svoj hobi istraživanja dijatomeja razvio aktivno bavljenje znanošću opisavši 2000 taksonomskih skupina u svom radu od četrdesetih do šezdesetih godina prošlog stoljeća.

Smatra se da je *Cyclotella* taksonomski, ekološki i morfološki najraznolikiji rod slatkovodnih dijatomeja (Nakov i sur. 2015). Recentna istraživanja upućuju na razdvajanje roda *Cyclotella* na četiri nova roda: *Discostella*, *Tertiarius*, *Lindavia* i *Cyclotella sensu stricto* (Nakov i sur. 2015). Pored molekularnih, ključne morfološke razlike su pozicije rimoportula i fultoportula. *Cyclotella sensu stricto* imaju rimoportulu unutar prsrena marginalnih

fultoportula i lociranu na kosti. Kod roda *Discotella*, rimoportula je također locirana unutar prstena marginalnih fultoportula i oba tipa umetaka su smješteni između costa. Rod *Tertiarius* najčešće ima unutrašnji otvor rimoportule smješten lateralno na costae koja nosi fultoportule. *Lindavia* imaju unutrašnje i vanjske otvori rimoportula na licu valve (Nakov i sur., 2015). Prema navedenoj poziciji rimoportula kod roda *Lindavia*, u taj rod mogu pripadati vrste iz razvojnih linija *Cyclotella ocellata* i *C.bodanica* (Acs i sur., 2016). Morfološka i molekularna istraživanja pokazuju kako bi se „*Lindavia/Cyclotella ocellata* grupa“ mogla izdvojiti od roda *Lindavia* kao nezavisan rod. Molekularna istraživanja odnose se na filogenetsku analizu *rbcL* i 18S rDNA sekvenci. Distinktivna morfološka svojstva koja se pojavljuju su strije različitih duljina i središnji dio valve bez aereola (Acs i sur., 2016). Acs i sur. opisali su 2016. godine novi rod *Pantocsekiella* gen. nov. smatrajući kako mu pripadaju pojedine vrste roda *Lindavia.* Rod *Pantocsekiella* pripada porodici Stephanodiscaceae, redu Stephanodiscales, podrazredu Archaegladiopsophycidae i razredu Coscinodiscophyceae. Naziv je dobio prema Józsefu Pantocseku, mađarskom dijatomologu koji je prvi opisao vrstu *Cyclotella ocellata*. Vrste roda *Pantoscekiella* razlikuju se od *Cyclotella* u rasporedu marginalnih rimoportula i fultoportula. Rimoportule kod *Cyclotella* su jednake dužine, smještene su u prstenu marginalnih fultoportula te stria i costa. Vrste koje pripadaju rodu *Lindavia* razlikuju se od *Pantoscekiella* većinom u centralnom dijelu valve. *Lindavia* imaju aereole i kompleksne alveolarne strukture u centralnom dijelu, dok iste nisu zabilježene niti u jednoj vrsti koja bi pripadala rodovima *Pantoscekiella* ili *Cyclotella* (Acs i sur., 2016). Pored navedenih morfoloških razlika, rezultati molekularnih istraživanja Acs i sur. 2016. govore kako *Cyclotella ocellata* ne pripada rodovima *Cyclotella* niti *Punticulata*, čak niti jednom drugom utemeljenom rodu zbog velike genetičke udaljenosti. Prema tome predlažu da se odvoji u rod *Pantocsekiella* kao *typus generis* pod nazivom *Pantocsekiella ocellata* (PANTOCSEK) K.T. KISS et ÁCS, comb. nov. Osim genetičke odvojenosti, vrsta *Cyclotella* ili *Pantocsekiella ocellata* ima velik broj morfoloških „varijateta“ pa bi se mogao zvati i „skupom“ vrsta (Duleba i sur., 2015). Oblici koji su se pojavili prilikom analize uzoraka Visovačkog jezera na rijeci Krki u Republici Hrvatskoj u sklopu istraživanja 2015. godine su bili klasični „ocellata“ oblici, „trichonidea“ oblik sa lagano četvrtastim valvama te prijelazni oblici (Duleba i sur., 2015). Nakon analize parcijalnih sekvenci 18S rDNa i *rbcL* populacija *Cyclotella ocellata* u Visovačkom jezeru dobiveni su rezultati prema kojima su različiti oblici ista vrsta. Male razlike u genima pokazuju *C.comensis, C. pseudocomensis* i *C. costei.* Iz toga Duleba i sur. zaključuju kako su *C. ocellata* i *C. comensis* vrlo blisko srodne vrste koje su se tek nedavno odvojile od zajedničkog pretka.

