

**SRPSKO DRUŠTVO ZA ZAŠTITU VODA**

50. konferencija o aktuelnim temama korišćenja i zaštite voda

# VODA 2021

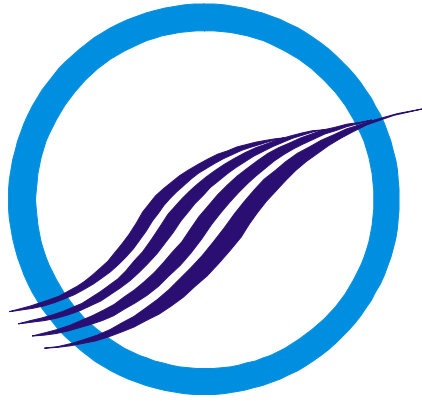
*The 50th Annual Conference of the Serbian Water Pollution Control Society*

**WATER 2021**

*Conference Proceedings*



Zlatibor, 22. – 24. septembar 2021.



[www.sdzv.org.rs](http://www.sdzv.org.rs)

**SRPSKO DRUŠTVO ZA ZAŠTITU VODA**

*SERBIAN WATER POLLUTION CONTROL SOCIETY*

## II

### 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.Makedonija  
Prof. Dr. Goran SEKULIĆ, dipl.inž.građ, Podgorica-Crna Gora  
Prof. dr Violeta CIBULIĆ, dipl.hem., Beograd  
Prof. dr Slavka STANKOVIĆ, dipl.inž.tehnol., Beograd  
Prof. dr Zorana NAUNOVIĆ, dipl.inž.tehnol., Beograd  
Dr Aleksandar JOKSIMOVIĆ, dipl.biol., Kotor-Crna Gora  
Dr Božica VASILJEVIĆ, dipl.biol., Beograd

### UREDNIK (EDITOR):

Dr Aleksandar ĐUKIĆ, dipl.inž.građ.

*Svi radovi u ovom zborniku radova su recenzirani. Stavovi izneti u ovoj publikaciji ne odražavaju nužno i stavove izdavača, urednika ili programskog odbora.*

### TIRAŽ (CIRCULATION):

200 primeraka

### ŠTAMPA:

"Akademska izdanja", Zemun, 2021

CIP - Каталогизација у публикацији  
Народна библиотека Србије, Београд

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

ГОДИШЊА конференција о актуелним проблемима коришћења и заштите вода (50 ; 2021 ; Златибор)  
Voda 2021 : zbornik radova 50. godišnje konferencije o aktuelnim problemima korišćenja i zaštite voda = Water 2021 : conference proceedings 50th Annual Conference of the Serbian Water Pollution Control Society, Zlatibor, 22. - 24. septembar 2021. / [organizatori] Srpsko društvo za zaštitu voda [u saradnji sa JKP "Vodovod Zlatibor", Čajetina]; [urednik, editor Aleksandar Đukić]. - Beograd : Srpsko društvo za zaštitu voda, 2021 (Zemun : Akademska izdanja). - X, [378] str. : ilustr. ; 24 cm

Radovi na srp. i engl. jeziku. - Tekst ćir. i lat. - Tiraž 200. - Str. X: Predgovor / Aleksandar Đukić. - Bibliografija uz svaki rad. - Abstracts.

ISBN 978-86-916753-8-7

a) Воде -- Зборници б) Отпадне воде -- Зборници в) Снабдевање водом -- Зборници  
COBISS.SR-ID 45673481

**SRPSKO DRUŠTVO ZA ZAŠTITU VODA**

**ZBORNİK RADOVA**

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

# **VODA 2021**

*50<sup>TH</sup> ANNUAL CONFERENCE OF THE  
SERBIAN WATER POLLUTION CONTROL SOCIETY  
"WATER 2021"  
CONFERENCE PROCEEDINGS*

**Zlatibor, 22. - 24. septembar 2021.**

## IV

---

### ORGANIZATORI KONFERENCIJE (*CONFERENCE ORGANISERS*):

Srpsko društvo za zaštitu voda (Beograd),  
u saradnji sa  
JKP "Vodovod Zlatibor", Čajetina

