



АГЕНЦИЈА ЗА ЗАШТИТУ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ
РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

SASTAV FITOPLANKTONA I FIZIČKO-HEMIJSKE KARAKTERISTIKE AKUMULACIJE VRUTCI¹

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

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

REZIME

Agencija za zaštitu životne sredine sprovela je tokom 2012. godine terenska i laboratorijska ispitivanja akumulacije Vrutci u periodu od maja do novembra meseca. Ispitivanja kvaliteta vode, sa biološkog i hemijskog aspekta obavljena su u cilju određivanja ekološkog potencijala akumulacije. Na osnovu morfometrijskih karakteristika akumulacije i preliminarnih terenskih merenja izvršen je odabir lokaliteta za uzorkovanje vode. Prvo i drugo ispitivanje akumulacije obavljeno je u periodu prolećno-letnje stratifikacije (maj, avgust), a treće u periodu jesenje cirkulacije vode (novembar). Kvalitativnom analizom fitoplanktona konstatovano je prisustvo 65 taksona iz 7 razdela algi (Cyanobacteria, Chrysophyta, Bacillariophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Euglenophyta i Chlorophyta). U zajednici fitoplanktona na lokalitetima kod brane, i u srednjem delu akumulacije, uočena je dominacija vrsta iz razdela Cryptophyta i Bacillariophyta, dok je na ulazu u akumulaciju konstatovana isključiva dominacija Bacillariophyta. Najveću brojnost u okviru razdela Cryptophyta imala je vrsta *Plagioselmis nannoplantica* (syn. *Rhodomonas minuta*) Skuja, a vrsta *Cyclotella ocellata* Pantocsek u razdelu Bacillariophyta. Usled intenzivne fotosintetičke aktivnosti algi u ispitivanjima obavljenim u maju i avgustu, konstatovane su visoke pH vrednosti u površinskom sloju vode akumulacije Vrutci. Sadržaj ukupnog organskog ugljenika u vodi je povećan, gotovo na svim ispitivanim lokalitetima, što ukazuje na organsko opterećenje akumulacije.

KLJUČNE REČI: akumulacija Vrutci, kvalitet vode, temperatura, kiseonik, fitoplankton

PHYTOPLANKTON COMPOSITION AND PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE VRUTCI RESERVOIR

ABSTRACT

The Serbian Environmental Protection Agency was conducted field researchs and lab analyses of the Vrutci Reservoir in the May-November period during 2012th year. The investigations of water quality, with regard to biological and chemical aspects, were carried out in order to assess ecological potential of the Vrutci Reservoir. Based on the the morphometric characteristics of the reservoir as well as preliminary field measurements, a selection of the sampling sites at the reservoir was done. The first and second investigation of the reservoir was realised in the period of spring-summer thermal stratification of water (May and August) and the third in the autumn circulation period (November). Qualitative phytoplankton analysis showed the presence of 65 taxa in total within 7 algae divisions (Cyanobacteria, Chrysophyta, Bacillariophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Euglenophyta and Chlorophyta). In the phytoplankton community at the locality of dam and in the central part of

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. 33-40.

the reservoir, dominant taxa were from Cryptophyta and Bacillariophyta divisions, while at the entrance to the reservoir was noted exclusive domination of Bacillariophyta taxa. The highest abundance within the Cryptophyta division had species *Plagioselmis nannoplanctica* (syn. *Rhodomonas minuta*) Skuja as well as the species *Cyclotella ocellata* Pantocsek within the Bacillariophyta division. Due to intensive algal photosynthetic activity, a high pH values in the surface layer of the Vrutci Reservoir water were measured in May and August investigations. A total carbon concentration in the water is increased at the almost investigated localities, indicating the organic pollution of the reservoir.

