



АГЕНЦИЈА ЗА ЗАШТИТУ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ
РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

SEZONSKA DINAMIKA FITOPLANKTONA I FIZIČKO- HEMIJSKE KARAKTERISTIKE AKUMULACIJE GRLIŠTE¹

Snežana Čađo, Aleksandra Đurković, Ljubiša Denić, Tatjana Dopuđa Glišić, Zoran Stojanović

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

REZIME

Agencija za zaštitu životne sredine izvršila je ispitivanje akumulacionog jezera Grlišće tokom 2012. godine. Prema Uredbi o utvrđivanju godišnjeg programa monitoringa statusa voda (Sl. Glasnik RS, 100/2012), Uzorkovanje je obavljeno tri puta godišnje: u maju i julu (period termičke stratifikacije vode) i u novembru (period jesenje cirkulacije). Termički režim akumulacije značajno utiče na ostale abiotičke i biotičke faktore. Prozračnost vode je niska. U letnjem periodu konstatovana je pojava supersaturacije u površinskom sloju vode i deficit kiseonika u donjim slojevima metalimniona i hipolimnionu. Zabeležene su povećane koncentracije ortofosfata, ukupnog fosfora i organskih materija u vodi. Kvalitativnom analizom fitoplanktona konstatovano je prisustvo 138 taksona iz 8 razdela algi. U prolećnom periodu ispitivanja dominiraju silikatne alge, koje u toku leta smenjuju populacije zelenih algi i cijanobakterija. Nastupanjem jeseni zelene alge i dalje imaju ključnu ulogu u ekosistemu, ali se njihova gustina populacija smanjuje na račun povećanja brojnosti silikatnih algi. Najveća ukupna brojnost fitoplanktona i koncentracija hlorofila *a* konstatovane su u metalimnionskom sloju u letnjem periodu.

KLJUČNE REČI: fitoplankton, fizičko-hemijski parametri, hlorofil *a*, metalimnion, akumulacija Grlišće

SEASONAL DYNAMICS OF PHYTOPLANKTON AND PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE GRLIŠTE RESERVOIR

ABSTRACT

The Serbian Environmental Protection Agency was conducted an investigation of the Grlišće Reservoir during 2012th year. According to the Regulation on establishing the Annual program of water status monitoring (Official Gazette of the Republic, 100/2012). Sampling was performed three times a year: in May and July (period of thermal stratification of water) and November (autumn circulation period). Thermal regime of reservoir significantly affects other abiotic and biotic factors. A water transparency was low. In the summer period, the presence of supersaturation in the surface layer of water and oxygen deficit in the lower levels of metalimnion and hypolimnion have been noted. Increased concentrations of orthophosphates, total phosphorus and organic compounds have been recorded in the water. Qualitative analysis of phytoplankton showed presence of 138 taxa from 8 algae divisions. In the spring period of investigation, domination by siliceous algae has been observed, which are during the summer replaced by green algae and cyanobacteria. In the early autumn period, green algae continue to play a major role in the ecosystem, but their population density reduces the expense of increasing the abundance of siliceous algae. The maximum of phytoplankton total abundance and chlorophyll *a* concentrations have been found in metalimnion layer during the summer period.

KEYWORDS: phytoplankton, physico-chemical parameters, chlorophyll *a*, metalimnion, Grlišće Reservoir

¹ Objavljeno u zborniku referata i prezentovano na konferenciji „VODA 2014, Srpsko društvo za zaštitu voda i Institut za vodoprivredu „J. Černi“, Tara, 2014, str. 49-56.

UVOD

Akumulacija Grlišće namenjena je vodosnabdevanju grada Zaječara i okoline. Formirana je pregrađivanjem Grlišće reke 1989. godine. Grlišća reka je leva pritoka Belog Timoka, sa ulivom na oko 9 km uzvodno od grada Zaječara. U nju se slivaju vode sa padina masiva Tupižnice i Lisovače. Ukupna površina sliva Grlišće reke iznosi 178 km². Branom u klisuri hvata se voda praktično sa celog sliva čija površina uzvodno od klisure iznosi oko 160 km². Brana "Grlišće" po svojim karakteristikama spada u kategoriju visokih brana (visine 31,5 m). Zapremina akumulacije iznosi 12 x 10⁶ m³, a površina akumulacije 1,1 x 10⁶ m². Kota maksimalnog uspora iznosi 194,6 mm, a kota normalnog uspora 193,0 mm. Početak akumulacije je u samom seoskom naselju, na sastavu Lasovačke i Lenovačke reke, koje prolaze kroz nekoliko naselja, što ima znatnog uticaja na kvalitet vode i proces eutrofikacije (Tehnička dokumentacija o načinu korišćenja brane i akumulacije "Grlišće", 2007).

