

SRPSKO DRUŠTVO ZA ZAŠTITU VODA

51. konferencija o aktuelnim temama korišćenja i zaštite voda

VODA 2022

The 51st Annual Conference of the Serbian Water Pollution Control Society

WATER 2022

Conference Proceedings



Vrnjačka Banja, 26. – 28. oktobar 2022.



www.sdzv.org.rs

SRPSKO DRUŠTVO ZA ZAŠTITU VODA

SERBIAN WATER POLLUTION CONTROL SOCIETY



INŽENJERSKA KOMORA SRBIJE

SERBIAN CHAMBER OF ENGINEERS

IZDAVAČ (*PUBLISHER*):

Srpsko društvo za zaštitu voda, Kneza Miloša 9/1, Beograd, Srbija,
Tel/Faks: (011) 32 31 630

PROGRAMSKI ODBOR (*PROGRAMME COMMITTEE*):

Prof. dr Branislav ĐORĐEVIĆ, dipl.inž.građ., Beograd
Prof. dr Božo DALMACIJA, dipl.hem., Novi Sad
Dr Momir PAUNOVIĆ, naučni savetnik, dipl.biol., Beograd
Dr. Bela CSÁNYI, dipl.biol., Budimšešta-Mađarska
Prof. dr Peter KALINKOV, dipl.inž.građ., Sofija-Bugarska
Prof. dr Valentina SLAVEVSKA STAMENKOVIĆ, dipl.biol., Skoplje-R.S.Makedonija
Prof. dr. Goran SEKULIĆ, dipl.inž.građ., Podgorica-Crna Gora
Prof. dr Violeta CIBULIĆ, dipl.hem., Beograd
Prof. dr Slavka STANKOVIĆ, dipl.inž.tehno., Beograd
Prof. dr Zorana NAUNOVIĆ, dipl.inž.tehno., Beograd
Dr Božica VASILJEVIĆ, dipl.biol., Beograd
Dr Aleksandar JOKSIMOVIĆ, dipl.biol., Kotor-Crna Gora

UREDNIK (*EDITOR*): Dr Aleksandar ĐUKIĆ, dipl.inž.građ.

Stavovi izneti u ovoj publikaciji ne odražavaju nužno i stavove izdavača, urednika ili programskog odbora.

TIRAŽ (*CIRCULATION*): 150 primeraka

ŠTAMPA: "Akademska izdanja", Zemun, 2022

CIP - Каталогизacija y publikaciji
Narodna biblioteka Srbije, Beograd

502.51(082)
556.11(082)
628.3(082)
628.1(082)

ГОДИШЊА конференција о актуелним проблемима коришћења и заштите вода (51 ; 2020 ; Врњачка Бања)

Voda 2022 : zbornik radova 51. godišnje konferencije o aktuelnim problemima korišćenja i zaštite voda = Water 2022 : conference proceedings 51st Annual Conference of the Serbian Water Pollution Control Society, Vrnjačka Banja, 26. - 28. oktobar 2022. / [organizatori] Srpsko društvo za zaštitu voda [u saradnji sa JP „Belimarkovac“, Vrnjačka Banja] ; [urednik, editor Aleksandar Đukić]. - Beograd : Srpsko društvo za zaštitu voda, 2022 (Zemun : Akademska izdanja). - VIII, [268] str. : ilustr. ; 24 cm Radovi na srp. i engl. jeziku. - Tekst ćir. i lat. - Tiraž 150. - Str. VIII: Predgovor / Aleksandar Đukić. - Bibliografija uz svaki rad. - Abstracts.

ISBN 978-86-916753-9-4

a) Воде -- Зборници б) Отпадне воде -- Зборници в) Снабдевање водом -- Зборници

COBISS.SR-ID 77743881

SRPSKO DRUŠTVO ZA ZAŠTITU VODA

ZBORNİK RADOVA

**51. GODIŠNJE KONFERENCIJE O AKTUELNIM TEMAMA
KORIŠĆENJA I ZAŠTITE VODA**

VODA 2022

*51ST ANNUAL CONFERENCE OF THE
SERBIAN WATER POLLUTION CONTROL SOCIETY
"WATER 2022"
CONFERENCE PROCEEDINGS*

Vrnjačka Banja, 26. - 28. oktobar 2022.

ORGANIZATORI KONFERENCIJE (*CONFERENCE ORGANISERS*):

Srpsko društvo za zaštitu voda (Beograd),

u saradnji sa

JP „Belimarkovac“, Vrnjačka Banja

ORGANIZACIONI ODBOR KONFERENCIJE (*ORGANIZING COMMITTEE*):

PRESEDNIK: Dr Momir PAUNOVIĆ, dipl.biol, Beograd

POTPRESEDNIK: Dragoslav BLAGOJEVIĆ, dipl.građ.inž, Vrnjačka Banja

SEKRETAR: Suzana VASIĆ, Beograd

ČLANOVI: Dr Aleksandar Đukić, Beograd
Slavica ŽIVKOVIĆ, Beograd
Dr Vesna ĐIKANOVIĆ, Beograd
Mr Olivera DOKLESTIĆ, dipl.inž.građ., H. Novi, Crna Gora
Sanja ČUČKOVIĆ, Trebinje, R.Srpska-BiH