KEYWORDS: Vrutci Reservoir, water quality, temperature, oxygen, phytoplankton

UVOD

Akumulacija Vrutci formirana je na reci Đetinji, vodnom telu Tipa 4. Nadmorska visina jezera je oko 700 m, a dužina 8 km. Brana je podignuta 1984. godine kod sela Vrutci (uzvodno od grada Užica), po kome je i jezero dobilo ime. Visina brane jezera je 77 m i dužine oko 240 m. Maksimalni kapacitet jezera je $57 \times 10^6 \text{ m}^3$ vode. Nizvodno od sela Bioska (800m), nalazi se ušće reke Đetinje u akumulaciju. Akumulaciono jezero Vrutci pripada grupi hladnih planinskih jezera. Obale jezera su strme, nepristupačne, a samo jezero je okruženo visokim brdima.

Akumulacija Vrutci, pored svoje primarne namene za vodosnabdevanje stanovnika grada Užica, ima i zaštitnu ulogu, jer zadržava poplavni talas koji nastaje posle velike količine padavina u gornjem toku reke, a koji stvara ozbiljne posledice u nizvodnom delu reke Đetinje.

MATERIJAL I METODE

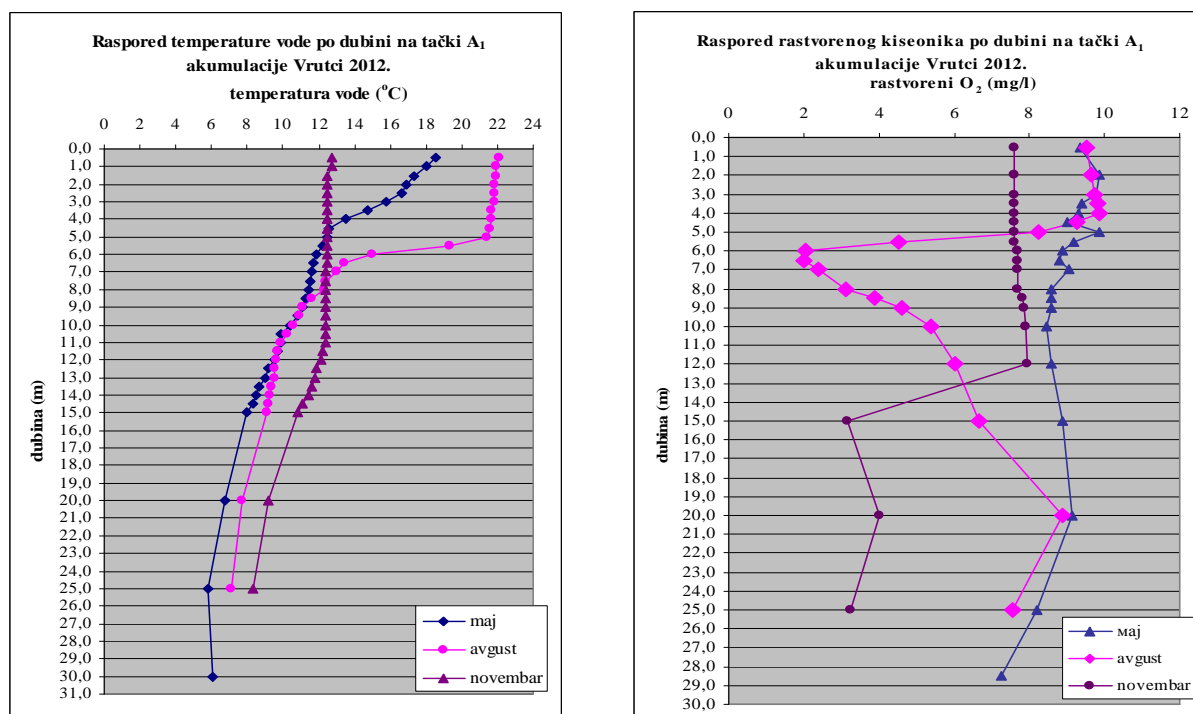
Akumulacija Vrutci pripada grupi dubokih jezera sa jasno izraženom termičkom stratifikacijom. Usled sezonske i prostorne varijabilnosti fitoplanktona i podržavajućih fizičko-hemijskih elemenata kvaliteta, uzorkovanje je obavljeno tri puta tokom 2012 godine. Prva dva ispitivanja realizovana su u periodu termičke stratifikacije vode, u maju i avgustu, a treće u novembru mesecu, u periodu jesenje cirkulacije vode. Nakon preliminarnih terenskih merenja osnovnih fizičko-hemijskih parametara na devet lokaliteta, odabrano je tri lokaliteta gde su uzorci vode uzeti po vertikalnom profilu (lokaliteti kod brane-u daljem tekstu obeleženi su oznakom A₁, u centralnom delu B₁ i na ulazu u akumulaciju (II₁ i II₂). Lokaliteti na kojima su vršena uzorkovanja prikazani su u radu sa ove konferencije Denić i sar. (2014). Korišćenjem nivometra Seba sa temperaturnom sondom, prvo je izmerena temperatura vode na svim površinskim tačkama, na svakih 0,5 m dubine u vodenom stubu akumulacije, da bi se odredile zone epilimniona, metalimniona i hipolimniona. U periodu stratifikacije, uzorci za određivanje osnovnih fizičko-hemijskih parametara (pH vrednost, mutnoća, elektroprovodljivost, rastvoreni kiseonik, procenat zasićenja vode kiseonikom, ukupne rastvorene soli, primarni nutrijenti i hlorofil 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.

