

# Fitoplankton eksremnih staništa, primjer Rogozničkog jezera

---

Pozojević, Ivana

Undergraduate thesis / Završni rad

2010

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:217:026064>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-17**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO – MATEMATIČKI FAKULTET  
BIOLOŠKI ODSJEK**

**FITOPLANKTON EKSREMNIH STANIŠTA,  
PRIMJER ROGOZNIČKOG JEZERA**

**PHYTOPLANKTON OF EXTREME HABITATS,  
EXAMPLE OF THE ROGOZNICA LAKE**

**SEMINARSKI RAD**

Ivana Pozojević  
Preddiplomski studij biologije  
(Undergraduate Study of Biology)  
Mentor: doc. dr. sc. Zrinka Ljubešić

Zagreb, 2010.

## Sadržaj

|                                               |    |
|-----------------------------------------------|----|
| Uvod .....                                    | 2  |
| Cilj rada .....                               | 2  |
| Položaj fitoplanktona u živom svijetu .....   | 2  |
| Osnovne karakteristike .....                  | 2  |
| Morfološke karakteristike.....                | 3  |
| Taksonomija fitoplanktona .....               | 4  |
| Rogozničko jezero .....                       | 5  |
| Fizikalno-kemijske karakteristike jezera..... | 6  |
| Salinitet.....                                | 6  |
| Temperatura.....                              | 6  |
| Saturacija kisikom .....                      | 7  |
| Fitoplankton u jezeru.....                    | 7  |
| Masovno odumiranje 1997.....                  | 9  |
| Pojava rijetkih mikroflagelata u jezeru ..... | 11 |
| Literatura .....                              | 12 |
| Sažetak .....                                 | 13 |
| Summary .....                                 | 13 |

## Uvod

### Cilj rada

Cilj ovog rada je opisati sukcesiju fitoplanktonske zajednice u ekstremnim ekološkim uvjetima, na primjeru Rogozničkog jezera. Govorit ćemo o fitoplanktonu, njegovom kvalitativnom i kvantitativnom sastavu, kao i o sukcesiji fitoplanktonske zajednice kao rezultat posebnih ekoloških uvijeta. Mala površina Rogozničkog jezera čini ga ranjivim i osjetljivim na klimatske, tektonske i antropogene promjene. Kao rezultat tih poremećaja u jezeru je česta pojava hipoksije, odnosno anoksije, koja za posljedicu ima odumiranje većeg dijela životne zajednice jezera. Kroz kontinuirano praćenje taksonomskog sastava, te fizikalno-kemijske uvjete dobivamo širu sliku biološko-kemijskih parametara koji određuju ekstremno stanište- meromiktičko, hipoksično, slano jezero.

### Položaj fitoplanktona u živom svijetu

Pod pojmom plankton, općenito, svrstavamo najheterogeniju skupinu živog svijeta. Svrstavanje nekog taksona u plankton bazira se isključivo na svojstvu organizma da se pasivno pokreće unutar stupca vode, tj. da nema mogućnost opiranja vodenim strujama. U njegov sastav ulaze bakterije (bakterioplankton) i virusi (virioplankton) različiti ličinački i adultni stadiji životinja (zooplankton). Kao npr. ličinke rakova, bodljikaša, žarnjaka... i adultni oblici kao rebraši, kolnjaci, ali čak i višemeterski primjerci meduza. Obzirom na veličinu raspoložemo vrijednostima u rasponu od nekoliko pikometara (virusi) do nekoliko metra (meduze).

U fitoplankton svrstavamo autotrofne i miksotrofne protiste. Protista su heterogena skupina organizma koja ne tvore tkiva. Fitoplanktonski protista su jednostanični mikroorganizmi koji mogu živjeti pojedinačno ili kao kolonijalni oblici. Fitoplankton također obuhvaća i gamete i vegetativne stanice višestaničnih algi, te autotrofne cijanobakterije.

