

SEZONSKA DINAMIKA FITOPLANKTONA AKUMULACIONOG JEZERA ĆELIJE

Snežana Čađo, Aleksandra Đurković, Boris Novaković,
Ljubiša Denić, Tatjana Dopuđa Glišić, Nebojša Veljković,
Zoran Stojanović

*Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine,
Agencija za zaštitu životne sredine, Ruže Jovanovića 27a,
e-mail: snezana.cadjo@sepa.gov.rs*

REZIME

Akumulacija Ćelije od 1984. godine koristi se za vodosnabdevanje grada Kruševca i okoline. Ona je tri puta pogođena "cvetanjem" cijanobakterija do 2014. godine. Agencija za zaštitu životne sredine izvršila je ispitivanje akumulacije tokom 2014. godine. Prva dva ispitivanja karakteriše termička stratifikacija vode, niska providnost, supersaturacija u površinskom sloju vode i deficit kiseonika već u metalimnionu. Kvantitativnom analizom fitoplanktona konstatovano je 107 taksona iz 7 razdela algi i Cyanobacteria. Najveći broj taksona je iz razdela Chlorophyta i Bacillariophyta. Gustina populacija fitoplanktona pokazuje sezonsku i prostornu varijabilnost, a najveća produkcija konstatovana je na ulazu u akumulaciju, u septembru, kada je izmerena i najveća koncentracija hlorofila *a*. U akumulaciji preovlađuju uslovi jakog azotnog ograničenja i postoji veliki potencijal za razvoj azotofiksatorskih cijanobakterija, ali pojava "cvetanja" vode 2014. godine nije konstatovana.

KLJUČNE REČI: fitoplankton, abundanca, hlorofil *a*, cijanobakterije, "cvetanje" vode

SEASONAL DYNAMIC OF PHYTOPLANKTON OF THE ĆELIJE RESERVOIR

ABSTRACT

The Ćelije Reservoir has been intended for water supply of the City of Kruševac and its surrounding area since 1984. The cyanobacterial blooms has been occurred three times until 2014. The Serbian Environmental Protection Agency was conducted an investigation of the reservoir during 2014. The first and the second investigation was characterized by thermal stratification of water, low water transparency, the presence of supersaturation in the surface water layer and oxygen deficit, yet in the metalimnion. Quantitative phytoplankton analysis showed the presence of 107 taxa from 7 algal section and Cyanobacteria. The high taxa number was from Chlorophyta and Bacillariophyta algal section. The phytoplankton population density was characterized by seasonal and spatial variability and the maximum production was established at the entrance to the

reservoir in September, when the highest chlorophyll *a* concentration was measured. The Čelije Reservoir had a strong nitrogen limitation and high growth potential of nitrogen-fixing cyanobacteria but the occurrence of algal bloom in 2014 was not recorded.

KEY WORDS: phytoplankton, abundance, chlorophyll *a*, cyanobacteria, algal bloom

UVOD

Akumulacija Čelije nalazi se u blizini grada Kruševca. Formirana je 1979. godine na reci Rasini. Jezero je izgrađeno kao deo sistema za zaštitu Đerdapskog jezera od erozije, a od 1984. godine koristi se za vodosnabdevanje grada Kruševca i okoline (Ćirić & Petrović, 2004). Zapremina akumulacije pri normalnom usporu iznosi $41.1 \times 10^6 \text{ m}^3$, površine 3.35 km^2 . Konfiguracija reljefa je uslovljena složenim oblikom akumulacije koji se sastoji od tri basena. (Maljević i sar., 1999). Baseni su sukcesivno sve dublji, pa zadnji basen sadrži više od polovine jezerske vode. Srednji doticaj vode iznosi oko $6 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (Grašić i sar., 2004). Prema ranijim ispitivanjima u akumulaciji je tri puta primećeno "cvetanje" vode izazvano cijanobakterijama, koje je koincidiralo sa prethodnim drastičnim ispuštanjem vode i snižavanjem nivoa površine. Pojava je primećena u leto 1998. kada je izazvana masovnim razvojem vrste *Microcystis aeruginosa* (Kütz.) Kütz. i *Aphanizomenon flos-aquae* Ralfs, potom u leto 2001. god. kada je izazvana masovnim razvojem vrste *Aphanizomenon flos-aquae* Ralfs i leto i jesen 2003. god. kada je izazvana masovnim razvojem vrsta *Microcystis aeruginosa* (Kütz.) Kütz., *Aphanizomenon flos-aquae* Ralfs i *Anabaena circinalis* Rabenh. et. Flah (Grašić i sar., 2004; Čađo i sar., 2004). Pojava "cvetanja" vode konstatovana je i u leto 2015. godine, takođe izazvana cijanobakterijama (Tasić i Grašić in press, 2015).