4.3. Ekologija vrste roda *Cyclotella sensu lato*

Vrste roda *Cyclotella* većinom nastanjuju slatkovodne i litoralne okoliše, ali pojavljuju se i marinske vrste. Žive solitarno, u dužim ili kraćim i slobodnim lancima, ponekad zatvorene u mukozne ovoje. Uvelike se koriste u limnološkim i okolišnim studijama kao indikator uvjeta koji su prisutni u slatkovodnim ekosustavima – recentnim i paleolimnološkim. Dosadašnja istraživanja pokazuju kako se rod *Cyclotella* pojavio i naglo razvio tijekom kasnog miocen-pliocenskog razdoblja iz koja poznajemo 42 izumrla taksona te u pleistocenu 18 recentnih taksona. Razlike u veličini stanice i morfologiji u odnosu na klimatske promjene su također zabilježene. Valve postaju veće u toplim klimatskim epohama i manje u hladnijim (Ćukurin, 2016).

5. VRSTA *Cyclotella plitvicensis*

5.1. Friedrich Hustedt

C. plitvicensis prvi put je opisao Friedrich Hustedt 1945. godine u svome djelu *Diatomeen aus Seen und Quellgebieten der Balkan-Halbinsel*. On je prisustvovao na VII. Internacionalnom kongresu limnologa održanom 1934. godine u tadašnjoj Jugoslaviji. Tom je prilikom obišao Jugoslaviju u obliku terenskog rada i uzorkovao dijatomeje, najviše na obalama Ohridskog jezera, na Skadarskom jezeru, Plitvičkim jezerima i na izvorima Krke. Velik dio Balkanskog poluotoka (Albanija, Grčka) nije u ovoj raspravi uopće obrađivan, stoga se više odnosi na prostor Jugoslavije. Autor je terenskim radom zapisao 346 vrsta iz 39 porodica. Od toga je opisano 50 novih vrsta i 6 varijeteta. Hustedt je zabilježio kako se vrsta *Cyclotella plitvicensis* u Plitvičkim jezerima nalazi masovno. Oko 45 oblika ograničeno je samo na Plitvička jezera. Kao balkanske endeme autor je naveo: *Achnantes jakovljevići, Navícula balcánica, Navícula jakovljevići, Navícula mitis, Navícula mollicula, Caloñéis macedónica, Nitschia macedónica*. Od planktonskih endemskih oblika autor navodi vrstu *Cyclotella fotti* Hust. za Ohridsko jezero i *Cyclotella plitvicensis* Hust. za Plitvička jezera.

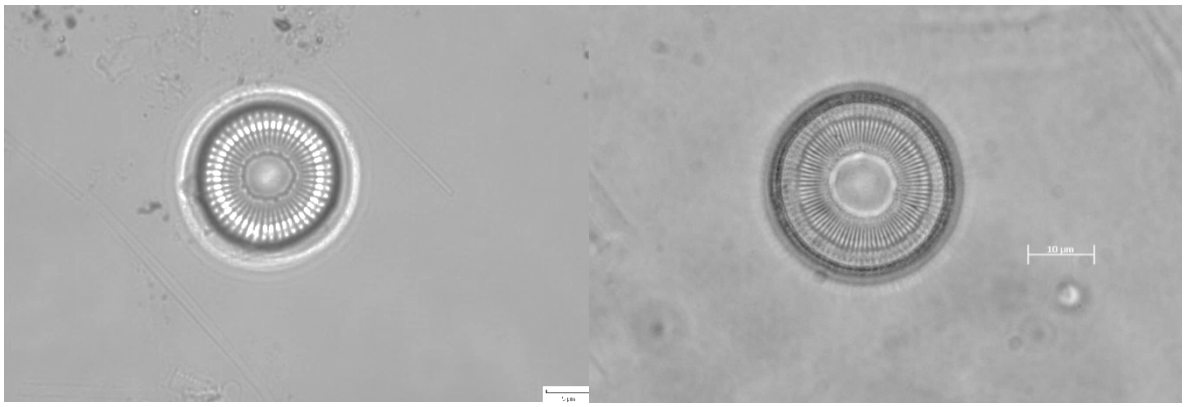
5.2. Taksonomija vrste *Cyclotella plitvicensis*