### ORGANIZACIONI ODBOR KONFERENCIJE (*ORGANIZING COMMITTEE*):

PREDSEDNIK: Marija VILOTIJEVIĆ, dipl.inž.tehnol, Čajetina

SEKRETAR: Milena MILORADOV, SDZV, Beograd

### ČLANOVI:

Miodrag PIJEŠČIĆ, dipl.inž.gradj., Beograd  
Goran PUZOVIĆ, dipl.inž., Beograd  
Ivan IRKIĆ, dipl.inž.grad., Čajetina  
Dr Aleksandar ĐUKIĆ, dipl.inž.grad. Beograd  
Milutin IGNJATOVIĆ, dipl.inž., Beograd  
Strahinja DANILOVIĆ, dipl.prav, Beograd  
Srđan KRUŽEVIĆ, dipl.ecc, Novi Sad  
Dragan MAKSIMOVIĆ, dipl.inž.grad., Kladovo  
Mr Bratislav STIŠOVIĆ, dipl.ind.grad, Beograd  
Mr Olivera DOKLESTIĆ, dipl.inž.grad., H. Novi, Crna Gora  
Duško VUJOVIĆ, dipl.inž.grad., Trebinje, R.Srpska-BiH  
Dr Aleksandar JOKSIMOVIĆ, dipl.biol, Kotor, Crna Gora  
Dr Milenko SAVIĆ, dipl.inž.tehn. Bijeljina, R.Srpska-BiH  
Dr Milenko SAVIĆ, dipl.inž.tehn. Bijeljina, R.Srpska-BiH

### ODRŽAVANJE KONFERENCIJE SU POMOGLI (*SPONSORED BY*):

- Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije
- Inženjerska komora Srbije

Slika na koricama: motiv sa Zlatibora

## S A D R Ź A J

### C O N T E N T S

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

1. D. Krčmar, M. Bečelić-Tomin, V. Pešić, R. Tomić, B. Dalmacija (Novi Sad)  
AKCIONI PLAN ZA DOSTIZANJE GRANIČNIH VREDNOSTI EMISIJE ZAGAĐUJUĆIH  
MATERIJA U OTPADNIM VODAMA – PRIMER ZA PREHRAMBENU INDUSTRIJU ..... 1
2. V. Teofilović, M. Živković, S. Đajić, N. Stojić, M. Pucarević, S. Miletić, M. Vrvic (Novi  
Sad, Sremska Kamenica, Beograd)  
PRAVNI OKVIR ZA REGULISANJE PROBLEMA MIKROPLASTIKE U SRBIJI ..... 9
3. A. Đukić, O. Govedarica, B. Babić (Beograd)  
OBEZBEĐENJE VODE ZA PIĆE I SANITACIJE ZA MARGINALIZOVANE GRUPE U  
REPUBLICI SRBIJI..... 17
4. O. Doklešić (Herceg Novi - Crna Gora)  
NEKE SPECIFIČNOSTI UPRAVLJANJA VODOVODNIM SISTEMIMA U PRIMORSKOM  
REGIONU, VEZA SA TURISTIČKOM PRIVREDOM ..... 27
5. M. Lakićević, K. Jurić, M. Vicković (Novi Sad)  
KARTIRANJE RAMSARSKIH PODRUČJA U GIS PROGRAMU..... 33
6. M. Bijelić, Z. Bijelić (Frankin-SAD, Novi Sad)  
MODEL OPTIMALNOG UPRAVLJANJE PLANINSKIM VODOTOKOVIMA MANJEG  
ENERGETSKOG POTENCIJALA ..... 41
7. S. Prohaska, J. Plavšić, S. Čatović, V. Bartoš Divac, O. Prohaska, D. Pavlović, S.  
Marjanović, A. Ilić (Beograd, Niš)  
NAJNOVIJA SVEOBUHvatNA ANALIZA MALIH VOA NA TERITORIJI REPUBLIKE  
SRBIJE JUŽNO OD SAVE I DUNAVA ..... 49
8. V. Mandić, S. Kolaković (Kraljevo, Novi Sad)  
PRIMENA METODA PROSTORNE INTERPALACIJE PADAVINA NA SLIVU TOPLICE..... 57
9. D. Veličković, M. Krivokapić (Beograd, Podgorica – Crna Gora)  
ANALIZA INTEZITETA PADAVINA I TEMPERATURE ZA SLIV PLAVSKOG JEZERA U  
PERIODU OD 1966 DO 2020 GODINE ..... 67
10. P. Benka, Z. Srđević, J. Grabić, B. Srđević, S. Ždero, M. Ilić, N. Antonić (Novi Sad)  
PROSTORNI PODACI I GIS OKRUŽENJE KAO PODRŠKA OCENI STANJA EKO-  
SISTEMATSKIH USLUGA PLOVNIH PODRUČJA U PROJEKTU IDEs..... 77
11. B. Ristanović, B. Miljanović, M. Cimbalević, N. Pankov, A. Popović, D. Milošević  
(Novi Sad, Tronoša, Lapovo)  
PRIMENA GIS-A U MODIFIKOVANOM GAVRILOVIĆEVOM MODELU ZA  
IZRAČUNAVANJE EROZIJE BUJIČNIH TOKOVA ..... 83
12. B. Milišić (Trebinje, R. Srpska-BiH),  
INFORMACIONI SISTEM KAO PODRŠKA ODLUČIVANJU I UPRAVLJANJU VODAMA  
NA OBLASOM RIJEČNOM SLIVU TREBIŠNJIĆE ..... 91