ODRŽAVANJE KONFERENCIJE SU POMOGLI (*SPONSORED BY*):

- Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije
- Inženjerska komora Srbije
- JP „Belimarkovac“, Vrnjačka Banja

Slika na koricama: reka Dunav kod Krčedina

SADRŽAJ

CONTENTS

1. TEMATSKA GRUPA: VODOPRIVREDNI, EKOLOŠKI, I ORGANIZACIONI ASPEKTI KORIŠĆENJA I ZAŠTITE VODA

1. Popović N, Raković M, Marinković N, Đuknić J, Tubić B, Čanak Atlagić J, Paunović M. (Beograd)
PROCENA KVALITETA POVRŠINSKIH VODA PRIMENOM INDEKSA ZAGAĐENOSTI VODE (WPI) – MOGUĆNOSTI I PREDNOSTI 1
2. Stojanović A, Vasović D. (Čačak)
ANALIZA STANJA I TRENDOVA RAZVOJA KOMUNALNIH DELATNOSTI SNABDEVANJE VODOM ZA PIĆE I PREČIŠĆAVANJE I ODVOĐENJE OTPADNIH VODA U REPUBLICI SRBIJI 7
3. Đukić A. (Beograd)
PRIRODOM INSPIRISANA REŠENJA URBANE HIDROTEHNIČKE INFRASTRUKTURE – MOGUĆNOSTI PRIMENE I OGRANIČENJA 13
4. Matić A, Živković M, Damnjanović B, Teofilović V, Mitić D.L, Pankov N, Miljanović B. (Novi Sad)
EKOLOŠKI POTENCIJAL HIDROAKUMULACIJE MEĐEŠ 21
5. Ketin S, Kostić B. (Novi Sad)
ZAGAĐENJE VODA I NAJVAŽNIJI ZAGAĐIVAČI 27
6. Jurca T, Mijić Oljačić I, Vukov D, Bajić A, Pankov N, Pogrmić S, Miljanović B. (Novi Sad)
IZAZOVI PROCENE EKOLOŠKOG POTENCIJALA ZNAČAJNO IZMENJENIH VODENIH STANIŠTA U VOJVODINI 29
7. Milišić B, Davidović Đ. (Trebinje – R.Srpska-BiH)
ANALIZA TRENDA PADAVINA NA METEOROLOŠKOJ STANICI GRANČAREVO / TREBINJE/ 35

2. TEMATSKA GRUPA: KVALITET VODA I PROCESI U PRIRODNIM VODAMA

2.1. Površinske vode i sedimenti

8. Raković M, Tomović J, Popović N, Jovičić K, Stanković J, Slavevska Stamenković V, Paunović M, Raković M. (Beograd, Niš, Skoplje - Severna Makedonija)
DIVERZITET SLATKOVODNIH MEKUŠACA (GASTROPODA) U MALIM VODNIM TELIMA ZAPADNOG BALKANA-PRITISCI I UGROŽENOST 43
9. Đikanović V, Skorić S, Mićković B, Nikolić D. (Beograd)
OCENA EKOLOŠKOG STATUSA TEKUĆICA ZAŠTIĆENOG PODRUČJA SRP „UVAC” NA OSNOVU ZAJEDNICE RIBA 53
10. Nikolić D, Skorić S, Mićković B, Đikanović V. (Beograd)
OCENA EKOLOŠKOG STATUSA UVAČKIH AKUMULACIJA NA OSNOVU ZAJEDNICE RIBA 59
11. Tubić B, Atanacković A, Zorić K, Popović N, Vasiljević B, Paunović M. (Beograd)
PRELIMINARNA OCENA EKOLOŠKOG STATUSA VODNIH TELA TIP 4 NA PODRUČJU SPECIJALNOG REZERVATA „UVAC” NA OSNOVU VODENIH MAKROBESKIČMENJAKA 65