### Osnovne karakteristike

Zajednička karakteristika svih skupina koje spadaju u fitoplankton je djelomična ili potpuna autotrofija. Sve alge sadrže fotosintetski pigment klorofil a, te pomoćne pigmente koji služe kao kolektori svjetlosti(antene) koji prenose energiju do reakcijskog središta. Kao i biljke, alge posjeduju organele u kojima se nalaze razni fotosintetski pigmenti - plastidi. Oni su, kao i pigmenti u njima, često važno determinacijsko svojstvo. U cijanobakterijama nema organela jer u prokariota još nije došlo do subcelularne kompartmentizacije, stoga one ne posjeduju plastide. Pigmenti su u njima raspršeni u citoplazmi.

Fitoplankton veličine između 0,2 – 2  $\mu\text{m}$  pripada pikoplanktonu. Od 2 $\mu\text{m}$  do 20 $\mu\text{m}$  u skupinu nano(fito)planktona, a od 20 $\mu\text{m}$  nadalje u skupinu mikro(fito)planktona.

## Morfološke karakteristike

### *Cijanobakterije*

Kao što smo već naglasili, u skupinu fitoplanktona pripadaju i cijanobakterije. One se drastično razlikuju od ostalih pripadnika skupina koji pripadaju carstvu protista. Cijanobakteije pripadaju carstvu monera, ali su prokarioti što znači da nemaju diferenciranu jezgru kao ni ostale organele. Njihov genetički materijal, ribosomi, enzimi itd. slobodno su disperzirani unutar granica stanične stijenke. Na raspršenim tilakoidnim membranama nalazimo fikobilosome – proteinske strukture koje sadrže pigmente fikobiline. Smatra se da su plastidi nastali endosimbiozom cijanobakterija u eukariotsku stanicu. U prilog toj teoriji idu slični sistemi redukcije ugljikovih spojeva putem fotosinteze.

### *Protista*

Fotosintetski protista mogu biti pojedinačni, u kolonijama ili nakupinama stanica(koje ne formiraju tkiva). Mogu biti autotrofni, što znači da sami stvaraju hranu reducirajući ugljikove spojeve, ili miksotrofni organizmi što znači da u određenim uvjetima, uz fotosintezu, uzimaju i gotove spojeve (ili organizme) iz okoliša.

Stanice protista imaju nekoliko specifičnih tvorbi koje služe pri determinaciji.

Npr tjelesni pokrovi: „Gola“ plazmalema je najjednostavniji oblik pokrova, ona je stanična membrana. Stanična stijenka je višeslojna čvršća struktura. Veliki broj skupina ima različite oblike i brojeve bičeva i trepeteljki na plazmalemi. Neke skupine posjeduju periplast - dodatni plazmatski sloj oko plazmaleme dok neke imaju čak i ljuske anorganskog(silikatnog) ili organskog podrijetla( $\text{CaCO}_3$ )

Plastidi su organeli s vlastitom DNA i dvostrukom membranom, te s mogućnošću nezavisne diobe. Najvjerojatnije su nastali endosimbiozom s cijanobakterijom. Postoje više vrsta plastida od kojih su najpoznatiji kloroplasti. U njihovoj unutrašnjosti nalazi se kompleks membrana zvanih tilakoidi na kojima nalazimo fotosintetske pigmente za iskorištenje svjetlosne energije kao što su klorofil a, klorofil b (samo u eukariota),  $\beta$  karoten i dr. Crvene alge (Rodophyta) imaju plastide rodoplaste koji uz klorofil, sadrže pigmente fikobiline i karotenoide.

## Taksonomija fitoplanktona

Opisani su najčešći i najbrojniji taksoni pronađeni u Rogozničkom jezeru:

**Carstvo:**Protoctysta

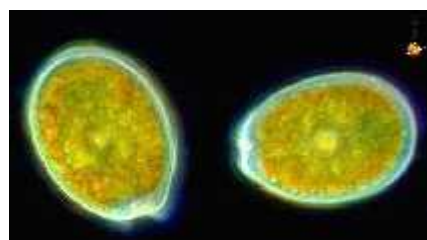
**Odjel:**Dinophyta

**Razred:**Dynophyceae

Dinoflagelati su uz dijatomeje najvažniji predstavnici fitoplanktona zbog brojnosti i široke rasprostranjenosti vrsta. Stanicu obavija amfijejma ili teka koja je građena od dvije ili više celuloznih ploča. Vrste bez amfijejme imaju periplast i plazmalemu te se zovu atekatne. Kroz celulozne ploče prolaze brojne pore trihocista. Celulozne ploče su glavni element determinacije ovih algi. Dinophyta su miksotrofni i heterotrofni organizmi. Većina migrira na dnevnoj bazi i to vertikalno prema dnu noću gdje se hrane sedimentiranim nutrijentima i, prema površini danju gdje fotosintetiziraju. U Rogozničkom jezeru nalazimo pripadnike rodova *Scrippsiella*, *Glenodinium*, *Gyrodinium*, *Diplopsalis*, te *Ceratium* (Slika1) i *Prorocentrum* (Slika 2) i dr. (Burić i sur., 2009).



Slika1:*Ceratium furca*(Ehrenb) Claparede

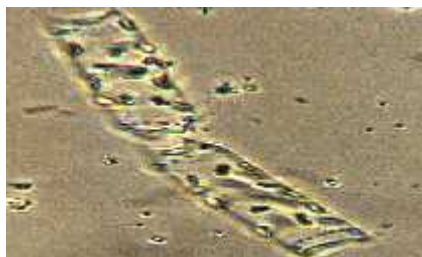


Slika2:*Prorocentrum arcuatum* Issel

**Odjel:**Chrysophyta

**Razred:** Diatomeae

Poznatije pod nazivom alge kremenjašice, Diatomeae (ili Bacillariophyceae) velika je skupina s karakterističnim periplastom modificiranim u dvodjelnu (od dvije valve) kremenu „kućicu“ zvanu *frustulum*. Valve (ili teke) poput kutije zatvaraju stanice, a je njihov oblik glavni način determinacije ovih algi. Kremenjašice su uglavnom autotrofne, rijede miksotrofne i dijele se u dva glavna reda: Pennales (bilateralno simetrični) i Centrales (radijalno simetrični). U Rogozničkom jezeru nalazimo pripadnike rodova *Ceratulina* (Slika 3), *Chaetoceros*, *Dactiliosolen* i dr. iz reda Centrales, te pripadnike rodova *Nitzschia* (Slika 4), *Pleurosygma*, *Striatella* i dr. iz reda Pennales (Burić i sur.,2009).



3: *Ceratulina pelagica* Hendey

Slika



Slika 4: *Nitzschia* sp.

### Red: Ebriales

Ovaj taksonomski nesvrstan red obuhvaća dva roda *Hermesinum* i *Ebria*. Oni su heterotrofni flagelati s unutrašnjim silicijevim skeletom (Viličić, 2002). Nekada su zbog sličnosti bili svrstani u dinoflagelate, no danas ih se uglavnom ubraja u nesvrstanu skupinu Incertae sedis. U Rogozničkom jezeru nalazimo u velikoj abundanciji vrstu *Hermesinum adriaticum* Zacharis, rijetku algu u Jadranskom moru (Burić i sur., 2009).

### Rogozničko jezero

Rogozničko jezero (Slika 5) je malo krško jezero koje se nalazi na poluotoku Gradine kraj naselja Rogoznica. Nastalo je kada se krška jama dubine 15 metara i površine 5300 četvornih metara počela puniti morem iz okoline preko pukotina i podzemnih prolaza u stijenama vapnenca i dolomita. U jezeru rijetko dolazi do miješanja slojeva u stupcu vode. Uzrok tomu je slab protok, tj. pritok morske vode iz okolnoga mora i to što je jezero smješteno u kotlini koja ga štiti od vjetra. Takvo jezero zovemo meromiktičko što upućuje na stanje stalne kemijske stratifikacije. (Ciglencečki i sur., 1996.)



Slika 5: Rogozničko jezero

Jezero je ekstremno stanište jer je slano, s malo strujanja i promjena u plimi i oseki što ga čini nepovoljnim za mnoge organizme jer nema stalan pritok hranjivih soli, niti miješanja stupca vode. Meromiksija rezultira povremenom anoksijom i akumulacijom hranjivih soli u pridnom sloju. Iz tih razloga u njemu

se razvijaju sumporne bakterije, mali broj vrsta fitoplanktona i malobrojni beskralješnjaci. (Bura-Nakić i sur., 2007.)