Carstvo: Eukaryota
Koljeno: Bacillariophyta
Potkoljeno: Bacillariophytina
Razred: Coscinodiscophyceae
Podrazed: Thalassiosirophycidae
Red: Stephanodiscales
Porodica: Stephanodiscaceae
Rod: *Cyclotella*
Vrsta: ***Cyclotella plitvicensis***

5.3. Morfologija vrste *Cyclotella plitvicensis*

Stanice su cilindrične i kružne promjera 10 do 40 μm u promjeru, pojedinačne. Strije su jednakih duljina, 9 do 12 njih u 10 μm zauzimajući dvije trećine promjera valve. Distinktivne marginalne fultoportule su smještene na svake dvije do tri koste. Fultoportule na vanjskoj strani valve imaju jednostavno otvaranje centralnom tubom sa tri satelitske pore (Slika 9.b.). Jedna rimoportula je smještena unutar prstena marginalnih fultoportula. Otvara se kao pravilna obla pukotina prema van, smještena na kosti. Na plaštu valve mogu se pojaviti nepravilno raspoređene sitne granule. Središnji dio valve je ravan, gladak sa vanjske strane ili sa jednom do nekoliko punctae koje ne prolaze kroz staničnu stijenku. Nema centralnih fultoportula. Marginalni i centralni dio su uočljivo razdvojeni. Pojas koji spaja dvije valve sastoji se od nekoliko kopula. (Houk i sur., 2010) Hustedt je zabilježio slična svojstva koja iznose Jerković i Agošton 1975. godine: „Valve imaju oštro ograničeni ulegnuti, ali ne valovit središnji dio sa 1/3 promjera čahure. Širok rubni dio, sa pravilnim radijalno raspoređenim prugama, istaknutim rebrima kojih je 8 do 10 na 10 μm. Blizu marginalnog dijela, valva ima liniju unutrašnjih otvora komora. Središnji dio prožet pojedinim rasutim točkama. Velik broj jedinki na Plitvičkim jezerima, stoga ih treba shvatiti kao endeme“. Submarginalna zona unutrašnje strane valve obilježena je sa 6 do 10 koncentrično raspoređenih komorica koje su izdužene radijalno. Otvori koji se nalaze na

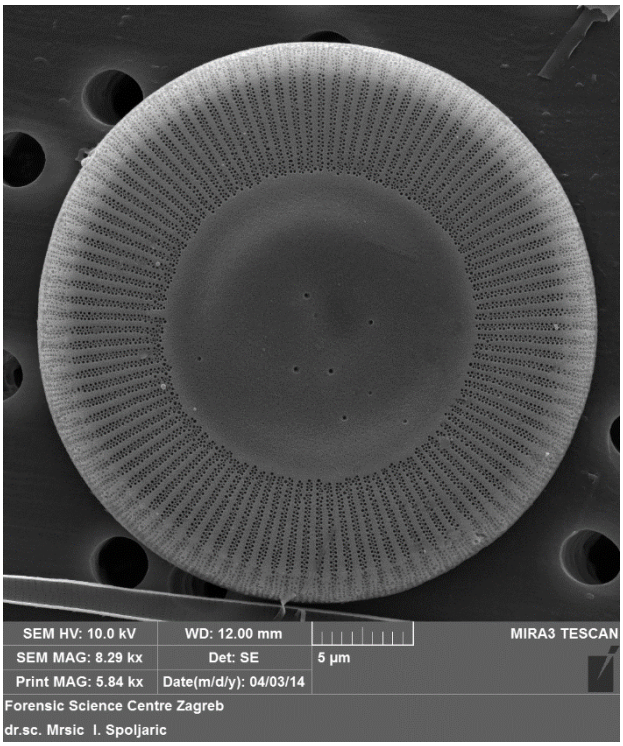
pregradama između komorica su unutrašnja strana organela, promjera 0,2 μm (Jerković i Agošton, 1975).