12.	Vasiljević B, Jakovljević O, Krizmanić J, Vranković J, Anđus S. (Beograd) EKOLOŠKI POTENCIJAL AKUMULACIJA U SPECIJALNOM REZERVATU PRIRODE „UVAC” PREMA IPS DIJATOMNOM INDEKSU	73
13.	Radojković S, Presburger Ulniković V, Cibulić V. (Beograd) POTENCIJALNI UTICAJ KLIMATSKIH PROMENA NA POMOR RIBA, PRIMER REKE TOPLICE	79
14.	Presburger V, Cibulić V. (Beograd) ANALIZA SADRŽAJA TEŠKIH METALA U DUNAVU, OD BEZDANA DO TEKIJE, U PERIODU OD 2014. DO 2018. GODINE	83
15.	Zlatković S, Perić M, Đurković V. (Beograd) MAKROBESKIČMENJACI GORNJEG TOKA REKE GRADAŠNICE	91
16.	Zlatković S, Perić M, Đurković V. (Beograd) PRVI PODACI O MAKROBESKIČMENJACIMA VRCAREVOG POTOKA	97
17.	Grujić N. (Novi Sad) PREGLED RANIJIH ISTRAŽIVANJA KVALITETA VODE REKE IBAR	103
18.	Čučković S. (Trebinje – R.Srpska-BiH) ENDEMSKE RIBE ORS RIJEKE TREBIŠNICE	113
19.	Cibulić V, Mrazovac Kurilić S. (Beograd) HEMIJSKE ODLIKE REKE SAVE U REPUBLICI SRBIJI	121
20.	Jelača N, Živković M, Novaković B. (Sremska Kamineca) KVALITET VODE REKE GRADAC PRIMENOM SWQI (SERBIAN WATER QUALITY INDEX)	129
21.	Živković M, Damnjanović B. (Novi Sad, Šabac) EKOLOŠKI POTENCIJAL JEZERA KRALJEVAC	137
22.	Damnjanović B, Živković M, Matić B. (Šabac, Sremska Kamenica, Novi Sad) HIDROLOMORFOLOŠKE KARAKTERISTIKE JEZERA KRALJEVAC	139
23.	Jurca T, Miličić M, Janković Milosavljević M, Tot T, Đorđević T, Vujić A. (Novi Sad) FUNKCIONALNI KARAKTERI BESKIČMENJAKA U PROCENI STANJA PRIOBALNIH EKOTONA OBEDSKE BARE (VOJVODINA, SRBIJA)	141
24.	Pejin Đ, Krčmar D, Tenodi S, Slijepčević N, Beljin J, Tomašević Pilipović D. (Novi Sad) PRIMENA PASIVNIH UZORKIVAČA U ANALIZI SEDIMENTA	151
25.	Krčmar D, Pejin Đ, Tenodi S, Rađenović D, Beljin J, Tomašević Pilipović D. (Novi Sad) KVALITET SEDIMENTA KANALA BEGEJ U 2022. GODINI	159

2.2. Podzemne vode i vode u karstu

26.	Grujičić-Tešić Lj. (Ruma) SJENIČKO VRELO-OBJEKAT HIDROGEOLOŠKOG GEONASLEĐA	165
-----	---	-----

2.3. Priobalne vode Jadranskog mora

27.	Peraš I, Nikolić S, Mandić M. (Kotor - Crna Gora) ALOHTONE VRSTE MORSKIH ORGANIZAMA ZABILJEŽENE NA EKSPERIMENTALNIM KOLEKTORIMA NA PODRUČJU BOKOKOTARSKOG ZALIVA, CRNA GORA (JUGOISTOČNI JADRAN)	173
28.	Nikolić S, Mandić M, Đorđević N, Peraš I. (Kotor – Crna Gora) DIVERZITET MORSKIH ŠKOLJKI NA POTENCIJALNIM LOKACIJAMA ZA MARIKULTURU NA GRNOGORSKOJ OBALI (JUGOISTOČNI JADRAN)	183

3. TEMATSKA GRUPA: SAKUPLJANJE I PREČIŠĆAVANJE OTPADNH VODA

3.1. Sistemi za sakupljanje otpadnih voda

29. Kračun-Kolarević M, Nikolić S, Jovanović Marić J, Ilić M, Đukić A, Paunović M, Kolarević S. (Beograd)
PROCENA KONTAMINACIJE VODE I PLAVNE ZONE REKE SAVE NA MESTU ISPUSTA OTPADNIH VODA KORIŠĆENJEM MIKROBIOLOŠKIH INDIKATORA FEKALNOG ZAGAĐENJA 191
30. Govedarica O, Đukić A, Rajaković-Ognjanović V. (Beograd)
PROCENA KOEFICIJENATA OPTEREĆENJA ZAGAĐENJEM POVRŠINSKOG OTICAJA SA URBANIH POVRŠINA U BEOGRADU..... 197
31. Milojković I. (Beograd)
UTICAJ ARHEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA BEOGRADSKE TVĐAVE NA PROJEKTOVANJE I IZGRADNJU INTERCEPTORA 207
32. Batinić B, Pavlović D. (Beograd)
NOVA TUNELSKA DERIVACIJA KRIVELJSKE REKE PORED FLOTACIJSKOG JALoviŠTA VELIKI KRIVELJ 215
33. Krstić I. (Leskovac)
PRIMENA DINAMIČKE STAROSTI MULJA NA PPOV „BOGOJEVCE“ LESKOVAC ... 221

3.2. Savremene metode prečišćavanja otpadnih voda i obrade mulja

34. Branković S, Đelić G, Grbović F, Brković D, Rajičić V, Jovanović M, Marin M, Glišić R. (Kragujevac, Čačak, Kruševac, Beograd)
BIOAKUMULACIONI POTENCIJAL ODABRANIH VRSTA U BAZENU DRENAŽNIH VODA RUDNIKA I FLOTACIJE RUDNIKA (RUDNIK, SRBIJA) 225
35. Radenović M, Tenodi S, Pešić V, Tomić R, Dubovina M, Krčmar D. (Novi Sad)
TRETMAN OTPADNIH VODA SA DEPONIJE U NOVOM SADU (SADAŠNJE I BUDUĆE STANJE) 233