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

### 2.1. Površinske vode i sedimenti

13. J. Jovanović Marić, M. Kračun-Kolarević, S. Kolarević, I. Nikolić, K. Sunjog, M. Paunović, B. Vuković-Gačić (Beograd)  
PRIMENA RAPD METODE U EKOGENOTOKSIKOLOŠKIM ISTRAŽIVANJIMA -  
STUDIJE SLUČAJA SAVA I DUNAV ..... 99
14. N. Marinković, K. Jovičić, J. Čanak Atlagić, M. Ilić, J. Đuknić, M. Raković, M. Paunović  
(Beograd)  
PRVI NALAZ *BATRACOBDELLOIDES MOOGI* NESEMANN & CSANYI, 1995 U SRBIJI ..... 105
15. M. Raković, J. Stanković, Đ. Milošević, J. Tomović, N. Popović, A. Atanacković, M. Paunović (Beograd)  
JDS4 – PRISUSTVO ČESTICA MIKROPLASTIKE U TKIVU ŠKOLJKE – *CORBICULA FLUMINEA* /MULLER, 1774/ U DUNAVU ..... 109
16. S. Anđus, B. Tubić, K. Zorić, B. Vasiljević, M. Raković, N. Marinković, M. Paunović  
(Beograd)  
PRVI NALAZ SLATKOVODNIH SUNDJERA: *SPONGILLA LACUSTRIS* LINNAEUS,  
1758 I *EPHYDATIA FLUVIATILIS* /LINNAEUS, 1759/ U CRNOJ GORI ..... 117
17. J. Kovačević, Lj. Grujičić-Tešić (Beograd, Ruma)  
VODE PLANINE GOLIJE ..... 123
18. S. Zlatković, V. Đurković (Beograd)  
PRVI PODACI O MAKROBESKIČMENJACIMA REKE GRADIŠNICE ..... 131
19. S. Zlatković, V. Đurković (Beograd)  
MAKROBESKIČMENJACI DONJEG TOKA REKE GRADAŠNICE ..... 139
20. S. Zlatković, V. Đurković (Beograd)  
MAKROBESKIČMENJACI GORNJEG TOKA REKE SOKOBANJSKE MORAVICE ..... 145
21. D. Nikolić, M. Jaćimović, B. Mičković, M. Smederevac Lalić, G. Cvijanović, S. Skorić  
(Beograd)  
OCENA EKOLOŠKOG STATUSA PET MALIH AKUMULACIJA U CENTRALNOJ SRBIJI  
NA OSNOVU ZAJEDNICA RIBA ..... 151
22. B. Mičković, M. Nikčević, S. Skorić, D. Nikolić, M. Smederevac Lalić, V. Đikanović  
(Beograd)  
KONCENTRACIJA HLOOROFILA–A I TROFIČKI INDEKS UVAČKE AKUMULACIJE ..... 157
23. M. Dubovina, D. Krčmar, S. Tenodi, S. Maletić, B. Dalmacija (Novi Sad)  
PROCENA UTICAJA AKTIVNOSTI IZMULJIVANJA NA KVALITET VODE KANALA  
BEGEJ ..... 163
24. S. Čučković (Trebinje, R.Srpska - BiH)  
BIODIVERZITET FAUNE OBLASNOG RIJEČNOG SLIVA TREBIŠNJICE ..... 169
25. G. Đelić, S. Branković, G. Marković, D. Brković, M. Pavlović (Kragujevac, Čačak)  
PRILOG POZNAVANJU MAKROFITSKE FLORE JUŽNE MORAVE ..... 177