MATERIJAL I METODE

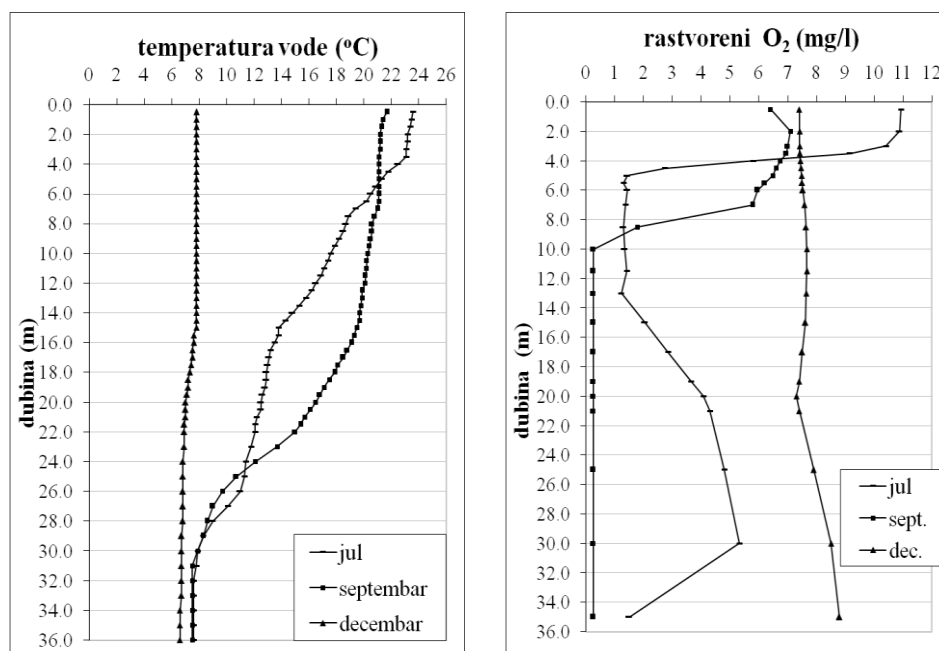
Ispitivanje akumulacionog jezera Čelije sprovedeno je tokom 2014. godine u tri navrata. Prva dva ispitivanja karakterisala je termička stratifikacija vode, a treće totalna cirkulacija. Na četiri lokaliteta izvršeno je ispitivanje po dubini akumulacije (kod brane-lokalitet-A₁, centralni deo akumulacije-B₁, ulaz u akumulaciju-lokaliteti-C₁ i D₁). Lokacije uzorkovanja prikazane su u radu Čađo i sar. (2017). Merenjem temperature vode na svakih 0,5 m dubine, elektrokontaktnim meračem nivoa i temperature vode SEBA, određene su zone epilimniona, metalimniona (termokline) i hipolimniona. U periodu izražene termičke stratifikacije, uzorci za određivanje pH vrednosti, mutnoće, elektroprovodljivosti, rastvorenog kiseonika, procenta zasićenja vode kiseonikom, ukupnih rastvorenih soli, primarnih nutrijenata i hlorofila *a*, uzimani su na svakih 1,5 m u zoni epilimniona, na svakih 0,5 m u zoni metalimniona, a zatim na svakih 1,5 m u zoni hipolimniona do dubine od 15 m, a kasnije na svakih 5 m (uključujući 10 % vrednosti dubine od dna akumulacije). Analiza fizičko-hemijskih parametara obavljena je primenom standardnih analitičkih postupaka po metodama SRPS-ISO.