MATERIJAL I METODE

Prema Uredbi o utvrđivanju godišnjeg programa monitoringa statusa voda (Sl. glasnik RS, 100/2012), Agencija za zaštitu životne sredine izvršila je ispitivanje akumulacionog jezera Grlišće tokom 2012. godine. Usled sezonske i prostorne varijabilnosti fitoplanktona i podržavajućih fizičko-hemijskih elemenata kvaliteta, uzorkovanje je obavljeno tri puta godišnje. Prva dva ispitivanja realizovana su u periodu termičke stratifikacije vode, u maju i avgustu, a treće u novembru, u periodu jesenje cirkulacije vode.

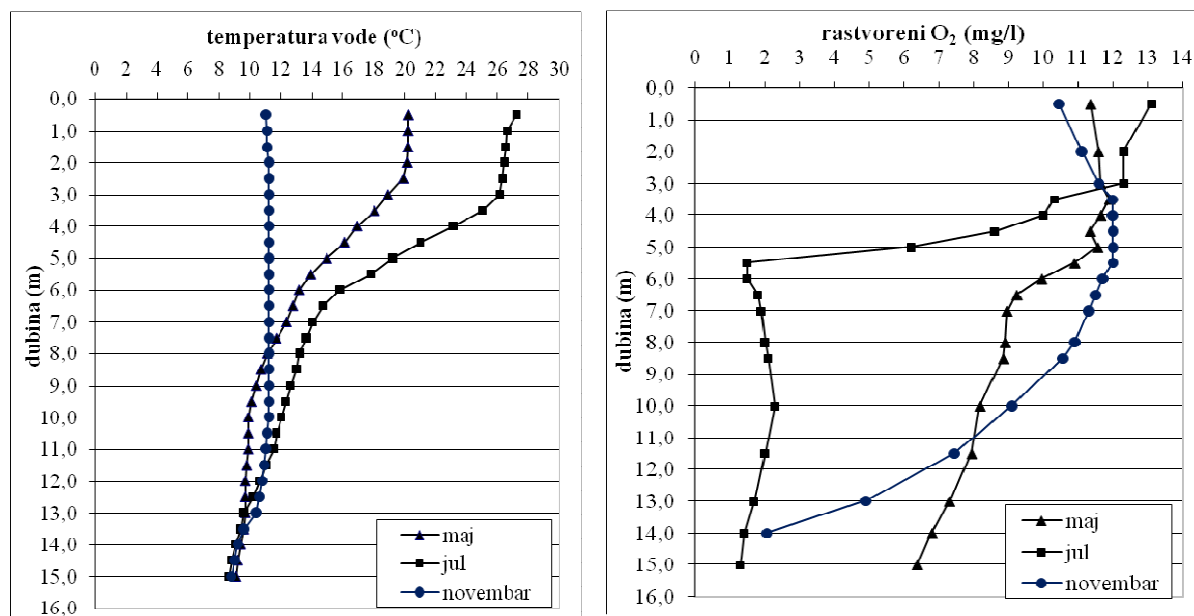
Nakon preliminarnih terenskih merenja osnovnih fizičko-hemijskih parametara na 13 lokaliteta, odabrano je 5 lokaliteta gde su uzorci vode uzeti po vertikalnom profilu (lokaliteti kod brane (A), u centralnom delu (B) i na ulazu u akumulaciju (I)). Lokaliteti uzorkovanja prikazani su u radu Denić i sar. (2014). Temperatura vode izmerena je na svakih 0,5 m dubine, elektrokontaktnim meračem nivoa i temperature vode Seba. Određene su zone epilimniona, metalimniona i hipolimniona. U periodu 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 (termokline), a zatim na svakih 1,5 m u zoni hipolimniona, do dubine od 15 m, a kasnije na svakih 5 m. U periodu jesenje cirkulacije uzorkovanje se vršilo na svakih 1,5-3 m do 15 m dubine, a zatim na svakih 5 m (uključujući 1 m od dna akumulacije). Analiza fizičko-hemijskih parametara obavljena je primenom analitičkih postupaka prema odgovarajućim SRPS-ISO standardima.

Algološki materijal prikupljen je korišćenjem planktonske mreže promera okaca 25 µm i hidrobiološke boce. Na svakom lokalitetu, na tri do četiri tačke po dubini, uzeti su uzorci za kvantitativnu analizu fitoplanktona. Materijal je fiksiran formaldehidom do finalne koncentracije od 4 %. Analiza fitoplanktona urađena 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 izvršena je po metodi Utermöhl (1958), prema standardu SRPS EN 15204:2008.