Algoološki 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 utiče kako na hemijski sastav, tako i na biološke karakteristike svake akumulacije. Termička stratifikacija na akumulaciji uspostavljena je u maju, i trajala je tokom cele vegetacione sezone sve do oktobra meseca. Tokom trajanja stratifikacije menjao se položaj, debljina i temperatura sva tri sloja vode. Dubina površinskog sloja (epilimniona) u maju iznosila je 2,5 m, a potom se epilimnion produbljuje sve do 5 m dubine u avgustu. Metalimnion (termoklina) formirana je u maju na dubini od 2,5 do 5 m, dok se u avgustu zagrevanjem vode ovaj sloj produbljuje i nalazi na dubini od 5 do 8 m. U novembru je konstatovana totalna jesenja cirkulacija, gde je temperatura vode skoro ujednačena od površine do dna akumulacije (najveća razlika u temperaturi između površine i dna iznosila je 3°C).



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

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

Prolećno povećanje temperature vode dovodi do intenzivne produkcije fitoplanktona, što je praćeno povećanjem koncentracije rastvorenog kiseonika u vodi u površinskim slojevima. Uspostavljanje termičke stratifikacije praćeno je stratifikacijom rastvorenog kiseonika u vodi, što je naročito izraženo u letnjem periodu, kada sadržaj kiseonika u vodi progresivno opada sa dubinom. Kiseonična stratifikacija konstatovana je u akumulaciji, u avgustu mesecu, sa naglim padom rastvorenog kiseonika

u sloju metalimniona (2,02 mg/l), ali je u hipolimnionu ponovo došlo do povećanja sadržaja kiseonika u vodi. 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 iz gornjih slojeva u dublje slojeve vode. U jesenjem periodu, kao posledica totalne homeoterije, koncentracija rastvorenog kiseonika je ujednačena do 12 m dubine, a nakon toga sledi smanjenje sadržaja kiseonika u vodi sve do dna akumulacije.