Algološki materijal prikupljen je korišćenjem planktonske mreže promera okaca $25 \mu\text{m}$ i hidrobiološke boce. Na svakom lokalitetu, na tri do četiri tačke po dubini, uzeta su po dva uzorka za kvantitativnu analizu fitoplanktona (uzorci su uzeti iz slojeva epilimniona,

metalimniona i hipolimniona). Jedan uzorak je fiksiran formaldehidom do finalne koncentracije od 4 %, a drugi Lugolovim rastvorom. Analiza fitoplanktona rađena je na invertnim mikroskopima: Nikon TE-2000U sa digitalnom kamerom DS-5M i softverskim programom NIS-Elements D i Zeiss Axiovert sa digitalnom kamerom AxioCam HRc i softverskim programom AxioVision 4.8. Za determinaciju algi korišćeni su odgovarajući ključevi. Kvantitativna analiza fitoplanktona rađena je po metodi Utermöhl (1958), prema standardu SRPS EN 15204: 2008.

REZULTATI I DISKUSIJA

Temperaturno raslojavanje vode akumulacije počelo je u proleće i trajalo je do kasne jeseni. Tokom prvog ispitivanja, u julu mesecu, epilimnion se protezao do 3,5 m dubine, a metalimnionski sloj od 3,5 do 15 m dubine. U septembru epilimnion se produbljuje do 22 m, a metalimnion se proteže od 22 do 27 m dubine. Novembarsko ispitivanje karakteriše totalna cirkulacija vode i ujednačena temperatura od površine (7,8 °C) do dna akumulacije (6,6 °C). Termički režim najviše utiče na sve ostale abiotičke i biotičke faktore.



Grafik 1. Raspored temperature vode i rastvorenog kiseonika po dubini, na lokalitetu A₁ 2014. god.
Chart 1. Distribution of water temperature and dissolved oxygen by depth, at the A₁ site in 2014

Termički režim najviše utiče na sve ostale abiotičke i biotičke faktore. U površinskom sloju vode, u julu mesecu, konstatovana je pojava supersaturacije, da bi sadržaj rastvorenog kiseonika u vodi drastično opadao u metalimnionu i već na 5,5 m dubine iznosio svega 1,3

mg/l. U septembru je situacija još nepovoljnija, niske vrednosti rastvorenog kiseonika u vodi konstatovane su i u površinskim slojevima vode (između 6 i 7 mg/l), a već od 10 m dubine pa sve do dna akumulacije gotovo potpuni nedostatak (<0,5 mg/l, što je granica kvantifikacije za ovaj parametar). Deficit kiseonika nastaje kao posledica njegovog utroška na razlaganje nagomilanih organskih materija i respiratorne procese biljnih i životinjskih organizama u vodi. U novembru, s obzirom da nije bilo termičke stratifikacije, nije konstatovana ni kiseonična stratifikacija.

Intenzivna produkcija fitoplanktona u letnjem periodu uslovlila je povećanje pH vrednosti u površinskom sloju vode (pH preko 9), smanjenje providnosti vode (na većini lokaliteta providnost je oko 1 m, a na lokalitetima C i D 0,8 m), povećanje sadržaja ukupnog organskog ugljenika u vodi.

Fitoplankton karakteriše prisustvo 107 taksona iz 7 razdela algi: Chrysophyta (2 taksona), Bacillariophyta (35 taksona), Xanthophyta (1 takson), Dinophyta (4 taksona), Cryptophyta (3 taksona), Euglenophyta (2 taksona) i Chlorophyta (50 taksona) i Cyanobacteria (10 taksona). U Tab. 1 prikazane su vrste konstatovane kvantitativnom analizom. U pogledu raznovrsnosti, najveći broj taksona je iz grupe zelenih i silikatnih algi.