REZULTATI I DISKUSIJA

Temperaturni režim akumulacija ima najveći uticaj na sve ostale abiotičke i biotičke faktore. Rezultati ispitivanja temperature vode akumulacije Grlišće pokazuju da je termička stratifikacija uspostavljena u maju mesecu, i da je trajala tokom vegetacione sezone, sve do oktobra. Dubina površinskog sloja vode-epilimniona iznosila je 2,5 m u maju, i produbljuje se do 3 m dubine u julu mesecu. Metalimnionski sloj (termoklina) obrazovan je na dubini od 2,5 do 6 m u maju, i na dubini od 3 do 6,5

m u julu mesecu. Novembarsko ispitivanje karakteriše totalna cirkulacija vode sa ujednačenom temperaturom od površine do dna akumulacije.



Grafik 1. Raspored temperature vode i rastvorenog kiseonika po dubini, na lokalitetu A₁ akumulacije Grlište u 2012. godini

Chart 1 - Distribution of water temperature and dissolved oxygen by depth, at the A₁ locality of the Grlište Reservoir in 2012

Povećanje temperature vode u prolećnom periodu dovodi do intenzivne produkcije fitoplanktona, što je praćeno povećanjem koncentracije rastvorenog kiseonika u vodi u površinskim slojevima. Uspostavljanje termičke stratifikacije dovodi do stratifikacije rastvorenog kiseonika u vodi, što je naročito izraženo u letnjem periodu, kada sadržaj kiseonika u vodi progresivno opada sa dubinom. U akumulaciji Grlište konstatovan je nagli pad rastvorenog kiseonika u vodi, u donjim slojevima metalimniona, na dubini od 5,5 m (svega 1,5 mg/l), koji se nastavio i u hipolimnionu.

U periodu termičke stratifikacije konstatovana je pojava supersaturacije, koja je u julu mesecu, u površinskom sloju vode kod brane iznosila 164 %. Supersaturacija je izražena i u zoni termokline, na dubini od 3,5 m. Ova pojava uslovljena je metalimnionskim pikom razvoja fitoplanktona i povećanom produkcijom kiseonika. U centralnom delu akumulacije i na ulazu u akumulaciju najveći procenat saturacije konstatovan je na 3 m dubine i iznosio je 145 %, odnosno 153 %. U jesenjem periodu, kao posledica totalne homeotermije, koncentracija rastvorenog kiseonika je ujednačena do dubine od 8,5 m, a nakon toga sledi smanjenje sadržaja kiseonika u vodi do dna akumulacije. Deficit kiseonika u donjim slojevima metalimniona i u hipolimnionu javlja se kao posledica njegovog utroška na razlaganje organskih materija i respiratorne procese biljnih i životinjskih organizama, a sloj termokline u uslovima letnje stagnacije sprečava njegovo difundovanje u dublje slojeve vode. Na mestima gde je dubina akumulacije veća (kod brane, i u centralnom delu), jasno je izražena hipolimnetička zona sa deficitom kiseonika. Na ulazu u akumulaciju sadržaj kiseonika je zadovoljavajući, u pitanju je najblići deo akumulacije, gde nije izražena termička stratifikacija i gde dolazi do mešanja vodenih masa, pa površinski kiseonik lako difunduje do dubljih slojeva.

Prozračnost vode je niska. U maju je iznosila 1,2 m kod brane, 1,4 m u centralnom delu i 1,25 m na ulazu u akumulaciju. U julu mesecu iznosila je od 1,1 do 1,25 m na lokalitetima kod brane, 1,3 m u centralnom delu i od 1,0 do 1,3 m na lokalitetima na ulazu u akumulaciju. Novembarsko ispitivanje karakteriše veća prozračnost vode - 2,4 m kod brane, 2,1 m u centralnom delu i 2,2 m na ulazu u

akumulaciju. Rezultati ispitivanja fizičko-hemijske analize vode dati su u Tab. 1. Većina ispitivanih parametara nalazi se u opsegu II klase, prema Uredbi o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i rokovima za njihovo dostizanje (Sl. glasnik RS, 50/2012). Od ostalih pokazatelja, zabeležene su povećane koncentracije ortofosfata u vodi, a u letnjem periodu, kod brane i u centralnom delu akumulacije, konstatovane su povećane koncentracije ukupnog fosfora.