Na jezeru su provedena mnogobrojna istraživanja zbog ponavljajućeg fenomena zvanog „Zmajevo oko“ kada jezerska voda poprimi bijelu boju. Uzrok tomu je izdizanje sumporovodika iz dubinskih, anoksičnih dijelova jezera (stalni anoksični uvjeti prisutni su samo ispod 13 metara dubine) prilikom djelovanja jakih atmosferilija ili antropogenih utjecaja. Odsustvo kisika dovodi do masovnog odumiranja planktonskih i bentoskih organizama.

U zimskim mjesecima dolazi do miješanja vodenog stupca bez pojave anoksije. Do te pojave dolazi zbog hlađenja površinskog sloja, koji potom postaje teži, te pada na dno i tom prilikom izdiže ostale slojeve. Važno je napomenuti kako je taj proces postepen i dugotrajan, te zato ne uzrokuje izdizanje sumporovih spojeva i anoksiju. Miješanje u stupcu vode pod izravnim je utjecajem meteoroloških uvjeta (Romero i Melack, 1996.).

## Fizikalno-kemijske karakteristike jezera

### Salinitet

Salinitet jezera kreće se između 22 i 37 (ovisno o godišnjem dobu), dok okolno more ima mnogo stabilnije vrijednosti oko 36 do 38. U jezeru je salinitet smanjen zbog inače neznatnih, ali s obzirom na malu površinu jezera, itekako važnih oborina (Slika 5). Tipično je slano jezero smješteno u hidrološki zatvorenom bazenu. U takvim bazenima ravnoteža između unosa slatke vode i evaporacije određuje promjene u rasponu saliniteta i stabilnosti vodenog stupca (Romero i Melack, 1996.). U mediju u kojem je salinitet tako promjenjiv kao što je u Rogozničkom jezeru, najbolje uspijevaju eurihalične vrste fitoplantona. Važno je napomenuti i to da su temperatura i salinitet stabilniji ispod dubine od 7 m, tako da tu mjesto nalaze i neke rijetke vrste planktona. (Ciglencčki i sur., 2004.)



Slika 5.:Godišnje fluktuacije saliniteta

### Temperatura

Kako je već spomenuto, mala površina jezera čini ga izuzetno podložnim različitim klimatskim procesima. Tako i njegova temperatura varira znatnije od one mora i ima veće amplitude i u ljetnim i u zimskim mjesecima. Tako jezero

svoj maksimum doseže u ljetnim mjesecima kada je temperatura vode čak i 29°C, dok more u istom razdoblju ima maksimum od 25°C. U zimskim mjesecima temperatura jezera pada do 7°C, dok more ostaje na viših 12°C (Bura-Nakić i sur., 2007.). Za fotosintezu fitoplanktona optimalna je temperatura od 10-20°C, stoga i temperatura jezera ga čini ekstremnim staništem za fitoplankton jer izlazi iz optimalnog segmenta.

### Saturacija kisikom

Prosječno zasićenje kisikom iznosi oko 70%, a anoksični uvjeti javljaju se na dubinama većim od deset metara (Bura-Nakić i sur., 2007.). Kisik je u procesu staničnog disanja krajnji akceptor elektrona. U anoksičnim uvjetima nema tog procesa i ovdje ni jedna vrsta planktona ne uspijeva osim bakterija. One u tim uvjetima umjesto kisika koriste akceptore dobivene razgradnjom organske tvari. Tako u anoksičnim masovnim odumiranjima strada sav plankton osim bakterioplanktona.