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

Lokalitet		A ₁			B ₁			II ₁		
Parametar	jedinica	Min.	Maks.	Prosečna vrednost	Min.	Maks.	Prosečna vrednost	Min.	Maks.	Prosečna vrednost
Mutnoća	NTU	1,60	7,00	3,05	1,10	7,70	6,06	1,80	9,10	4,30
Suspendovane materije	mg l ⁻¹	1	4	3	1	5	5	1	6	4
Alkalitet	mmol l ⁻¹	2,70	3,77	3,25	2,8	3,84	3,05	2,98	3,83	3,17
Ukupna tvrdoća	mg l ⁻¹	149	199	176	149	192	166	155	192	169
Ukupni alkalitet (CaCO ₃)	mg l ⁻¹	135	188	163	141	185	152	149	177	159
pH		7,55	9,10	8,23	7,53	9,08	8,37	8,27	8,93	8,42
Elektroprovodljivost	μS cm ⁻¹	271	358	315	274	357	296	291	382	323
Ukupne rastvorene soli	mg l ⁻¹	163	248	209	178	247	192	190	248	210
Amonijum-jon (NH ₄ -N)	mg l ⁻¹	0,01	0,07	0,03	0,02	0,14	0,04	0,01	0,09	0,05
Nitriti (NO ₂ -N)	mg l ⁻¹	0,002	0,010	0,005	0,002	0,008	0,005	0,003	0,009	0,007
Nitrati (NO ₃ -N)	mg l ⁻¹	0,1	0,6	0,4	0,1	0,6	0,5	0,1	0,6	0,4
Organski azot (N)	mg l ⁻¹	0,10	0,44	0,22	0,12	0,79	0,34	0,13	0,30	0,19
Ukupan azot (N)	mg l ⁻¹	0,42	0,95	0,67	0,36	1,44	0,95	0,37	0,79	0,66
Ortofosfati (PO ₄ -P)	mg l ⁻¹	0,005	0,057	0,027	0,006	0,076	0,029	0,006	0,070	0,039
Ukupan fosfor	mg l ⁻¹	0,017	0,133	0,062	0,015	0,198	0,085	0,022	0,135	0,068
Rastvoreni silikati (SiO ₂)	mg l ⁻¹	7,7	27,1	17,1	7,36	23,4	21,6	8,8	24,5	18,2
Hloridi (Cl ⁻)	mg l ⁻¹	2,4	9,5	6,4	3,2	10,9	4,2	3,9	9,14	5,2
Sulfati (SO ₄ ²⁻)	mg l ⁻¹	2	10	6	3	11	8	3	8	6
HPK _{Mn}	mg l ⁻¹	4,50	11,32	6,35	4,07	8,31	5,77	4,80	7,19	5,55
HPK _{Cr}	mg l ⁻¹	7,90	14,60	10,78	9,20	14,90	12,11	7,90	18,0	12,13
BPK ₅	mg l ⁻¹	1,35	5,08	3,10	0,89	4,01	3,12	1,47	5,04	4,11
Ukupni organski ugljenik (TOC)	mg l ⁻¹	2,1	10,2	5,44	2,3	8,8	5,10	3,5	6,20	5,40
UV-ekstinkcija (254nm)	cm ⁻¹	0,054	0,202	0,132	0,118	0,185	0,170	0,113	0,182	0,155

U akumulaciji nije konstatovana pojava supersaturacije, ali je zapaženo da je procenat zasićenja vode kiseonikom, u avgustu mesecu, bio najveći, na dubini od 3 do 4 m, gde je konstatovana i najveća brojnost fitoplanktona. Sadržaj rastvorenog kiseonika u vodi, u akumulaciji Vrutci, na najdubljoj tački kod brane (A₁) odgovara IV klasi ekološkog potencijala, a u centralnom delu akumulacije (B₁) odgovara III klasi ekološkog potencijala. Na ovim lokalitetima veća je dubina akumulacije i jasno je izražena hipolimnitička zona sa deficitom kiseonika. Na ulazu u akumulaciju (II), sadržaj kiseonika je

zadovoljavajući, zato što se radi o najplićem delu akumulacije, gde nije izražena termička stratifikacija i gde dolazi do mešanja vodenih masa pa površinski kiseonik lako difunduje do najdubljih slojeva.