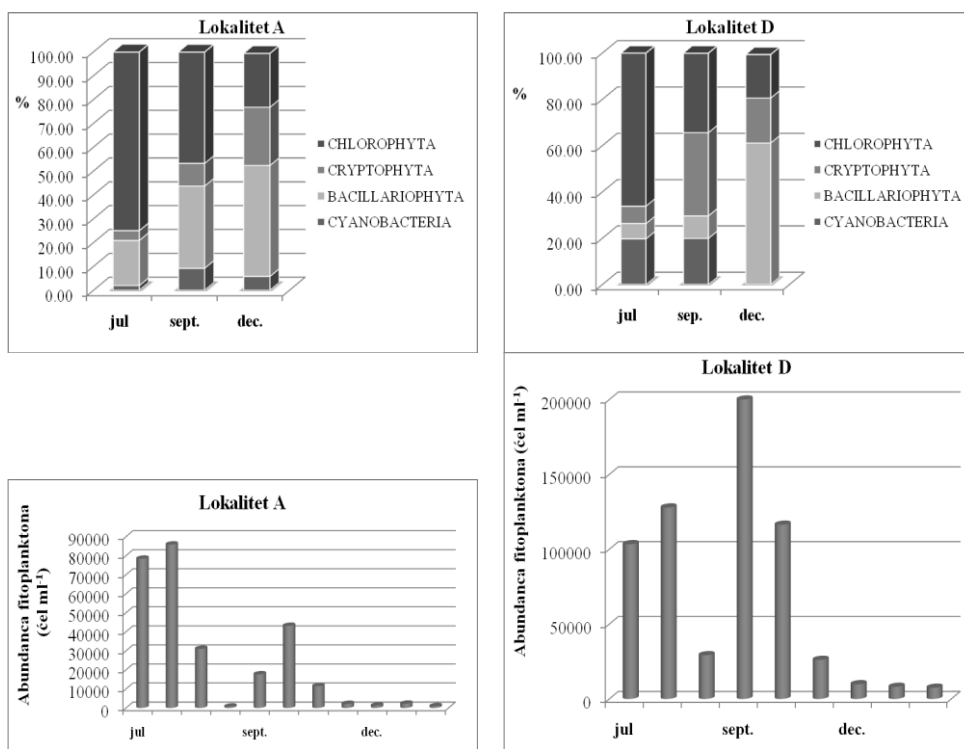
Tabela 1. Taksonomska lista fitoplanktona akumulacije Čelije 2014. godine
Table 1. Phytoplankton taxa list of the Čelije Reservoir in 2014

CYANOBACTERIA	<i>Gymnodinium</i> Stein sp.
<i>Aphanizomenon flosaquae</i> Ralfs ex Bornet & Flahault	<i>Peridinium</i> Ehrenberg sp.
<i>Aphanocapsa incerta</i> (Lemm.) Cronberg & Kom.	<i>Peridinium cinctum</i> Ehrenberg
<i>Cuspidothrix issatschenkoi</i> (Usachev) P.Rajaniemi, Komárek, R.Willame, P. Hrouzek, K.Kastovská	EUGLENOPHYTA
<i>Geitlerinema amphibium</i> (Agardh ex Gom.) Anagn.	<i>Euglena</i> Ehrenberg sp.
<i>Limnococcus limneticus</i> (Lemmermann) Komárková, Jezberová, O.Komárek & Zapomelo	<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehrenberg
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing	CHLOROPHYTA
<i>Planktothrix rubescens</i> (DeCand. ex Gom.) Anagn.& Kom.	<i>Acutodesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Tsarenko
<i>Pseudoanabaena limnetica</i> (Lemm.) Kom.	<i>Chlorococcales</i> sp.
<i>Snowella lacustris</i> (Chodat) Kom. & Hindák	<i>Closterium acutum</i> Bréb. var. <i>variable</i> (Lemm.) Krieg.
<i>Sphaerospermopsis aphanizomenoides</i> (Forti) Zapomelová, Jezberová, Hrouzek, Hisem,	<i>Coelastrum astroideum</i> De Notaris
CHRYSOPHYTA	<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli
<i>Dinobryon divergens</i> Imhof	<i>Cosmarium</i> Corda ex Ralfs sp.
<i>Synura uvella</i> Ehrenberg	<i>Cosmarium depressum</i> (Nägeli) Lundell var. <i>planctonicum</i> Reverdin
BACILLARIOPHYTA	<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirch.) W. West & G. S. West
<i>Achnantheidium minutissimum</i> Kützing	<i>Desmodesmus abundans</i> (Kirchner) E.Hegewald
<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow	<i>Desmodesmus bicaudatus</i> (Dedusenko) P.M.Tsarenko
<i>Asterionella formosa</i> Hassall	<i>Desmodesmus intermedius</i> (Chodat)