## Fitoplankton u jezeru

Rogozničko jezero sadrži oko 14 rodova Protoctysta iz 3 razreda, od kojih su najzastupljeniji razredi Dinophyceae i Diatomeae te nekoliko pripadnika razreda Chlorophyceae. Kroz 2004. i 2005. godinu mjerena je abundancija svih ovih taksona (Tablica 1, 2 i 3):

**Tablica 1: Vrste i broj Dinophyta u Rogozničkom jezeru (Kratki opis prilagođen prema Viličić 2002)**

| Takson                                    | Kratki opis                                        | Abundancija stanica x L <sup>-1</sup> |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Odjel: Dinophyta                          |                                                    |                                       |
| Razred: Dinophyceae                       |                                                    |                                       |
| Ceratium furca (Ehrenb.) Grunow et Grunow | Široko rasprostranjene vrste s trokutastom         | 65838                                 |
| Ceratium tripos (Muell.) Grunow           | epitekom i tri duga apikalna nastavka              | 380                                   |
| Diplopsalis kompleks                      | Plosnata stanica s izduženim sulkusnim rubom       | 760                                   |
| Gymnodinium simplex Koef. et Grunow       | Netekadne stanice različite veličine i oblika koje | 190                                   |
| Gymnodinium sp.                           | imaju cingul na ventralnoj strani stanice          | 758                                   |
| Gyrodinium fusiforme Kof. et Grunow       | Netekadne stanice s cingulom pomaknutim za         | 2660                                  |
| Gyrodinium sp.                            | više od petine dužine stanice.                     | 210998                                |
| Hermesinium adriaticum Zacharias          | Skelet je nesimetričan i izdužen od triju          | 2280                                  |
| Scrippsiella sp.                          | ogranaka                                           | 1420                                  |
| Protoperidium sp.                         | Stvara vapnenačke aplanospore.                     | 1140                                  |
| Razred: Desmophyceae                      |                                                    |                                       |
| Prorocentrum arcuatum Issel               | Tekadne stanice. Nemaju plastide-heterotrofi.      | 4560                                  |
| UKUPNO:                                   |                                                    | 290984                                |

**Tablica 2: Vrste i broj jedinki reda Centrales u Rogozničkom jezeru (Kratki opis prilagođen prema Viličić 2002)**

| Takson                              | Kratki opis                                         | Abundancija stanica x L <sup>-1</sup> |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Odjel: Chrisophyta                  |                                                     |                                       |
| Razred: Diatomeae                   |                                                     |                                       |
| Red: Centrales                      |                                                     |                                       |
| Cerataulina pelagica (cleve) Hendey | Stanice međusobno spojene rimoportulama.            | 482812                                |
| Chaetoceros compressus Laud.        | Svaka valva na apikalnom dijelu nosi po dvije       | 1121989                               |
| Chaetoceros curvisetus Cleve        | sete. Stanice su najčešće povezane u lance.         | 974402                                |
| Chaetoceros danicus Cleve           | Imaju karakteristične statospore.                   | 112532                                |
| Dactyliosolen fragilissimus Hasle   | Stanice su ravne i često u lancima                  | 432043                                |
| Guinardia striata (Stolter.) Hasle  | Ravne ili zakrivljene stanice u lancima.            | 27433                                 |
| Leptocylindrus danicus Cleve        | Stanice slabo silificirane, povezane u ravne lance. | 311633                                |
| UKUPNO:                             |                                                     | 3462844                               |

**Tablica 3: Vrste i broj jedinki reda Pennales u Rogozničkom jezeru (Kratki opis prilagođen prema Viličić 2002)**

| Takson                                  | Kratki opis                                    | Abundancija stanica x L <sup>-1</sup> |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Odjel: Chrisophyta                      |                                                |                                       |
| Razred: Diatomeae                       |                                                |                                       |
| Red: Pennales                           |                                                |                                       |
| Licmophora sp.                          | Heteropolarne stanice, pričvršćene za podlogu. | 3040                                  |
| Nitzschia longissima (Brébisson) Ralfs  | Stanice s dugim, ravnim nastavcima.            | 4260                                  |
| Pleurosygma sp.                         | Plosnate stanice sigmoidalnih valvi.           | 380                                   |
| Pseudo-nitzschia sp.                    | Potencijalno toksične vrste- domoična kiselina | 622945                                |
| Striatella unipunctata (Lyngbye) Agardh | Plosnate stanice povezane u lance. Epifit.     | 190                                   |
| Thalassionema nitzchioides Grun.        | Stanice su ravne u dugim kolonijama.           | 380                                   |
| UKUPNO:                                 |                                                | 631195                                |