Slika 11. *Cyclotella plitvicensis*, iz a.) jezera Prošće i b.) jezera Kozjak. (Slika Gligora Udovič, M., 2017)

5.4. Ekologija vrste *Cyclotella plitvicensis*

Cyclotella plitvicensis (Slika 11.) pripada B kodi Reynoldsove podjele na funkcionalne grupe. Između grupa B i C nema jasne distinkcije u krškim jezerima kao što su Kozjak i Prošće zbog tipologije i trofičkog statusa jezera. Skupine u kojima prevladavaju vrste roda *Cyclotella* mogu se pronaći u termalno stratificiranim, visoko izoliranim vodenim stupcima sa kratkim vremenom retencije i dubinskim miješanjem. *C. plitvicensis* (Slika 12.) je vrsta sa visoko ograničenom ekološkom nišom. Plitvička jezera su prirodni fenomen 16 kaskadnih jezera pregrađenih sedrenim barijerama. Kozjak i Prošće su dva najveća jezera. *C. distinguenda* i *C. plitvicensis* su u bliskom srodstvu i morfološki slične vrste, ali se razlikuju prema obliku centralnog dijela valve koja je kod *C. distinguenda* transverzalno undulirana, dok je kod *C.plitvicensis* ravna, te brojem rimoportula kojih kod *C. distinguenda* ima minimalno jedna, a kod *C.plitvicensis* točno jedna. Obje vrste su pronađene u Prošćanskom jezeru (Gligora i sur. 2016). *C. plitvicensis* je vezana za visoko oligotrofna Plitvička jezera, dok je *C. distinguenda* kozmopolitska vrsta u oligo- i mezotrofnim jezerima (Huber i sur. 2007).



Slika 12. *Cyclotella plitvicensis*, Jezero Kozjak– SEM (Slika Gligora Udovič, M. i I. Špoljarić., 2017)

6. LITERATURA

Acs, E., Ari, E., Duleba, M., Dreßler, M., Genkal, S. I., & Kiss, K. T. 2016. *Pantocsekiella* a new centric diatom genus based on morphological and genetic studies. *Fottea*, 16(1), 56-78.

Bellinger, E. G., & Sigee, D. C. 2015. Diatoms. U: Freshwater algae: Identification and use as bioindicators. John Wiley & Sons, pp. 33-39.

Ćukurin A. 2016: Ecology of centric diatoms (Coscinodiscophyceae and Mediophyceae) in deep karstic lakes, Croatia. *Graduation Thesis*. Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 5-65.

Habdija i sur. 2011: Uvod. U: Protista – Protozoa Metazoa – Invertebrata. Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, pp. 11-14

Huber, K., Klee, R., Schmidt, R. 2007. Distribution and morphological variability of Cyclotella-taxa in the late glacial of Längsee (Austria). U *Proceedings of the 1st Central European Diatom Meeting* (pp. 59-62). Botanic Garden and Botanical Museum Berlin-Dahlem, Freie Universität Berlin.

Jerković, L., Agošton, Lj. 1976. Istraživanja čahurica endemične dijatomeje *Cyclotella plitvicensis*, pod svjetlosnim i elektronskim mikroskopom. *Acta Botanica Croatica* 35.1, 47-49

Kiss, K., Klee, R., Ector, L., & Acs, E. 2012. Centric diatoms of large rivers and tributaries in Hungary: morphology and biogeographic distribution. *Acta Botanica Croatica*, 71(2), 311-363.