Tabela 1. Rezultati fizičko-hemijske analize vode akumulacije Grlište u 2012. godini
Table 1. The results of physico-chemical analysis of the Grlište Reservoir water in 2012

Lokalitet		A ₁			B ₂			II ₃		
Parametar	jedinica	Min.	Maks.	Prosečna vrednost	Min.	Maks.	Prosečna vrednost	Min.	Maks.	Prosečna vrednost
Mutnoća	NTU	2,70	19,30	6,29	2,40	16,10	6,75	2,40	40,50	10,25
Suspendovane materije	mg l ⁻¹	1	6	4	1	7	4	1	27	11
Alkalitet	mmoll ⁻¹	2,70	4,66	3,72	3,0	4,80	3,59	3,04	4,40	3,57
Ukupna tvrdoća	mg l ⁻¹	156	264	215	164	274	207	153	254	201
Ukupni alkalitet (CaCO ₃)	mg l ⁻¹	135	233	186	150	240	179	152	220	179
pH		7,01	8,54	7,85	7,70	8,40	8,01	7,78	8,40	8,14
Elektroprovodljivost	μS cm ⁻¹	303	455	405	301	451	393	295	465	384
Ukupne rastvorene soli	mg l ⁻¹	197	307	264	201	303	260	134	302	233
Amonijum-jon (NH ₄ -N)	mg l ⁻¹	0,01	1,25	0,11	0,01	0,17	0,04	0,01	0,12	0,07
Nitriti (NO ₂ -N)	mg l ⁻¹	0,002	0,039	0,007	0,003	0,013	0,006	0,003	0,033	0,012
Nitrati (NO ₃ -N)	mg l ⁻¹	0,1	0,3	0,2	0,1	0,4	0,2	0,1	0,3	0,2
Organski azot (N)	mg l ⁻¹	0,10	0,58	0,30	0,10	0,26	0,18	0,11	0,56	0,35
Ukupan azot (N)	mg l ⁻¹	0,22	1,80	0,57	0,25	0,68	0,45	0,29	0,88	0,61
Ortofosfati (PO ₄ -P)	mg l ⁻¹	0,016	0,160	0,062	0,028	0,217	0,094	0,006	0,051	0,032
Ukupan fosfor	mg l ⁻¹	0,038	0,215	0,098	0,074	0,187	0,099	0,035	0,090	0,061
Rastvoreni silikati (SiO ₂)	mg l ⁻¹	1,4	8,9	4,9	2,3	14,6	6,7	1,2	11,0	5,2
Hloridi (Cl ⁻)	mg l ⁻¹	3,0	6,2	4,3	3,0	11,1	7,1	4,8	15,4	7,5
Sulfati (SO ₄ ²⁻)	mg l ⁻¹	16	31	24	16	33	25	17	31	24
HPK _{Mn}	mg l ⁻¹	3,50	6,40	4,65	3,80	7,20	5,43	3,24	7,30	5,29
HPK _{Cr}	mg l ⁻¹	7,80	25,00	11,68	8,00	17,30	11,00	7,50	15,0	10,86
BPK ₅	mg l ⁻¹	0,55	4,00	2,29	0,80	3,94	2,73	2,14	3,61	2,69
Ukupni organski ugljenik (TOC)	mg l ⁻¹	3,5	6,9	5,0	4,2	6,3	5,1	4,6	8,5	5,3
UV-ekstinkcija (254nm)	cm ⁻¹	0,038	0,060	0,052	0,043	0,060	0,051	0,041	0,067	0,053

Sadržaj ukupnog organskog ugljenika u vodi je povećan na svim lokalitetima. On ukazuje na prisustvo organskih materija u vodi. Osnovni deo prirodnih organskih materija u vodama čine huminske materije, koje se obrazuju pretežno pri razlaganju biljnih, a u manjoj meri i životinjskih ostataka. Vodeni humus sadrži ligninoproteinska jedinjenja (Dalmacija, 2002). Najveći deo organskog ugljenika u vodi potiče od huminskih, fulvinskih, masnih i aminokiselina itd., dok je udeo organskog ugljenika koji potiče od zooplanktona, fitoplanktona i bakterija relativno nizak (10 %), izuzev kod visoko eutrofnih voda (Bečelić, 2007).

Kvalitativnom analizom fitoplanktona konstatovano je prisustvo 138 taksona iz 8 razdela algi (Cyanobacteria, Chrysophyta, Bacillariophyta, Xanthophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Euglenophyta i Chlorophyta). Najveća floristička raznovrsnost konstatovana je u razdelima silikatnih i zelenih algi. U prolećnom periodu ispitivanja, na svim lokalitetima i na svim dubinama, uočena je dominacija silikatnih algi (Bacillariophyta). Najzastupljenija vrsta je *Cyclotella ocellata*, čija je procentualna zastupljenost u ukupnoj brojnosti taksona, po lokalitetima, iznosila od 80 do 90 %. Subdominantne vrste su: *Plagioselmis nannoplanctica* (syn. *Rhodomonas minuta*) (Cryptophyta), *Dinobryon sertularia* (Chrysophyta) i loptaste jednoćelijske zelene alge iz reda Chlorococcales, prečnika od 2 do 5 µm. Cijanobakterije, koje su u istom periodu konstatovane na dubini od 18 do 20 m (Čirić i sar., 2013) nisu zabeležene u ovim ispitivanjima, jer je najveća dubina uzorkovanja bila na 15 m (dubina akumulacije na lokalitetu A₁ iznosila je 16 m).