	E.Hegewald
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	<i>Desmodesmus magnus</i> (Meyen) Tsarenko
<i>Centronella reicheltii</i> Max Woigt	<i>Desmodesmus opoliensis</i> (P.G.Richter) E.Hegewald
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i> Nägeli
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	<i>Golenkinia radiata</i> Chodat
<i>Cyclotella ocellata</i> Pantocsek	<i>Hariotina reticulata</i> P.A.Dangeard
<i>Cyclotella radiosa</i> (Ehrenberg) Kützing	<i>Hindakia tetrachotoma</i> (Printz) C.Bock, Pröschold & Krienitz
<i>Cymbella affinis</i> Kützing	<i>Hyaloraphidium contortum</i> Pascher
<i>Cymbella cistula</i> (Ehrenberg) Kirchner	<i>Kirchneriella lunaris</i> (Kirchn.) Moeb.
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	<i>Koliella planctonica</i> Hindák
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	<i>Lagerheimia ciliata</i> (Lagerh.) Chodat
<i>Diploneis elliptica</i> (Kützing) Cleve	<i>Monactinus simplex</i> (Meyen) Corda
<i>Fragilaria acus</i> sensu Krammer&Lange-Bertalot	<i>Monactinus simplex</i> var. <i>echinulatum</i> (Wittrock) Pérez, Maidana & Comas
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières	<i>Monoraphidium contortum</i> (Thurs.) Komarkova-Legn.
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	<i>Monoraphidium convolutum</i> (Corda) Komarkova-Legn.
<i>Fragilaria dilatata</i> (Bréb.) Lange-Bertalot	<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley) Komarkova-Legn.
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Kützing	<i>Monoraphidium komarkovae</i> Nygaard
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing	<i>Oocystis lacustris</i> Chodat
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg	<i>Pediastrum duplex</i> Meyen
<i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kützing) Rabenhorst	<i>Phacotus lenticularis</i> (Ehrenberg) Stein
<i>Melosira varians</i> Agardh	<i>Pseudopediastrum boryanum</i> (Turpin) E.Hegewald
<i>Navicula</i> Bory de St. Vincent sp.	<i>Radiococcus planktonicus</i> Lund
<i>Navicula capitatoradiata</i> Germain	<i>Radiococcus polycoccus</i> (Korshikov) I.Kostikov, T.Darienko, A.Lukesová & L.Hoffmann
<i>Navicula lanceolata</i> (Agardh) Ehrenberg	<i>Scenedesmus ellipticus</i> Corda
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F. Müller) Bory	<i>Scenedesmus grahamisii</i> (Heynig) Fott
<i>Nitzschia</i> Hassall sp.	<i>Scenedesmus obtusus</i> f. <i>disciformis</i> (Chodat) Compère
<i>Nitzschia capitellata</i> Hustedt in A. Schmidt	<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp.) Brébisson
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow	<i>Scenedesmus smithii</i> Chodat
<i>Nitzschia fruticosa</i> Hustedt	<i>Scenedesmus</i> Meyen sp.
<i>Nitzschia lineris</i> (Agardh) W. Smith	<i>Staurastrum chaetoceros</i> (Schröder) G. M. Smith
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W. Smith	<i>Staurastrum gracile</i> Ralfs ex Ralfs
<i>Rhoicosphaenia abbreviata</i> (C. Agardh) Lange- Bertalot	<i>Stauridium tetras</i> (Ehrenberg) E.Hegewald
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grunow (in Cleve & Grunow)	<i>Tetrachlorella alternans</i> (G. M. Smith) Korš.
XANTHOPHYTA	<i>Tetraedron caudatum</i> (Corda) Hansgirg

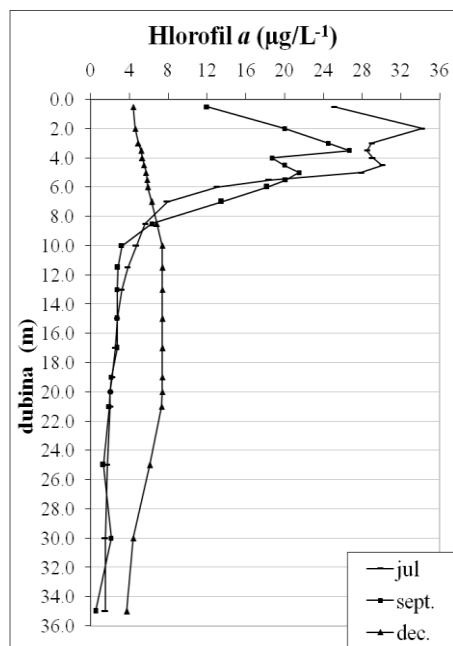
<i>Centrtractus rotundatus</i> Pascher	<i>Tetraedron minimum</i> (A. Braun) Hansgirg
CRYPTOPHYTA	<i>Tetraedron triangulare</i> Koršikov
<i>Cryptomonas</i> Ehrenberg sp.	<i>Tetrastrum staurogeniaeforme</i> (Schröder) Lemm.
<i>Plagioselmis nannoplantica</i> (H.Skuja) G.Novarino, I.A.N.Lucas & S.Morrall	<i>Tetrastrum triangulare</i> (Chodat) Komárek
<i>Rhodomonas lacustris</i> Pascher & Ruttner	<i>Westella botryoides</i> (West) De Wildeman
DINOPHYTA	<i>Willea apiculata</i> (Lemmermann) D.M.John, M.J.Wynne & P.M.Tsarenko
<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.Müller) Dujardin	