Najmanja prozračnost vode bila je u maju mesecu, i kretala se od 1,7 m na ulazu u akumulaciju do 2,8 m kod brane. U avgustu, prozračnost vode se povećava i kod brane iznosi 4 m. Ova vrednost ostaje ista i u novembarskom ispitivanju. U centralnom delu akumulacije prozračnost vode varira od minimalnih 2,3 m u maju do maksimalnih 3,9 m u novembru mesecu. Najmanja prozračnost u svim ispitivanjima izmerena je na ulazu u akumulaciju, i te vrednosti su se kretale od 1,7 m u maju do maksimalnih 3 m u novembru mesecu.

Rezultati ispitivanja fizičko-hemijske analize vode dati su u Tab. 1. Većina ispitivanih parametara nalazila se u granicama II klase, prema Prema Pravilniku o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda (Sl. glasnik RS, 74/2011).

Kvalitativnom analizom fitoplanktona konstatovano je prisustvo 65 taksona iz 7 razdela algi (Cyanobacteria, Chrysophyta, Bacillariophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Euglenophyta i Chlorophyta). Najveća floristička raznovrsnost konstatovana je u razdelima silikatnih i zelenih algi (Bacillariophyta i Chlorophyta). U prolećnom periodu ispitivanja, na lokalitetu kod brane i u centralnom delu akumulacije, uočena je dominacija alge *Plagioselmis nannoplanctica* (syn. *Rhodomonas minuta*) Skuja, čija je procentualna zastupljenost u ukupnoj brojnosti taksona iznosila i preko 50 %. U letnjem ispitivanju, kod brane i u centralnom delu akumulacije, dominaciju Cryptophyta smenjuje dominacija zelenih algi. Najveću brojnost u okviru grupe Chlorophyta imale su loptaste jednoćelijske zelene alge iz reda Chlorococcales, koje su ujedno i bile dominantne u ovom periodu ispitivanja. U jesenjem periodu dominaciju zelenih algi smenjuje dominacija silikatnih algi na svim tačkama akumulacije (Grafici 2 i 3). Najveću brojnost u grupi silikatnih algi imala je vrsta *Cyclotella ocellata* Pantocsek. Na lokalitetima kod brane i u centralnom delu akumulacije nije zabeleženo prisustvo vrsta iz grupe Cyanobacteria. U novembarskom ispitivanju, na ulazu u akumulaciju (lokalitet II₂), u površinskom sloju konstatovano je prisustvo vrste *Planktothrix rubescens* (DeCand. ex Gom.) Anagn. & Kom. iz grupe Cyanobacteria, sa procentualnom zastupljenošću od 0,32 % u ukupnoj brojnosti fitoplanktona. Od Cyanobacteria, pored vrste *Planktothrix rubescens*, u uzorcima je utvrđeno i prisustvo vrste *Aphanocapsa incerta* (Lemm.) Cronberg & Kom. Prosečna brojnost Cyanobacteria u ispitivanjima nije prelazila 5 % u odnosu na ukupnu brojnost fitoplanktona.

Tabela 2. Taksonomska lista fitoplanktona akumulacije Vrutci 2012. godine

Table 2. A phytoplankton taxa list of the Vrutci Reservoir in 2012

CYANOBACTERIA

Aphanocapsa incerta (Lemm.) Cronberg & Kom.

Planktothrix rubescens (DeCand. ex Gom.) Anagn. & Kom

CHRYSOPHYTA

Dinobryon divergens Imhof

Dinobryon sertularia Ehrenberg

BACILLARIOPHYTA

Achnanthydium minutissimum (Kützing) Czarnecki

Amphora ovalis (Kützing) Kützing

Amphora pediculus (Kützing) Grunow

Asterionella formosa Hassall

Cocconeis placentula Ehrenberg

Cyclotella comta (Ehrenberg) Kützing

Cyclotella ocellata Pantocsek

Cymatopleura elliptica (Brébisson) W. Smith

Cymbella affinis Kützing

Cymbella minuta Hilse ex Rabenhorst

Diatoma vulgare Bory

Diploneis elliptica (Kützing) Cleve

Diatoma tenuis Agardh

Fragilaria ulna (Nitzsch) Lange-Bertalot

Gomphonema olivaceum (Hornemann) Kützing

Gomphonema parvulum (Kützing) Kützing

Melosira varians Agardh

Navicula Bory de St. Vincent sp.