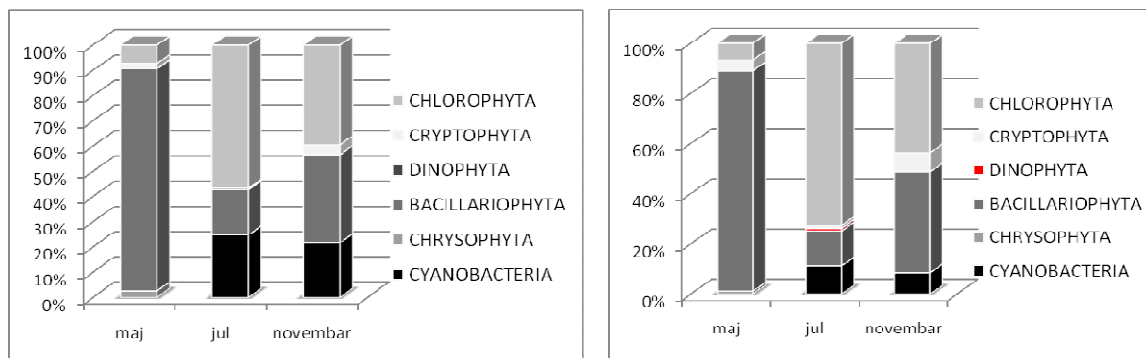
Tabela 2. Taksonomska lista fitoplanktona akumulacije Grlšte 2012. godini
Table 2 - A phytoplankton taxa list of the Grlšte Reservoir in 2012

CYANOBACTERIA	<i>Gymnodinium</i> Stein sp.
<i>Aphanocapsa incerta</i> (Lemm.) Cronberg & Kom.	<i>Parvodinium inconspicuum</i> (Lemmermann) S.Carty
<i>Oscillatoria limosa</i> Agardh ex Gomont	<i>Peridinium aciculiferum</i> Lemmermann
<i>Oscillatoria princeps</i> Vaucher ex Gomont	<i>Peridinium bipes</i> Stein
<i>Oscillatoria tenuis</i> Agardh ex Gomont	<i>Peridinium cinctum</i> (O.F.Müller) Ehrenberg
<i>Phormidium ambiguum</i> Gomont ex Gomont	<i>Peridiniopsis polonica</i> (Woloszynska) Bourrelly
<i>Phormidium breve</i> (Kütz. ex Gom.) Anagn. & Kom.	<i>Peridinium willei</i> Huitfeldt-Kaas
<i>Phormidium chalybeum</i> (Mertens ex Gom.) Anagn. & Kom.	CRYPTOPHYTA
<i>Phormidium</i> Kützing ex Gomont sp.	<i>Cryptomonas</i> Ehrenberg sp.
CHRYSOPHYTA	<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (H.Skuja) G.Novarino, I.A.N.Lucas&S.Morrall (syn. <i>Rhodomonas minuta</i> Skuja)
<i>Dinobryon divergens</i> Imhof	EUGLENOPHYTA
<i>Dinobryon sertularia</i> Ehrenberg	<i>Euglena</i> Ehrenberg sp.
BACILLARIOPHYTA	<i>Euglena viridis</i> (O.F.Müller) Ehrenberg
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	<i>Phacus</i> Dujardin sp.
<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing	<i>Phacus pyrum</i> (Ehrenberg) F. Stein
<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow	<i>Strombomonas acuminata</i> (Schmarda) Deflandre
<i>Anomoeoneis sphaerophora</i> (Ehrenberg) Pfitzer	<i>Trachelomonas caudata</i> (Ehrenberg) Stein
<i>Asterionella formosa</i> Hassall	<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehrenberg
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	<i>Trachelomonas verrucosa</i> A.Stokes
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg	CHLOROPHYTA
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	<i>Ankyra ancora</i> (G. M. Smith) Fott
<i>Cyclotella comta</i> (Ehrenberg) Kützing	<i>Ankyra judayi</i> (G. M. Smith) Fott
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	<i>Carteria</i> Diesing em Francé sp.
<i>Cyclotella ocellata</i> Pantocsek	<i>Chlamydomonas</i> Ehrenberg sp.
<i>Cymatopleura elliptica</i> (Brébisson) W. Smith	<i>Chlorococcales</i> sp.
<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W. Smith	<i>Closterium aciculare</i> West
<i>Cymbella affinis</i> Kützing	<i>Closterium acutum</i> Bréb. var. <i>variabile</i> (Lemm.) Krieg.
<i>Cymbella aspera</i> (Ehrenberg) Peragallo	<i>Closterium venus</i> Kützing ex Ralfs
<i>Cymbella caespitosa</i> (Kützing) Brun	<i>Coelastrum asteroideum</i> De Notaris
<i>Cymbella cistula</i> (Ehrenberg) Kirchner	<i>Coelastrum pulchrum</i> Schmidle
<i>Cymbella minuta</i> Hilse ex Rabenhorst	<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli
<i>Diatoma moniliformis</i> Kützing	<i>Coelastrum reticulatum</i> (Dang.) Senn.
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	<i>Coenochloris ovalis</i> Koršikov
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières	<i>Coenocystis planctonica</i> Koršikov
<i>Fragilaria construens</i> (Ehrenberg) Grunow	<i>Cosmarium</i> Corda ex Ralfs sp.