U odnosu na prethodna ispitivanja fitoplanktona (Maljević i sar., 1999; Čađo i sar., 2004) utvrđena je veća floristička raznovrsnost. Povećanje broja taksona je značajno, naročito ako se uzme u obzir da su taksoni navedeni u Tab. 1 konstatovani samo u kvantitativnim

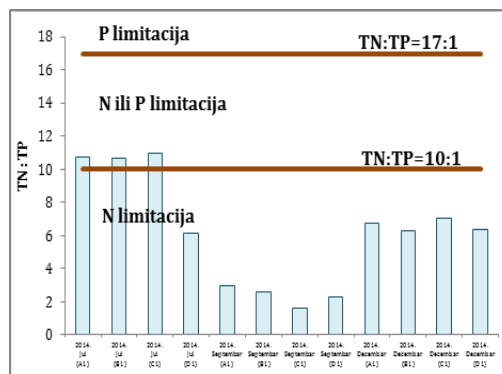


Grafik 2. Procentualna zastupljenost grupa u fitoplanktonu i njegova abundanca na lokalitetima A i D akumulacije Čelije u različitim periodima ispitivanja
 Chart 2. Percentage participation of algal groups in phytoplankton and their abundance at the A and the D site of the Čelije Reservoir with regard to different period of investigation

probama, što znači da je ukupan broj taksona veći. S obzirom da je prvo ispitivanje obavljeno u julu mesecu, potpuno je očekivan najveći broj taksona zelenih algi u tom periodu. Dominantna vrsta je *Scenedesmus grahneisii*, naročito u najdubljim delovima akumulacije (sa % zastupljenosti od 65 do 80 %). U plićim delovima akumulacije (lokaliteti C₁ i D₁) njena procentualna zastupljenost je ispod 50 %. Subdominantne vrste su *Radiococcus planktonicus* i *Coelastrum astroideum* (zelene alge) i *Cyclotella ocellata* (silikatna alga). U septembru 2014. god. nema izražene dominacije jedne vrste, već različite vrste pokazuju specifične maksimume u zavisnosti od lokaliteta. Kod brane najveću brojnost imaju sitne optaste zelene alge, vrste reda Chlorococcales prečnika od 3 do 5 µm. U centralnom delu akumulacije najveću brojnost ima *Cyclotella ocellata*, a na ulazu u akumulaciju *Plagioselmis nannoplanctica* iz grupe Cryptophyta i *Radiococcus planktonicus*. Produkcija fitoplanktona, u decembru 2014. god., generalno je niska. Najzastupljenije su silikatne alge, vrste roda *Cyclotella* (*C. ocellata* i *C. meneghiniana*), naročito na ulazu u akumulaciju. Gustina populacija fitoplanktona pokazuje sezonsku i prostornu varijabilnost. Velike razlike konstatuju se između lokaliteta A i D (Grafik 2). Najveća brojnost fitoplanktona na lokalitetu A (kod brane) utvrđena je u julu, na dubini od 2 m (85 870 ćel ml⁻¹), u fitoplanktonu dominiraju zelene alge sa 74.94 % zastupljenosti. Cijanobakterije su zastupljene sa svega 1,97 %.



Grafik 3. Raspored hlorofila *a* po dubini, na lokalitetu A₁ akumulacije Čelije 2014. god.
Chart 3. Distribution of chlorophyll *a* by depth, at the A₁ site of the Čel. Reserv. in 2014



Grafik 4. Odnos ukupnog azota i ukupnog fosfora u akumulaciji Čelije 2014. god.