Navicula capitatoradiata Germain

Navicula lanceolata (Agardh) Ehrenberg

Navicula tripunctata (O.F. Müller) Bory

Nitzschia Hassall sp.

Nitzschia fonticola Grunow in Cleve & Möller

Nitzschia lineris (Agardh) W. Smith

Rhoicosphaenia abbreviata (C. Agardh) Lange-

Bertalot

DINOPHYTA

Ceratium hirundinella (O.F. Müller) Dujardin

CRYPTOPHYTA

Cryptomonas Ehrenberg sp.
Plagioselmis nannoplantica (H.Skuja)
 G.Novarino, I.A.N.Lucas&S.Morrall
 (syn.*Rhodomonas minuta* Skuja)

EUGLENOPHYTA

Euglena Ehrenberg sp.
Euglena viridis (O.F.Müller) Ehrenberg
Phacus Dujardin sp.
Phacus orbicularis Hübner
Trachelomonas volvocina Ehrenberg

CHLOROPHYTA

Carteria Diesing em Francé sp.
Chlorococcales sp.
Coelastrum asteroideum De Notaris
Cosmarium Corda ex Ralfs sp.
Cosmarium depressum (Nägeli) Lundell var.
planctonicum Reverdin
Didymocystis planctonica Koršikov
Eudorina cylindrica Thomasson
Eudorina elegans Ehrenberg
Hyaloraphidium contortum Pascher

Monoraphidium contortum (Thurs.) Komarkova-Legn.

Monoraphidium griffithii (Berkeley) Komarkova-Legn.

Oocystis lacustris Chodat

Oocystis parva W.et G.S. WEST

Pandorina morum (O.F.Müller) Bory

Phacotus lenticularis (Ehrenberg) Stein

Pseudoquadrigula Lacoste de Diaz sp.

*Radiococcus nimbatu*s (De-Wildem.) Schmidle

Scenedesmus bicaudatus Dedusenko

Scenedesmus disciformis (Chodat) Foot

Scenedesmus linearis Komarek

Scenedesmus opoliensis Richt.