<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	<i>Cosmarium depressum</i> (Nägeli) Lundell var. <i>planctonicum</i> Reverdin
<i>Fragilaria ulna</i> (Nitzsch) Lange-Bertalot	<i>Cosmarium subcrenatum</i> Hantzsch
<i>Fragilaria ulna</i> (Nitzsch) Lange-Bertalot var. <i>acus</i> (Nitzsch) Lange-Bertalot	<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirch.) W. West & G. S. West
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Kützing	<i>Crucigeniella apiculata</i> (Lemm.) Komarek
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing	<i>Eudorina cylindrica</i> Thomasson
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg	<i>Eudorina elegans</i> Ehrenberg
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst	<i>Eutetramorus polycoccus</i> (Korš.) Komarek
<i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kützing) Rabenhorst	<i>Hyaloraphidium contortum</i> Pascher
<i>Melosira varians</i> Agardh	<i>Kirchneriella lunaris</i> (Kirchn.) Moeb.
<i>Meridion circulare</i> (Greville) Agardh	<i>Lagerheimia ciliata</i> (Lagerh.) Chodat
<i>Navicula</i> Bory de St. Vincent sp.	<i>Monoraphidium contortum</i> (Thurs.) Komarkova-Legn.
<i>Navicula capitatoradiata</i> Germain	<i>Monoraphidium komarkovae</i> Nygaard
<i>Navicula lanceolata</i> (Agardh) Ehrenberg	<i>Mougeotia</i> Agardh sp.
<i>Navicula pupula</i> Kützing	<i>Oocystis lacustris</i> Chodat
<i>Navicula radiosa</i> Kützing	<i>Pandorina morum</i> (O.F.Müller) Bory
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F. Müller) Bory	<i>Paradoxia multiseta</i> Svirenko
<i>Navicula veneta</i> Kützing	<i>Parapediastrum biradiatum</i> (Meyen) E.Hegewald
<i>Navicula viridula</i> (Kützing) Ehrenberg	<i>Pediastrum boryanum</i> (Turpin) Meneghini
<i>Neidium dubium</i> (Ehrenberg) Cleve	<i>Pediastrum duplex</i> Meyen
<i>Nitzschia</i> Hassall sp.	<i>Pediastrum simplex</i> Meyen var. <i>echinulatum</i> Wittr.
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow	<i>Pediastrum simplex</i> Meyen var. <i>simplex</i>
<i>Nitzschia fonticola</i> Grunow in Cleve & Möller	<i>Pediastrum tetras</i> (Ehrenberg) Ralfs
<i>Nitzschia lineris</i> (Agardh) W. Smith	<i>Phacotus lenticularis</i> (Ehrenberg) Stein
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W. Smith	<i>Pseudoquadrigula</i> Lacoste de Diaz sp.
<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch) W. Smith	<i>Radiococcus nimbatus</i> (De-Wildem.) Schmidle
<i>Nitzschia vermicularis</i> (Kütz.) Hantzsch in Rabenhorst	<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerh.) Chodat
<i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg	<i>Scenedesmus acutus</i> Meyen
<i>Rhoicosphaenia abbreviata</i> (C. Agardh) Lange-Bertalot	<i>Scenedesmus bicaudatus</i> Dedusenko
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) O. Müller	<i>Scenedesmus disciformis</i> (Chodat) Foot
<i>Stephanodiscus minutulus</i> (Kützing) Cleve & Möller	<i>Scenedesmus linearis</i> Komarek
<i>Surirella biseriata</i> Brébisson in Bréb. & Godey	<i>Scenedesmus opoliensis</i> Richt.
<i>Surirella brebissonii</i> Krammer & Lange-Bertalot	<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp.) Brébisson
<i>Surirella splendida</i> (Ehrenberg) Kützing	<i>Schroederia setigera</i> (Schröder) Lemmermann
<i>Surirella tenera</i> Gregory	<i>Staurastrum chaetoceros</i> (Schröder) G. M. Smith
XANTHOPHYTA	<i>Staurastrum gracile</i> Ralfs ex Ralfs
<i>Centrtractus belenophorus</i> Lemmermann	<i>Tetraedron minimum</i> (A. Braun) Hansgirg
DINOPHYTA	<i>Tetrastrum staurogeniaeforme</i> (Schröder) Lemm.
<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.Müller) Dujardin	<i>Tetrachlorella incerta</i> Hindák