4. TEMATSKA GRUPA: VODOSNABDEVANJE

36. Doklešić O. (Herceg Novi – Crna Gora)
SMANJENJE EKSPLOATACIJE IZVORIŠTA OPAČICA – SMANJENJE GUBITAKA VODE U SISTEMU 239
37. Vasić M. (Kruševac)
PRESEK MIKROBIOLOŠKOG I FIZIČKO-HEMIJSKOG STANJA SIROVE VODE GRADSKOG VODOVODA KRUŠEVAC 247
38. Mrazovac Kurilić S, Cibulić V. (Beograd)
KONCETRACIJA GVOŽĐA I MANGANA U VODI ZA PIĆE TEMERINA 257
39. Bašić J, Rogožarski A, Krsmanović S, Luković B, Stefnović D, Crnčević Radović Lj, Budimčić M. (Beograd)
PROCENA ZDRAVSTVENE ISPRAVNOSTI I KVALITETA VODE ZA PIĆE PREMA SADRŽAJU NITRATA I NITRITA U VODOVODU GRADA POŽAREVCA TOKOM 2021. GODINE 263

PREDGOVOR

Nastavljajući dugogodišnju tradiciju, Srpsko društvo za zaštitu voda – SDZV organizuje pedesetprvu po redu godišnju konferenciju o aktuelnim temama zaštite vodnih resursa od zagađenja u cilju njihovog efikasnog i održivog korišćenja. Suorganizator konferencije je JP “Belimarkovac”, Vrnjačka Banja. Zbornik radova konferencije “VODA 2022” sadrži ukupno 39 radova koje je Programski odbor nakon pregleda prihvatio za izlaganje na Konferenciji i štampanje u Zborniku radova. Najveći broj autora radova je iz Srbije a zastupljeni su i radovi autora iz regiona. Radovi su grupisani po sledećim tematskim grupama:

1. VODOPRIVREDNI, EKOLOŠKI, I ORGANIZACIONI ASPEKTI KORIŠĆENJA I ZAŠTITE VODA
2. KVALITET VODA I PROCESI U PRIRODNIM VODAMA
 - 2.1. Površinske vode i sedimenti
 - 2.2. Podzemne vode i vode u karstu
 - 2.3. Priobalne vode Jadranskog mora
 - 2.4. Laboratorijske metode i monitoring
3. SAKUPLJANJE I PREČIŠĆAVANJE OTPADNH VODA
 - 3.1. Uticaj otpadnih voda na vodoprijemnike
 - 3.2. Savremene metode prečišćavanja otpadnih voda i obrade mulja
4. VODOSNABDEVANJE NASELJA
 - 4.1. Eksploatacija i zaštita izvorišta vodosnabdevanja
 - 4.2. Kvalitet vode isporučene potrošačima

Po ustaljenom običaju SDZV, autori su se sami opredeljivali za teme o kojoj će pisati tako da radovi u ovom Zborniku na neki način odslikavaju trenutno stanje i fokus istraživanja u oblastima korišćenja i zaštite voda od zagađenja u Srbiji i regionu. Od aktuelnih tema koje su našle svoje mesto u radovima ovog Zbornika posebno ističemo problematiku hidroloških analiza, primenu novih pokazatelja zagađenja vodnih resursa, prirodom inspirisanih rešenja u upravljanju vodama, aktuelnu problematiku kvaliteta voda i sedimenata, aktuelnu problematiku prečišćavanja komunalnih voda u Srbiji i aktuelne specifičnosti eksploatacije izvorišta voda i kvalitet vode za piće isporučene potrošačima. Struktura stručnih profila autora je, kao i uvek, raznolika, što odgovara posebnoj težnji SDZV da se problemi zaštite voda posmatraju multidisciplinarno, čime se doprinosi poboljšanju sagledavanja i rešavanja problema.

Ove godine Programski odbor će između prispelih radova odabrati one najkvalitetnije koji će nakon potrebnih modifikacija i dopuna biti objavljeni u celini u naučnom časopisu *Water Research and Management* (www.wrmjournal.com) koga izdaje SDZV.

SDZV zahvaljuje ovim putem preduzećima i institucijama koje su pomogle održavanje ove Konferencije, članovima Programskog i Organizacionog odbora kao i autorima radova na uloženom trudu i njihovom stvaralačkom radu u pripremi radova.

Nadamo se i želimo da ovogodišnja Konferencija bude plodonosna i da se svi učesnici vrate u svoju sredinu obogaćeni novim saznanjima i kolegijalnim poznanstvima.

EKOLOŠKI POTENCIJAL AKUMULACIJA U SPECIJALNOM REZERVATU PRIRODE „UVAC” PREMA IPS DIJATOMNOM INDEKSU

Božica Vasiljević*, Olga Jakovljević**, Jelena Krizmanić**, Jelena Vranković*, Stefan Anđus*

* *Univerzitet u Beogradu, Institut za biološka istraživanja „Siniša Stanković” – Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Bulevar despota Stefana 142, 11000 Beograd, Srbija, email: bozica@ibiss.bg.ac.rs*

** *Univerzitet u Beogradu, Biološki fakultet, Institut za botaniku i Botanička bašta „Jevremovac”, Takovska 43, 11000 Beograd, Srbija*

REZIME

Istraživanja bentosnih silikatnih algi akumulacionih jezera na reci Uvac i procena ekološkog potencijala na osnovu ovog biološkog elementa kvaliteta do sada su sporadično rađena. Cilj rada je da se prikaže indikativni (preliminarni) ekološki potencijal akumulacija Radoinjsko, Sjeničko i Zlatarsko jezero, na osnovu IPS dijatognog indeksa, primenom standardne metodologije, prema nacionalnim zakonskim i podzakonskim aktima. U uzorcima prikupljenim od avgusta do oktobra 2021. godine, identifikovano je ukupno 95 taksona silikatnih algi, od kojih su najveću relativnu brojnost imali široko rasprostranjeni i taksoni tolerantni na zagađenje. IPS dijatogni indeks je ukazao na dobar i bolji indikativni ekološki potencijal akumulacija u Specijalnom rezervatu prirode „Uvac”.