Scenedesmus quadricauda (Turp.) Brébisson

Scenedesmus sempervirens Chodat

Scenedesmus magnus Meyen

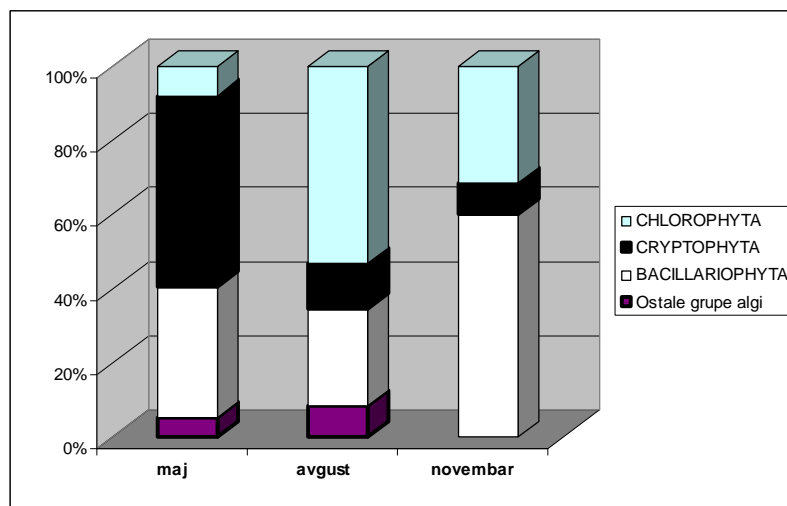
Staurastrum gracile Ralfs ex Ralfs

Tetraedron minimum (A. Braun) Hansgirg

Tetrachlorella incerta Hindák

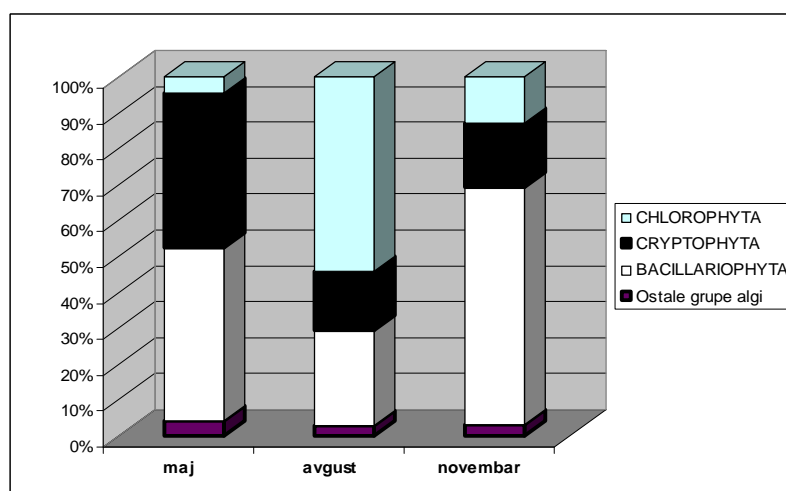
Treubaria planctonica (G. M. Smith) Korš.

Brojnost fitoplanktona, u vodenom stubu, varirala je u zavisnosti od perioda ispitivanja. Najveće razlike u brojnosti konstatovane su u letnjem periodu. Najmanja brojnost fitoplanktona, kod brane, bila je 943 ćel./ml u maju, na 17 m dubine a najveća brojnost iznosila je 6188 ćel./ml na 5 m dubine, u avgustu mesecu. U centralnom delu akumulacije, ukupna brojnost fitoplanktona kretala se od 1064 ćel./ml u najdubljem sloju vode u maju mesecu, do 12359 ćel./ml u letnjem periodu na dubini od 5 m. Najmanje variranje u ukupnoj brojnosti fitoplanktona, po dubini, konstatovano je na lokalitetima koji se nalaze na ulazu u akumulaciju, što je posledica male dubine na ovom delu akumulacije (najveća dubina 5 m). Najmanja brojnost fitoplanktona na ulazu u akumulaciju bila je u novembru (3824 ćel./ml), a najveća u avgustu mesecu (12100 ćel./ml), u površinskom sloju vode.



Grafik 2. Procentualna zastupljenost grupa u fitoplanktonu akumulacije Vrutci na lokalitetu kod brane (A₁) tokom 2012. godine

Chart 2. Percentage participation of phytoplankton groups of the Vrutci Reservoir, at the locality of the dam (A₁) during 2012



Grafik 3. Procentualna zastupljenost grupa u fitoplanktonu akumulacije Vrutci u centralnom delu akumulacije (B₂) tokom 2012. godine

Chart 3. Percentage participation of phytoplankton groups of the Vrutci Reservoir in the central part of the reservoir (B₂) during 2012

U prolećnom periodu ispitivanja na lokalitetima A₁ i B₁, najveće koncentracije hlorofila *a* bile su na 2 m dubine, dok su maksimalne vrednosti hlorofila na ovim lokalitetima u avgustovskom ispitivanju izmerene na dubini od 4 m. Najmanje razlike u koncentracijama hlorofila *a* između površine i dna bile su na ulazu u akumulaciju. Tokom ispitivanja u 2012. godini, minimalne koncentracije hlorofila *a* konstatovane su na dnu akumulacije, u prolećnom ispitivanju, na lokalitetima kod brane i u centralnom delu akumulacije, i iznosile su 1 µg/l a maksimalna vrednost hlorofila *a* izmerena je na tački Ц₁ u letnjem periodu (12,31 µg/l).