Chart 4. Total Nitrogen : Total Phosphorus ratio in the Čelije Reservoir in 2014

Brojnost fitoplanktona, na ovom lokalitetu u septembru je duplo manja (na 3.5 m dubine iznosi 43 152 ćel ml⁻¹), ali raste udeo cijanobakterija, koji sada iznosi 9.19 %. Ulaz u akumulaciju (lokalitet D) karakteriše najveća produkcija fitoplanktona u svim periodima ispitivanja, ali za razliku od lokaliteta A, najveća brojnost konstatovana je

u septembru u površinskom sloju vode (201 708 ćel ml⁻¹), što je gotovo četiri puta više nego na lokalitetu A, u istom periodu. Udeo cijanobakterija na lokalitetu D se povećava, na račun smanjenja udela silikatnih algi i tokom prva dva ispitivanja iznosi skoro 20 %. Maksimum hlorofila *a*, na najdubljoj tački kod brane, konstatovan je u julu na 2 m dubine (34,2 µg L⁻¹, Grafik 3), a na ulazu u akumulaciju u septembru, u površinskom sloju vode (123,2 µg L⁻¹). Pojedini modeli odnosa nutrijenata u jezerima i akumulacijama mogu da predvide verovatnoću "cvetanja" cijanobakterija. Prema Smith i sar. (1995) odnos ukupnog azota i ukupnog fosfora (TN:TP) u vodi jezera ispod 10:1 (22:1 molarni) favorizuje dominaciju azotofiksatorskih cijanobakterija. Ovaj odnos je konstatovan u akumulaciji Čelije (Grafik 4). Odnos rastvorljivih formi azota i fosfora ispod 10:1, takođe, utiče na pojavu azotofiksatorskih cijanobakterija, a taj odnos je konstatovan u septembru 2014. Prema modelu McQueen i Lean (1987) verovatnoća "cvetanja" cijanobakterija je veoma visoka kada temperatura vode prelazi 21 °C i kada je odnos nitrarnog azota i ukupnog fosfora NO₃-N:TP<5:1. Takva situacija konstatovana je u akumulaciji Čelije u septembru 2014. godine. Može se zaključiti da uslovi jakog azotnog ograničenja i veliki potencijal za razvoj azotofiksatorskih vrsta cijanobakterija preovlađuju u akumulaciji Čelije u letnjem periodu, na svim lokalitetima, ali da pojava "cvetanja" cijanobakterija 2014. godine nije konstatovana.

LITERATURA:

- Čađo, S., Đurković, A., Novaković, B., Denić, Lj., Dopuda Glišić, T., Veljković, N., Stojanović, Z. (2017). Ocena ekološkog potencijala akumulacionog jezera Čelije, Zbornik radova "VODA 2017".
- Čađo, S., Đurković, A. & Miletić, A. (2004). Phytoplankton contents, physico-chemical characteristics and trophic status of Čelije reservoir, *Natura Montenegrina* No. 3, 285-293 pp.
- Ćirić, S., Petrović, O. (2004). Kvalitet vode akumulacije Čelije na osnovu nekih mikrobioloških parametara. Konferencija "Voda 2004", Borsko jezero, Zbornik radova. Jugoslovensko društvo za zaštitu voda, Beograd: 189-194.
- Grašić, S., Vasiljević, B., Marković, B., Nikolić, G., Tadić, S., Jovanović, B. (2004). Cijanobakterijsko cvetanje jezera Čelije. Konferencija "Voda 2004", Borsko jezero, Zbornik radova. Jugoslovensko društvo za zaštitu voda, Beograd: 207-212.
- Maljević, E., Karadžić, V., Vasiljević, M. (1999). Kvalitet vode akumulacije Čelije u zimskom periodu. Konferencija "Zaštita voda 1999", Soko Banja, Zbornik radova. Jugoslovensko društvo za zaštitu voda, Beograd: 137-142.
- Smith, V.H., Bierman, V.J., Jones, B.L., Havens, K.E. (1995). Historical trends in the Lake Okeechobee ecosystem IV. Nitrogen:phosphorus ratios, cyanobacterial dominance, and nitrogen fixation potential. *Archiv für Hydrobiologie, Monographische Beitrage* 107, 71–88 pp.
- McQueen, D. J., Lean, D.R. (1987). Influence of Water Temperature and Nitrogen to Phosphorus Ratios on the Dominance of Blue-Green Algae in Lake St. George, Ontario, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 1987, 44(3): 598-604 pp.
- Tasić, M., Grašić, S. (2015). U akumulaciji Čelije pojavile se modrozeleno alge, Večernje Novosti, 10.07.2015.