KLJUČNE REČI: bentosne silikatne alge, jezera, Uvac, monitoring

ECOLOGICAL POTENTIAL OF ACCUMULATIONS IN THE SPECIAL NATURE RESERVE “UVAC” BASED ON IPS DIATOM INDEX

ABSTRACT

Investigation of benthic diatoms of artificial lakes at the Uvac River, and evaluation of the ecological potential based on this biological quality element have been conducted sporadically. The aim of this paper is to present the indicative ecological potential of the reservoirs Radoinja, Sjenica and Zlatar, based on the IPS diatom index, using standard methodology, according to national legislation and by-laws. In the samples collected from August to October 2021, a total of 95 diatom taxa were identified, of which the widespread and pollution-tolerant taxa had the highest relative abundance. The IPS diatom index showed a good indicative ecological potential of reservoirs in the Special Nature Reserve “Uvac”.

KEY WORDS: benthic diatoms, lakes, Uvac, monitoring

UVOD

Fitobentos je jedan od bioloških elemenata kvaliteta vode. Procena ekološkog statusa površinskih voda na osnovu zajednice silikatnih algi, postala je deo nacionalnih zakonskih i podzakonskih akti iz oblasti upravljanja vodama (Službeni glasnik RS br. 30/2010, 74/2011), zasnovanih na smernicama Direktive o vodama (WFD, 2000). Bentosne silikatne alge su se uglavnom upotrebljavale kao pokazatelji kvaliteta tekućih voda. Njihova veća upotreba za jezera Srbije počinje sa uspostavljanjem sistema ocene ekološkog statusa i sa novim saznanjima. U ovom radu su predstavljeni rezultati istraživanja epilimnijskih silikatnih algi akumulacija na Uvcu.

Reka Uvac je planinska reka jugozapadne Srbije, koja je zajedno sa svojim pritokama važno hidrološko obeležje Pešterske visoravni (Grujičić-Tešić, 2017). Tokom od 119 km, najduža je pritoka Lima. Teče kroz krečnjačke stene, formirajući na pojedinim mestima usku, kanjonsku dolinu sa uklještenim meandrima (Božić i sar., 2014). Na reci Uvac, kao deo Limskog hidroenergetskog sistema, šezdesetih i sedamdesetih godina 20. veka, formirane su tri veštačke akumulacije sa tri brane: Sjeničko jezero (u selu Akmačići), Zlatarsko jezero (kod Kokinog Broda) i Radoinjsko jezero (kod Radoinje) (Grujičić-Tešić, 2017). Zbog prirodnih i predeonih vrednosti, deo klisure reke Uvac i njenih pritoka ima status Specijalnog rezervata prirode „Uvac” (SRP „Uvac”), u kategoriji zaštićenog područja izuzetnog značaja (Službeni glasnik RS br. 25/2006, 110/2006; Anonimus, 2019). Prethodni podaci o silikatnim algama veštačkih jezera na Uvcu se mogu naći u okviru istraživanja fitoplanktona jezera (Pečić i sar., 2018; Subakov Simić i sar., 2018) i rezultata nacionalnog monitoringa (Denić i sar., 2015; Čađo i sar., 2020). Oskudnost podataka o bentosnim silikatnim algama Sjeničkog, Zlatarskog i Radoinjskog jezera, kao i ostalih jezera u Srbiji, je razumljiva, imajući u vidu značaj fitoplanktona u jezerima i usmerenost prethodnih ispitivanja ka ovoj zajednici.

Cilj istraživanja akumulacija u SRP „Uvac” u 2021. godini je bio određivanje kvalitativnog i kvantitativnog sastava silikatnih algi iz epilimnijskih uzoraka sa odabranih lokaliteta, i ocena indikativnog (preliminarnog) ekološkog potencijala prema nacionalnim propisima.

MATERIJAL I METODE

Uzorci fitobentosa su prikupljeni prema standardu SRPS EN 13946 (2015). Na svakom lokalitetu je odabrano pet kamenova iz litoralne zone jezera, sa kojih je sastrugan i ispran u bočicu sloj fitobentosa površine oko 10 cm². Uzorci su fiksirani formaldehidom do konačne koncentracije od 4%. Materijal je obrađen u laboratoriji primenom metode sa vrućom kiselinom, nakon čega su pripremljeni trajni preparati silikatnih algi (SRPS EN 13946, 2015). Identifikacija je urađena korišćenjem mikroskopa Carl Zeiss Axio Lab1 i Carl Zeiss Axio Imager (uveličanja 1000 x i 1600 x) i taksonomske literature (Krammer i Lange-Bertalot, 1986, 1988, 2004, 2011; Lange-Bertalot, 1993, 2001; Krammer, 1997 a, 1997 b, 2000, 2002, 2003; Lange-Bertalot i sar., 2017). Relativna brojnost zabeleženih taksona je određena na osnovu 400 valvi silikatnih algi (SRPS EN 14407, 2015). Dobijeni kvalitativni i kvantitativni podaci su korišćeni za izračunavanje vrednosti dijatomijskih indeksa u programu OMNIDIA

(Lecointe i sar., 1993). Klase ekološkog statusa na osnovu fitobentosa (silikatnih algi) i ocena preliminarnog ekološkog potencijala određeni su na osnovu vrednosti dijatomnog indeksa IPS (Cemagref, 1982) (Službeni glasnik RS br. 96/2010, 74/2011).