Razred Chlorophyceae broji 241140 jedinki u litri uzorka, dok svi ostali do sada nenabrojeni taksoni broje 167399 jedinki. Ukupno gledano statistika je sljedeća(Tablica 4.):

Tablica 4:Zastupljenost svojti fitoplanktona u Rogozničkom jezeru:

| Takson        | Stanica u L | Postotak |
|---------------|-------------|----------|
| Dinophyceae   | 290984      | 6,07     |
| Pennales      | 631195      | 13,17    |
| Centrales     | 3462844     | 72,24    |
| Chlorophyceae | 241140      | 5,03     |
| Ostali        | 167399      | 3,49     |
| Ukupno:       | 4793562     | 100      |

Uvjerljivo najveći postotak jedinki čine Diatomeae. Sa svojim redovima Pennales i Centrales, Diatomeae čine više od 75% ukupnog broja jedinki što ukazuje na veliku prilagodljivost i dokaz je euritermičnosti i eurihaličnosti ovog razreda.

Ova očita predominacija dijatomeja (oko  $10^6$  stanica/L) nad dinoflagelatima (oko  $10^4$  stanica/L) uočena je u razdoblju nakon 2001. godine. Prije toga vrijednosti su se kretale oko  $4 \times 10^5$  za dijatomeje, te oko  $2 \times 10^5$  za dinoflagelate (Burić i sur.,2009.).

Povećana brojčana premoć dijatomeja, prepostavlja se, uzrokovana je promjenama u kemijskom sastavu, te prosječnim temperaturama i smanjenju saliniteta jezera. Prosječna temperaturna razlika između površinskog i pridnenog sloja je povećana. Tako je prosječna površinska temperatura veća za  $0,2^\circ\text{C}$  (sa  $19,5^\circ\text{C}$  povećala se na  $19,7^\circ\text{C}$ ), a pridnena manja za  $0,4^\circ\text{C}$  (sa  $18,2$  na  $17,8$ ). Ove pojave idu u prilog dijatomejama, opet zbog njihove velike moći prilagodbe (Bura-Nakić i sur., 2007.).

## Masovno odumiranje 1997.

Kada, u normalnim uvjetima meromiktičko, Rogozničko jezero postane holomiktičko (mješanje svih slojeva vodenog stupca), dolazi do anoksije cijelog vodenog stupca, te do masovnog odumiranja gotovo svih organizama (Barić i sur.,2003.). Razlaganje organizama dovelo je do povećanja razine anorganskog dušika i fosfora. Dva tjedana nakon pojave anoksije u cijelom stupcu vode, dolazi do postepenog obnavljanja planktonskog života. Prvi se pojavljuju mikroflagelati u području veće koncentracije amonijaka. Pojavom nitrata javlja se i veći fitoplankton; dijatomeje i dinoflagelati. Postepeno obnavljanje živog svijeta potpuno je nakon godinu dana kada je populacija fitoplanktona jednaka onoj prije anoksije (Barić i sur.,2003). Anoksija se dogodila krajem rujna 1997.godine. Od tada nadalje pratimo različite rezultate uzorkovanja(Tablica 5):

Tablica 5: Abundancija fitoplanktonskih svojti u različitim periodima uzorkovanja nakon pojave anoksije u rujnu 1997.

|                             | 1.10.1997 | 14.10.1997 | 21.11.1997.       | rujan 1998.       |
|-----------------------------|-----------|------------|-------------------|-------------------|
| <b>DIATOMEAE</b>            |           |            |                   |                   |
| Chaetoceros affinis         | -         | -          | -                 | $2,5 \times 10^4$ |
| Coscinodiscus lineatus      | -         | -          | $10^4$            | -                 |
| Pennatae spp.               | $10^3$    | -          | $8,3 \times 10^3$ | $10^6$            |
| Thalassionema nitzschioides | -         | -          | -                 | -                 |
| Thalassionema decipiens     | -         | -          | $10^5$            | -                 |
| Thalassionema rotula        | -         | -          | $2,5 \times 10^5$ | -                 |
| <b>DINOFLAGELLATAE</b>      |           |            |                   |                   |
| Dinoflagellatae spp.        | -         | -          | $6,5 \times 10^4$ | $1,3 \times 10^5$ |
| Katodinium rotundatum       | -         | -          | -                 | -                 |
| Prorocentrum arcuatum       | -         | -          | $2,5 \times 10^4$ | $2,1 \times 10^5$ |
| Coccolithophoridae spp.     | -         | -          | -                 | $1,7 \times 10^4$ |
| Microflagellatae spp.       | -         | $10^6$     | -                 | $1,7 \times 10^4$ |