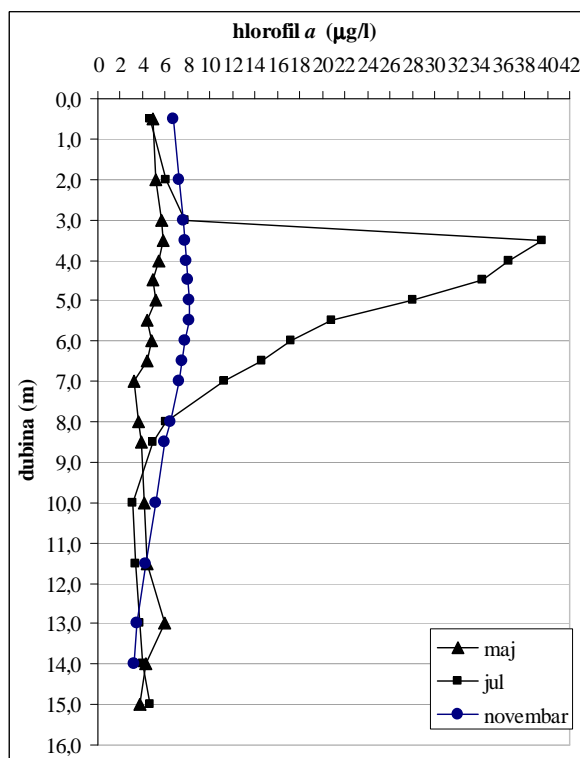
U julu mesecu dominaciju silikatnih algi smenjuje dominacija zelenih algi. Najbujnije razviće zelene alge imaju na ulazu u akumulaciju, na pojedinim tačkama njihov udeo iznosi i preko 80 %, u odnosu na ukupnu abundancu fitoplanktona. Taj procenat kod brane je nešto manji (od 50% do 60%). Dominantna vrsta u letnjem periodu je zelena alga *Tetrachlorella incerta*, a subdominantne zelene alge su *Radiococcus nimbatus* i jednoćelijske Chlorococcales. Cijanobakterije su konstatovane u ovom periodu, sa najvećom gustinom populacija na 3,5-4 m dubine kod brane, u centralnom delu i pri dnu, a na ulazu u akumulaciju na 5,5 m dubine. Predstavnik ove grupe je vrsta *Aphanocapsa incerta*. Ostale vrste cijanobakterija nisu zabeležene u kvantitativnim probama. *Cyclotella ocellata* nastavlja dominaciju među silikatnim algama, ali je njen udeo u ukupnoj abundanci fitoplanktona mnogo manji

nego u prolećnom periodu (od 15 do 30 % po lokalitetima). U jesenjem periodu gustina populacija zelenih algi se malo smanjuje, ali su one i dalje dominantna grupa u fitoplanktonu, ali se povećava gustina populacija silikatnih algi. Procenat cijanobakterija je manji na lokalitetima kod brane i u centralnom delu, a nešto veći, nego u letnjem periodu, na ulazu u akumulaciju. Procenat silikatnih algi kod brane je najveći u površinskom sloju vode i smanjuje se sa dubinom, dok je upravo obrnuta situacija u centralnom delu i na ulazu u akumulaciju; procenat silikatnih algi se povećava sa dubinom. Zelene alge zauzimaju slojeve vode od površine do 5-6 m dubine, a brojnost im se smanjuje na većim dubinama.



Grafik 2. Procentualna zastupljenost grupa u fitoplanktonu akumulacije Grlišće, na lokalitetu kod brane (A₁) i u centralnom delu akumulacije (B₂) 2012. godine

Chart 2. Percentage participation of phytoplankton groups of the Grlišće Reservoir, at the locality of the dam (A₁) and in the central part of the reservoir (B₂) in 2012



Grafik 3. Raspored hlorofila *a* po dubini, na lokalitetu A₁ akumulacije Grlišće 2012. godine

Chart 3 - Distribution of chlorophyll *a* by depth, at the locality A₁ of the Grlišće Reservoir in 2012