REZULTATI I DISKUSIJA

Uzorkovanje fitobentosa iz akumulacija u SRP „Uvac” je urađeno od avgusta do oktobra 2021. godine. Obuhvatilo je dva lokaliteta na akumulaciji Radoinjsko jezero (ispod Užičkog mosta i ušće Vraneškog potoka), tri lokaliteta na Sjeničkom jezeru (brana, ušće Veljušnice i meandri) i jedan lokalitet na Zlatarskom jezeru (brana). U uzorcima je identifikovano ukupno 95 taksona silikatnih algi. Najveća raznovrsnost ustanovljena je u okviru rodova *Navicula* (14) i *Nitzschia* (12). Taksoni zabeleženi na najvećem broju lokaliteta, bili su *Achnanthydium minutissimum* (Kützing) Czarnecki, *A. pyrenaicum* (Hustedt) Kobayasi, *Amphora pediculus* (Kützing) Grunow, *Denticula tenuis* Kützing, *Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot, *N. cryptocephala* Kützing, *N. trivialis* Lange-Bertalot i *Nitzschia dissipata* (Kützing) Grunow, od kojih je takson *A. minutissimum* ujedno i najbrojniji tokom istraživanja.

U uzorcima prikupljenim sa akumulacije Radoinjsko jezero, identifikovano je 38 taksona silikatnih algi, od kojih 24 sa lokaliteta Radoinja – ispod Užičkog mosta i 27 sa lokaliteta Radoinja – ušće Vraneškog potoka. Najveći broj taksona je zabeležen u okviru rodova *Navicula* (8) i *Nitzschia* (5). Najbrojnije vrste u uzorku sa lokaliteta Radoinja – ispod Užičkog mosta bile su *Achnanthydium pyrenaicum* (33,74 %), *Denticula tenuis* (22,91%) i *Staurosirella pinnata* (18,47%), dok su u uzorku sa lokaliteta Radoinja – ušće Vraneškog potoka to bile *A. minutissimum* (35,68%), *Navicula associata* (21,36%) i *S. pinnata* (17,95%).

Sjeničko jezero je uzorkovano na tri lokaliteta. U uzorcima fitobentosa zabeležena su 72 taksona silikatnih algi, od čega 32 sa lokaliteta Sjeničko jezero – brana, 24 taksona sa lokaliteta Sjeničko jezero – meandri i 41 takson sa lokaliteta Sjeničko jezero – ušće Veljušnice. Najveći broj taksona je zabeležen u okviru rodova *Navicula* (11) i *Nitzschia* (9). Dominantna vrsta u uzorku sa lokaliteta Sjeničko jezero – meandri je bila *Achnanthydium catenatum* (61,62%), dok su kao subdominantne zabeležene *A. minutissimum* (10,75%) i planktonska *Pantocsekiella costei* (9,87%). Najbrojnija *A. catenatum* je jedini planktonski predstavnik svog roda. U Evropi se smatra invazivnom vrstom (Coste i Ector, 2000). Beleži se u mezotrofnim staništima (Hoffman, 1994), ali i kao pokazatelj prelaska iz mezotrofnog u eutrofno stanje. Dominantna vrsta na ostala dva lokaliteta je bila *A. minutissimum* (Sjeničko jezero – brana: 32,04% i Sjeničko jezero – ušće Veljušnice: 51,66%). U uzorku sa lokaliteta Sjeničko jezero – brana subdominantni članovi zajednice silikatnih algi su planktonske vrste *P. costei* (10,68%) i *A. catenatum* (9,71%) i *Nitzschia dissipata* (8,74%), dok su u uzorku sa lokaliteta Sjeničko jezero – ušće Veljušnice subdominantne *Amphora pediculus* (6,64%), *N. dissipata* (6,16%) i *Sellaphora bacillum* (5,45%).

Tokom sprovedenog istraživanja, uzet je jedan uzorak fitobentosa sa lokaliteta Zlatarsko jezero – brana. U uzorku je identifikovano 26 taksona silikatnih algi. Najveći broj vrsta je zabeležen u okviru roda *Navicula* (5 taksona). *A. minutissimum* (53,72%) i *Encyonema* sp. (24,22%) se izdvajaju kao najbrojniji taksoni.

Lokaliteti na Radoinjskom, Sjeniĉkom i Zlatarskom jezeru pripadaju akumulacijama na tipu 4 vodotoka (SluŹbeni glasnik RS br. 96/2010, 74/2011). U odnosu na fitobentos kao bioloŹki element ocene ekoloŹkog potencijala, odreĊene su klase ekoloŹkog potencijala (Sl. glasnik RS 74/2011) (Tabela 1). Vrednost dijatomnog indeksa IPS ukazuje na II klasu ekoloŹkog potencijala na svim lokalitetima i dobar i bolji preliminarni ekoloŹki potencijal akumulacija u SRP „Uvac”.