Osim navedenih taksona, u rujnu 1998. dolazi do pojave velikog broja, do sada neprimijećenih u jezeru, jedinki vrste *Hermesinum adriaticum*, čak  $8,3 \times 10^4$  jedinki po jedinici litre (Burić i sur., 2009.).

Ovaj brzi oporavak planktonske zajednice Rogozničkog jezera uzrokovan je uskom povezanošću fizikalno-kemijskih parametara s abundancijom planktona. Zajednica mikroflagelata koja se razvila već dva tjedna nakon anoksije koristi veliku količinu novonastalog amonijaka. Te male fitoplanktonske vrste imale su veliku ulogu u oksigenaciji vodenog stupca jezera prilikom čega raste koncentracija nitritnih spojeva (smanjivanjem koncentracije amonijaka) koji opet pogoduju razvoju većih planktonskih vrsta kao Diatomeae i Dinoflagellatae (Barić i sur., 2003.). Promjena u sastavu i brojnosti fitoplanktona uzrokovala je i promjenu svojstva prisutne organske tvari. Smanjena je koncentracija površinski aktivnih tvari (PAT) za 37% u odnosu na ispitivanja prije 2001. godine (Bura-Nakić i sur., 2007.).

## Pojava rijetkih mikroflagelata u jezeru

***Prorocentrum arcuatum* Issel** je rijetki fotosintetski dinoflagelat kojeg nalazimo u Rogozničkom jezeru i nigdje drugdje u Jadranskom moru (Burić i sur., 2009.).

***Hermesium adriaticum* Zaharis** pripada rodu *Hermesinum* čija taksonomska pripadnost nije sigurna unutar odjela *Ebriales*. Ona je heterotrof s unutrašnjim silicijevim skeletom (Viličić, 2002).

Utvrđeno je da je pojava *P.arcuatum* i *H.adriaticum* sezonska, i to prilikom sukcesije planktona u ljetnim mjesecima kada je karakteristična mala koncentracija nitrata. Alga kodominantna *H.adriaticum*, dijatomeja *Chaetocerus curvisetus* Cleve, maksimum svoje abundancije postiže u proljeće kada je koncentracija nitrata veća. Pretpostavlja se da *P.arcuatum* i *H.adriaticum* kao nutrijente koriste suspendirane organske čestice, te je otkriveno kako stanice alge *P.arcuatum* obiluju endosimbiontima (najvjerojatnije cijanobakterije koje im osiguravaju dodatne nutrijente). Ovaj komenzalizam mogao bi biti uzrok uspješnosti ove, inače rijetke, alge u Rogozničkom jezeru (Burić i sur., 2009.).