Houk, V., Klee, R. & Tanaka, H. 2010. Atlas of freshwater centric diatoms with a brief key and descriptions. Part III. Stephanodiscaceae A: *Cyclotella, Tertiarius, Discostella*. *Fottea* 10 (Supplement): 1–498.

Duleba, M., Kiss, K.T., Földi, A., Kovács, J., Kralj Borojević, K., Molnár, L. F., Plenković-Moraj, A., Pohner, Z., Solak, C.N., Tóth B., Acs, E. 2015. Morphological and genetic variability of assemblages of *Cyclotella ocellata* Pantocsek/*C. comensis* Grunow complex (Bacillariophyta, Thalassiosirales), *Diatom Research*, 30:4, 283-306.

Nakov, T., Guillory, W., Julius, M., Theriot, E., & Alverson, A. 2015. Towards a phylogenetic classification of species belonging to the diatom genus *Cyclotella* (Bacillariophyceae): Transfer of species formerly placed in *Puncticulata, Handmannia, Pliocaenicus* and *Cyclotella* to the genus *Lindavia*. *Phytotaxa*, 217(3), 249-264.

Udovič, M. G., Cvetkoska, A., Žutinić, P., Bosak, S., Stanković, I., Špoljarić, I., ... & Plenković-Moraj, A. 2016. Defining centric diatoms of most relevant phytoplankton functional groups in deep karst lakes. *Hydrobiologia*, 788(1), 169-191.

Yoon, H. S., Hackett, J. D., Ciniglia, C., Pinto, G., & Bhattacharya, D. 2004. A molecular timeline for the origin of photosynthetic eukaryotes. *Molecular biology and evolution*, *21*(5), 809-818.

http://www.algaebase.org/search/genus/detail/?genus_id=u8a7acdb8afbce4ca&-session=abv4:AC1F26E5113d9230BAIGD65D28A0

http://westerndiatoms.colorado.edu/about/what_are_diatoms

http://westerndiatoms.colorado.edu/glossary/term/rimoportula

http://westerndiatoms.colorado.edu/taxa/genus/Cyclotella

http://www.algaebase.org/search/genus/detail/?genus_id=B8a7acdb8afbce4ca&-session=abv4:AC1F0BCA1163136076wW9E17D7E0

https://en.wikipedia.org/wiki/Friedrich_Hustedt

http://www.landcareresearch.co.nz/resources/identification/algae/identification-guide/identify/guide/glossary-items/costae

7. SAŽETAK

Dijatomeje (Bacillariophyceae) su jednostanični, autotrofni eukarioti vodenih staništa. Primarna ulogu imaju u fotosintezi. Omogućile su stvaranje atmosfere u geološkoj prošlosti. Dijele se u 258 rodova. Rod *Cyclotella* je taksonomski, ekološki i morfološki najraznolikiji rod slatkovodnih planktonskih dijatomeja. Prema sistematskoj podjeli razlikujemo pet rodova unutar roda *Cyclotella sensu lato* i to: *Discostella, Cyclotella sensu stricto, Lindavia, Tertiarius* te novo popisani rod *Pantocsekiella*. Vrsta *Cyclotella plitvicensis* je karakteristična vrsta za Plitvičkih jezera. Opisao ju je Hustedt 1945. godine. Morfološki i filogenetski bliska je kozmopolitskoj vrsti *Cyclotella distinguenda*, tipskoj vrsti roda *Cyclotella*.

8. SUMMARY

Diatoms (Bacillariophyceae) are unicellular, autotrophic eukaryotes in freshwater or marine environments. Through photosynthesis they established the atmosphere billions of years ago. Diatoms are divided in 258 genera. Genus Cyclotella is ecologically, morphologically and taxonomically, the most diverse genus of freshwater diatoms. Most recent taxonomy implies dividing genus *Cyclotella* sensu lato into five genera: *Discostella, Cyclotella sensu stricto, Lindavia, Tertiarius* i *Pantocsekiella. Cyclotella plitvicensis* is an c species that can be found commonly in Plitvice Lakes. It was first described by Hustedt in 1945. Morphologically and phylogenetically *C.plitvicensis* is similar to the cosmopolitan, type species, *Cyclotella distinguenda.*