Tabela 1. Klase ekoloŹkog potencijala prema IPS dijatomnom indeksu za lokalitete na istraŹivanim akumulacijama

Table 1. Ecological potential classes for the localities at the investigated reservoirs, according to the IPS diatom index

Akumulacija Lokalitet	Radoinjsko jezero		Sjeniĉko jezero			Zlatarsko jezero
	Ispod UŹiĉkog m.	UŹće VraneŹskog p.	Brana	UŹće VeljuŹnice	Meandri	Brana
IPS	17,9	15,6	15,3	16	17,6	18,1
Klasa ekoloŹkog potencijala	II	II	II	II	II	II

Tokom analize uzoraka sa Radoinjskog, Sjeniĉkog i Zlatarskog jezera, pokazalo se da je za izraĉunavanja vrednosti IPS indeksa koriŹćen visok udeo identifikovanih taksona (92,6% – 100%). Takve vrednosti su oĉekivane, jer se indeks zasniva na velikoj bazi podataka o silikatnim algama, Źto je i osnovni razlog njegove Źiroke primene u monitoringu, prvenstveno tekućih voda (Masouras i sar., 2021). Rezultat sprovedenog istraŹivanja je u skladu sa ocenom ekoloŹkog potencijala Radoinjskog i Sjeniĉkog jezera na osnovu fitobentosa, prema ĆaĊo i sar. (2020). Autori takoĊe ukazuju da je prema rezultatima nacionalnog monitoringa, ekoloŹki potencijal akumulacija za vodosnabdevanje na osnovu fitobentosa za jednu ili dve klase bolji nego Źto pokazuju ispitivanja fitoplanktona i makrobesciĉmenjaka, objaŹnjavajući to prisustvom kosmopolitskih vrsta koje imaju Źiroku ekoloŹku valencu. Usvajanjem naĉela Direktive o vodama (WFD, 2000), bentosne silikatne alge su postale deo nacionalnih zakonskih i podzakonskih akti iz oblasti upravljanja vodama. Upotrebom ove grupe algi u oceni ekoloŹkog statusa jezera, nameće se potreba za razvijanjem efikasnijeg dijatomnog indeksa (Trbojević i sar., 2019, 2021).

ZAKLJUĀAK

Praćenje ekoloŹkog statusa/potencijala koji se zasniva na svim bioloŹkim elementima kvaliteta trebalo bi da bude rutinski deo monitoringa povrŹinskih voda zaŹtićenih podruĉja, imajući u vidu njihov znaĉaj i osetljivost, kao i to da postoji metodologija propisana nacionalnim zakonima. Veća baza podataka i dalja istraŹivanja osetljivosti bentosnih silikatnih algi jezera na razliĉite tipove zagaĊenja doprineli bi usavrŹavanju postojećeg sistema i razvijanju dijatomnog indeksa za jezera Srbije.

Zahvalnica

Ovaj rad je finansiran od strane Specijalnog rezervata prirode „Uvac“, ugovor br. 278/21 odnosno 01-1006/1 od 28.06.2021. godine i Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, ugovor br. 451-03-68/2022-14/200007 i br. 451-03-68/2022-14/200178.

LITERATURA:

- Anonimus (2019) Specijalni rezervat prirode „Uvac“. Studija zaštite – stručna osnova za zaštitu. Zavod za zaštitu prirode Srbije. Beograd.
- Božić, S., Tomić, N., Pavić, D., Canyons as potential geotourism attractions of Serbia—comparative analysis of Lazar and Uvac canyons by using M-GAM model, *Acta Geoturistica*, 5 (2) (2014) 18 – 30
- Cemagref (1982) Etude des méthodes biologiques quantitative d’appréciation de la qualité des eaux. Rapport Division Qualité des Eaux Lyon – Agence financière de Bassin Rhône–Méditerranée–Corse, Pierre-Bénite
- Coste, M., Ector, L., Diatomées invasives exotiques ou rares en France: principales observations effectuées au cours des dernières décennies, *Systematics and geography of plants* (2000) 373 – 400
- Hoffman, G., Aufwuchs-Diatomeen in Seen und ihre Eignung als Indikatoren der Trophie. – *Bibliotheca Diatomologica*, 30 (1994) 1 – 241
- Čađo, S., Novaković, B., Đurković, A., Denić, L., Glišić, T., Stojanović, Z., Veljković, N., Domanović, M., Žarić D., Ekološki potencijal akumulacija za vodosnabdevanje u Srbiji, *Voda i sanitarna tehnika* 50 (3 – 4) (2020) 19 – 40
- Denić, Lj., Čađo, S., Đurković, A., Novaković, B., Dopuda-Glišić, T., Veljković, N., Stojanović, Z., Milovanović, J., Domanović, M. (2015) Status površinskih voda Srbije. Analize i elementi za projektovanje monitoringa. Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine, Agencija za zaštitu životne sredine, Beograd.
- Grujičić-Tešić, L. V., Geonasleđe Golije i Peštera. Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet. Doktorska disertacija. (2017) 179
- Krammer, K., *Diatoms of Europe. Volume 1: The genus Pinnularia* (2000), A.R.G. Gantner Verlag K.G.
- Krammer, K., *Diatoms of Europe. Volume 3: Cymbella*. (2002), A.R.G. Gantner Verlag K.G
- Krammer, K., *Diatoms of Europe. Volume 4: Cymbopleura, Delicata, Navicymbula, Gomphocymbellopsis, Afrocybella* (2003), A.R.G. Gantner Verlag K.G
- Krammer, K., Die cymbelloiden Diatomeen, Teil 1. *Bibliotheca Diatomologica* 36 (1997 a), J. Cramer, Berlin-Stuttgart
- Krammer, K., Die cymbelloiden Diatomeen, Teil 2. *Bibliotheca Diatomologica* 37 (1997 b), J. Cramer, Berlin-Stuttgart
- Krammer, K., Lange-Bertalot, H., Bacillariophyceae 1, Teil: Naviculaceae. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D. (eds.). *Süßwasser flora von Mitteleuropa*, Band 2/1 (1986), Gustav Fischer Verlag, Jena
- Krammer, K., Lange-Bertalot, H., Bacillariophyceae 2/2, Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. In: H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig, D. Mollenhauer, (eds.). *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, Band 2/2 (1988), Gustav Fischer Verlag, Stuttgart
- Krammer, K., Lange-Bertalot, H., Bacillariophyceae 2/3, Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In: H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig, D. Mollenhauer (eds.). *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, Band 2/3 (2004), Gustav Fischer Verlag, Stuttgart
- Krammer, K., Lange-Bertalot, H., Bacillariophyceae 2/4, Teil: Achnanthaceae, Kristische Ergänzungen zu Navicula (Lineolate) und Gomphonema. In: H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig, D. Mollenhauer