## Literatura

- Barić A., Grbec B., Kušpilić G., Marasović I., Ninčević Ž., Grubelić I., 2003.: Mass mortality event in a small saline lake (Lake Rogoznica) caused by unusual holomictic conditions. *Sci. Mar.*, 67(2):129-141
- Bura-Nakić E., Ciglencečki I., Bošković N., Burić Z., Čosović B., 2007.: Sezonska i okomita raspodjela organske tvari i reduciranih sumpornih vrsta u vodenom stupcu Rogozničkog jezera. *Zbornik radova 4. Hrvatske konferencije o vodama, Opatija*, 85-90.
- Burić Z., Caput Mihalić K., Cetinić I., Ciglencečki I., Carić M., Viličić D., Čosović B., 2009.: Occurrence of the rare microflagellates *Prorocentrum arcuatum* Issel and *Hermesinum adriaticum* Zacharis in the marine Lake Rogoznica (eastern Adriatic coast) *Acta Adriat.*, 50(1):31-44,
- Ciglencečki I., Kodba Z., Čosović B., 1996: Sulphur species in the Rogoznica lake. *Mar. Chem.*, 53,101-111.
- Ciglencečki I., Carić M., Kršinić F., Viličić D., Čosović B., 2003.: The extinction by sulfide – turnover and recovery of a naturally eutrophic, meromictic seawater lake. *J. Mar. System.* 56, 29-44
- Romero J.R., Melack J.M., 1996: Sensitivity of mixing in a large saline lake to variations in runoff. *Limol. Oceanogr.* 41(5), 955-965.
- Viličić D., 2002.: *Fitoplankton Jadranskoga mora. Biologija i taksonomija.* Školska knjiga. Zagreb.

## Sažetak

Rogozničko jezero je malo, slano, krško jezero 15 m dubine i veličine 5300 četvornih metara. Smješteno u kotlini, zaštićeno je od jakih vjetrova, te u njemu nema strujanja vode. Velike sezonske amplitude saliniteta, temperature i otopljene organske tvari čine ga ekstremnim staništem. Ono je meromiktičko jezero sa anoksičnim dubinskim slojevima. Životna zajednica u njemu sastoji se od malog broja fitoplanktonskih vrsta i beskralježnjaka. Krajem rujna i početkom listopada 1997. godine dolazi do naglog mješanja vodenog stupca i do anoksičnog stanja cijelog jezera. Nakon tog događaja dolazi do odumiranja gotovo cijele jezerske populacije fitoplanktona. Brojnim uzorkovanjima i istraživanjima praćen je oporavak fitoplanktona. Prvi primjerci mikroflagelata javljaju se već nakon dva tjedana na područjima povećane koncentracije amonijaka. Kasnija oksidacija vodenog stupca i stvaranje nitrata pogoduje pojavi većeg fitoplanktona kao dijatomeja i dinoflagelata. Uzorkovanje nakon godinu dana pokazuje kako je jezerska populacija fitoplanktona potpuno oporavljena te je jednaka onoj prije anoksije.

U Rogozničkom jezeru nalazimo dvije rijetke vrste: *Prorocentrum arcuatum* Issel i *Hermesium adriaticum* Zaharis. Ove morske vrste fitoplanktona su rijetke u cijelom Sredozemlju. Možemo zaključiti kako u ovom malom slanom jezeru postoji specifična mikroklima koja odgovara upravo ovim rijetkim vrstama. Potpuna regeneracija životne zajednice ukazuje i na samoodrživost ove ekstremne mikroklimе slanog, krškog Rogozničkog jezera.

## Summary

The Rogoznica Lake is a small, marine, karstic lake 15 m deep and the size of 5300 square meters. There is no fresh water inflow or drifts because it is situated in a valley, protected from strong winds. Large seasonal amplitudes of salinity, temperature and dissolved organic matter make it an extreme habitat. It is a meromictic lake with anoxic deeper layers. The biological community of the lake consists of a small number of phytoplankton species and invertebrates. In late September of 1997 there was a sudden mixing of the water column that caused anoxic conditions in the whole lake. After this event, almost the whole population of the lake's phytoplankton had died. With numerous sampling the recovery of phytoplankton was monitored. The first examples of microflagellates appear already two weeks after the mass mortality in areas of increased concentration of ammonia. Subsequent oxidation of the water column and larger nitrate concentrations favored the creation of larger phytoplankton, such as diatoms and dinoflagellates. Sampling a year after shows that the lake's phytoplankton populations fully recovered and is the same as before the anoxia.

In the Rogoznica Lake there are two rare species: *Prorocentrum arcuatum* Issel and *Hermesinum adriaticum* Zaharis. These marine species of phytoplankton are rare throughout the Mediterranean. We can conclude that specific microclimate in the lake favours the growth of those rare species. The complete regeneration of

phytoplankton communities indicates that the Rogoznica Lake, is a self-sustainable environment.