Detaljnija ocena ekološkog potencijala akumulacije Vrutci na osnovu zajednice fitoplanktona i fizičko-hemijskih elemenata kvaliteta vode prikazana je u radu sa ove konferencije Denić i sar. (2014).

ZAKLJUČAK

Kvalitativnom analizom fitoplanktona konstatovano je prisustvo 65 taksona iz 7 razdeli algi (Cyanobacteria, Chrysophyta, Bacillariophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Euglenophyta i Chlorophyta). Najveća floristička raznovrsnost konstatovana je u razdelima silikatnih i zelenih algi (Bacillariophyta i Chlorophyta). Brojnost fitoplanktona varirala je po dubini u zavisnosti od perioda ispitivanja. Najveće razlike u brojnosti konstatovane su u letnjem periodu. Najmanja brojnost fitoplanktona bila je na lokalitetu kod brane, u maju mesecu, i iznosila je 943 ćel./ml, a maksimalna brojnost fitoplanktona konstatovana je u centralnom delu akumulacije, na dubini od 4 m u letnjem periodu, i iznosila je 12359 ćel./ml. Ocena ekološkog potencijala akumulacije Vrutci na osnovu zajednice fitoplanktona i fizičko-hemijskih elemenata kvaliteta vode prikazana je u radu Denić i sar. (2014). Rezultati ispitivanja ukazuju da je uznapredovao proces eutrofikacije i da je značajno povećana primarna produkcija fitoplanktona u letnjem periodu.

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.
- Carlson, R. E. (1977). A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography* 22, 361-368.
- Coste, M. in Cemagref. (1982). Etude des méthodes biologiques d'appréciation quantitative de la qualité des eaux. Rapport Division Qualité des Eaux Lyon-Agence Financière de Bassin Rhône-Méditerranée-Corse.
- Denić, LJ., Đurković, A., Čađo, S., Dopuđa Glišić, T. Novaković, B., Stojanović, Z. (2014). Ocena ekološkog potencijala akumulacije Vrutci na osnovu bioloških i fizičko-hemijskih elemenata kvaliteta. Konferencija zaštita voda, Zbornik radova „Voda 2014“.
- OECD (1982). Eutrophication of Waters Monitoring. Assesment and control, Organization for Economic CO-operation and development, Paris. 154 pp.
- Pravilnik o utvrđivanju vodnih tela površinskih i podzemnih voda (2010). Službeni glasnik RS, br. 96/2010, Beograd.
- Pravilnik o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda (2011). Službeni glasnik RS, br. 74/2011, Beograd.
- SRPS EN 13946 (2008). Kvalitet vode-Uputstvo za rutinsko uzimanje uzoraka i prethodnu obradu bentosnih silikatnih algi iz reka.
- SRPS EN 15204 (2008). Uputstvo za prebrojavanje fitoplanktona pomoću invertne mikroskopije (postupak po Utermolu).
- SRPS EN 14407 (2008). Kvalitet vode-Uputstvo za identifikaciju, prebrojavanje i interpretaciju uzoraka bentosnih silikatnih algi u tekućim vodama.
- WFD (2000). Water Framework Directive - Directive of European Parliament and of the Council 2000/60/EC – Establishing a Framework for Community Action in the Field of Water Policy.
- WFD CIS Guidance Document No.13 (2005). Overall Approach the Classification of Ecological Status and Ecological Potential Produced by Working Group 2A, European Communities.
- WFD CIS Guidance Document No.7 (2003). Monitoring under the WFD Produced by Working Group 2.7- Monitoring, European Communities.
- 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.