- (eds.). Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/4 (2011), Gustav Fischer Verlag, Stuttgart
- Lange-Bertalot, H., 85 Neue Taxa und über 100 weitere neu definierte Taxa ergänzend zur Süßwasserflora von Mitteleuropa, *Bibliotheca Diatomologica* 27 (2/1-4) (1993), J. Cramer, Berlin-Stuttgart
- Lange-Bertalot, H., *Diatoms of Europe, Navicula sensu stricto, Volume 2: 10 genera separated from Navicula sensu lato, Frustulia* (2001), A.R.G. Gantner Verlag K.G
- Lange-Bertalot, H., Hofmann, G., Werum, M., Cantonati, M., *Freshwater Benthic Diatoms of Central Europe: Over 800 Common Species Used in Ecological Assessment. English edition with updated taxonomy and added species* (2017), Koeltz Botanical Books, Schmittens-Oberreifenberg
- Lecointe, C., Coste, M., Prygiel, J., *Omnidia: software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management, Hydrobiologia* 269/270 (1993) 509 – 513
- Masouras, A., Karaouzas, I., Dimitriou, E., Tsirtsis, G., Smeti, E., *Benthic Diatoms in River Biomonitoring – Present and Future Perspectives within the Water Framework Directive, Water* 13 (4) (2021) 478
- Pečić, M., Trbojević, I., Kostić, D., Marjanović, M., Predojević, D., Simić, G. S., *Ecological Potential Assessment of the Uvac Reservoirs Based on Phytoplankton Communities, Water Research and Management* 8 (2) (2018) 33 – 40
- Službeni glasnik Republike Srbije 110/2006, Uredba o izmenama i dopunama Uredbe o zaštiti Specijalnog rezervata prirode „Uvac“
- Službeni glasnik Republike Srbije 25/2006, Uredba o zaštiti Specijalnog rezervata prirode „Uvac“
- Službeni glasnik Republike Srbije 30/2010, Zakon o vodama
- Službeni glasnik Republike Srbije 74/2011, Pravilnik o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda
- Službeni glasnik Republike Srbije 96/2010, Pravilnik o utvrđivanju vodnih tela površinskih i podzemnih voda
- SRPS EN 13946:2015, Kvalitet vode – Uputstvo za rutinsko uzimanje uzoraka i pripremu preparata bentosnih silikatnih algi iz reka i jezera
- SRPS EN 14407:2015, Kvalitet vode – Uputstvo za identifikaciju i utvrđivanje brojnosti bentosnih silikatnih algi iz reka i jezera
- Subakov Simić, G., Kostić, D. Marjanović, M., Trbojević, I., *Struktura fitoplanktona u akumulacijama u Uvcu, Zbornik radova, Voda 2018: 47. konferencija o aktuelnim temama korišćenja i zaštite voda, Soko Banja. Srpsko društvo za zaštitu voda i Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“, Beograd* (2018) 67 – 74
- Trbojević, I. S., Popović, S. S., Milovanović, V. V., Predojević, D. D., Simić, G. V. S., Jakovljević, O. S., Krizmanić, J. Ž., *Substrate type selection in diatom based lake water quality assessment, Knowledge & Management of Aquatic Ecosystems* (422) (2021) 21
- Trbojević, I. S., Predojević, D. D., Subakov-Simić, G. V., Krizmanić, J. Ž., *Periphytic diatoms in the presence of a cyanobacterial bloom: A case study of the Vrutci Reservoir in Serbia. Archives of Biological Sciences* 71 (2) (2019) 215 – 223
- 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. European Union, the European Parliament and Council, Luxembourg*

ISBN-978-86-916753-9-4