Ukupna brojnost fitoplanktona, po dubini akumulacije, najviše je varirala u letnjem periodu. U maju mesecu, kod brane, najveća brojnost je konstatovana u sloju metalimniona, na 3,5 m dubine (18922 ćel./ml), a najmanja pri dnu (2640 ćel./ml). U centralnom delu akumulacije, najveća brojnost je u površinskom sloju vode (17403 ćel./ml), a na ulazu u akumulaciju, gde je dubina bila 7 m, nije varirala po dubini i kretala se oko 20000 ćel./ml. U avgustu, najveća gustina populacija fitoplanktona, i kod brane i u centralnom delu akumulacije zabeležena je u sloju metalimniona, na 3,5 do 4 m dubine (66394 ćel./ml, odnosno 46657 ćel./ml), a nakon toga sledi izražen pad brojnosti fitoplanktona do dna akumulacije (9050 ćel./ml, odnosno 1601 ćel./ml). Slična situacija konstatovana je i na ulazu u akumulaciju, gde brojnost sa 50720 ćel./ml na 3 m dubine, za svega pola metra opada skoro za 50 % (22456 ćel./ml). Period jesenje cirkulacije vode karakteriše manja varijabilnost abundance fitoplanktona po dubini kod brane (najveća

brojnost konstatovana je na 5,5 m dubine - 4512 ćel./ml). U centralnom delu i na ulazu u akumulaciju, ukupna brojnost fitoplanktona je gotovo izjednačena, i kreće se od 2800 do 4940 ćel./ml. Na Graf. 2 prikazan je raspored koncentracija hlorofila *a* po dubini, u različitim periodima ispitivanja, na lokalitetu kod brane. Može se konstatovati metalimnionski pik, u letnjem periodu, od 39,60 µg/l hlorofila *a* na dubini od 3,5 m. Slična situacija zapažena je i u centralnom delu akumulacije. Zanimljivo je napomenuti da je koncentracija hlorofila *a* skoro 9 puta manja u površinskom sloju vode, nego na dubini od 3,5 m, dok je razlika u ukupnoj brojnosti fitoplanktona svega 3 puta manja. Ova disproporcija može se objasniti činjenicom da je na 3,5 m dubine konstatovana veoma krupna jednoćelijska forma iz razdela Dinophyta, vrsta *Ceratium hirundinella*, sa brojnošću od 460 ćel./ml, a da u površinskom sloju vode vrsta nije konstatovana. Procentualna zastupljenost ove vrste u odnosu na ukupnu brojnost fitoplanktona je mala, svega 0,70 %, ali je zato biomasa ove vrste daleko veća u odnosu na sitne jednoćelijske forme, koje su zabeležene u letnjem periodu u akumulaciji. Udeo u ukupnoj biomasi fitoplanktona vrste *Ceratium hirundinella* je mnogo veći, i to se odrazilo preko koncentracije hlorofila *a*, indirektno mere biomase fitoplanktona. Rezultati ispitivanja ukazuju da je uznapredovao proces eutrofikacije i da je značajno povećana primarna produkcija fitoplanktona u letnjem periodu. Procena ekološkog statusa akumulacije Grlište na osnovu zajednice fitoplanktona i fizičko-hemijskih elemenata kvaliteta vode prikazana je u radu Denić i sar. (2014).

LITERATURA

- Agencija za zaštitu životne sredine (2013). Rezultati ispitivanja kvaliteta površinskih i podzemnih voda za 2012. godinu, Ministarstvo energetike, razvoja i zaštite životne sredine, Beograd.
- Bečelić, M. (2007). Uticaj ozona na uklanjanje zagađujućih materija iz površinske vode procesima koagulacije, flokulacije i adsorpcije, Doktorska disertacija, Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Ćirić, M., Gavrilović, B., Subakov-Simić, G., Zebić, G., Vučković, M., Vidović, M. (2013). Kvalitet vode akumulacije Grlište. Voda 2013, 42. konferencija o aktuelnim problemima korišćenja i zaštite voda, Srpsko društvo za zaštitu voda.
- Dalmacija B. (2002). Organske materije u vodi kod nas-problem kvalitetnog snabdevanja, u knjizi Prirodne organske materije u vodi (Ed. Dalmacija B. i Ivančev-Tumbas, I.), Water Workshop 2002, Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Denić, L.J., Čađo, S., Đurković, A., Dopuđa Glišić, T. Novaković, B., Stojanović, Z. (2014). Ocena ekološkog potencijala akumulacije Grlište na osnovu bioloških i fizičko-hemijskih elemenata kvaliteta. Konferencija zaštita voda, Zbornik radova Voda 2014.
- Institut za vodoprivredu "Jaroslav Černi" (2007). Tehnička dokumentacija o načinu korišćenja brane i akumulacije "Grlište", Beograd.
- SRPS EN 15204 (2008). Uputstvo za prebrojavanje fitoplanktona pomoću invertne mikroskopije (postupak po Utermolu).
- Uredba o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i rokovima za njihovo dostizanje (2012). Sl. glasnik RS, br. 50/2012, Beograd.
- Uredba o utvrđivanju godišnjeg programa monitoringa statusa voda (2012). Sl. glasnik RS, br.100/2012, Beograd.