26. I. Mijić Oljačić, S. Pogrmić, N. Pankov, A. Bajić, M. Živković, B. Miljanović (Novi Sad, Sremska Kamenica) BIOLOŠKI PARAMETRI U MONITORINGU RIBOLOVNIH VODA NA PRIMERU FRUŠKOGORSKIH AKUMULACIJA .....	185
27. D. L. Mitić, M. Živković, N. Stojić, V. Teofilović, B. Miljanović, Z. Lopičić, M. Pucarević, (Sremski Karlovci, Novi Sad, Beograd) TEŠKI METALI U VODI JEZERA KRALJEVAC .....	193
28. M. Živković, B. Damjanović, B. Miljanović, A. Sarmeš, (Sremska Kamenica, Novi Sad, Šabac, Deliblato) MONITORING STANJA STROGO ZAŠTIĆENE VRSTE BARSKE PAPRATI /THELYPTERIS PALUSTRIS SCHOTT./ U SRP "KRALJEVAC" .....	201
29. N. Dukić, T. Savić, M. Živković (Beograd, Novi Sad, Sremska Kamenica) ODREDJIVANJE EKOLOŠKOG STATUSA REKE POCIBRAVE NA OSNOVU MAKROFITSKE VEGETACIJE.....	207
30. A. Matić, M. Živković, B. Damjanović, D. L. Mitić, N. Pankov, I. Mijić Oljačić., A. Bajić, B. Miljanović (Sremska Kamenica, Novi Sad, Šabac) ODREĐIVANJE KVALITETA VODE JEZERA: SOT, BRUJE I MOHARAČ PRIMENOM SERBIAN WATER QUALITY INDEX .....	209
31. M. Numanović, M. Živković, M. Stefanović, N. Veličković, B. Miljanović (Novi Sad, Sremska Kamenica) NOVA VRSTA ZA SRBIJU <i>ARCYNOPTERYX DICHROA</i> (MCLACHLAN, 1872).....	215
32. M. Numanović, B. Miljanović, M. Živković, (Novi Sad, Sremska Kamenica) EKOLOŠKI STATUS ĐEREKARSKE REKE .....	217
33. S. Radojković, V. Presburger Ulniković, V. Cibulić, N. Waisi (Beograd) KVALITET VODE LUKOVSKO REKE .....	227
34. S. Radojković, V. Presburger Ulniković, V. Cibulić, N. Waisi (Beograd) KVALITET VODE PROLMSKE REKE .....	231

## 2.2. Podzemne vode i vode u karstu

35. B. Vučković, S. Mrazovac Kurilić, V. Cibulić, Lj. Nikolić Bujanović (Kosovska Mitrovica, Beograd) RADON I FLUOR U IZVORSKIM VODAMA OPŠTINE ŠTRPCE – KOSOVO I METOHIJA.....	235
---	-----

## 2.3. Priobalne vode Jadranskog mora

36. A. Joksimović, Z. Ikica, M. Đurović, B. Pestorić, R. Laušević, T. Mitrović, M. Peković, (Kotor-Crna Gora) ULOGA BOKA AKVARIJUMA U EDUKACIJI ŠKOLSKE DJECE O ZNAČAJU OČUVANJA MORSKOG BIODIVERZITETA .....	241
37. S. Gvozdrenović, M. Mandić, V. Mačić, I. Peraš, V. Pešić (Kotor, Podgorica-Crna Gora) DIVERZITET MORSKIH ŠKOLJKI U BOKOKOTORSKOM ZALIVU, CRNA GORA /JUGOISTOČNI JADRAN/ .....	247



## VIII

38. N. Bošković, D. Joksimović, O. Bajt (Kotor-Crna Gora)  
ZASTUPLJENOST MIKROPLASTIKE U SEDIMENTU BOKOKOTORSKOG ZALIVA .....257
39. V. Vukanić, (Novi Pazar)  
VREMENSKO PROSTORNA VARIACIJA MALIH COPEPODA U U PLITKOM  
POLUZATVORENOM AMBIJENTU BOKOKOTORSKOG ZALIVA ZALIVA .....263

### 2.4. Laboratorijske metode i monitoring

40. Đorđević, J.Mikić, S. Knežević, D. Relić, B. Šljukić Paunović, (Beograd)  
ODREDJIVANJE NITROBENZENA POMOĆU KOMPOZITNIH CuAg/rGO i CoAg/rGO  
ELEKTRODA .....269

## 3. TEMATSKA GRUPA: SAKUPLJANJE I PREČIŠĆAVANJE OTPADNH VODA

### 3.1. Sistemi za sakupljanje otpadnih voda

41. I. Milojković, M. Popović, L. Rogljić (Beograd)  
KANALISANJE OTPADNIH VODA U GOLUBINJU .....275
42. N. Andjelić, S. Ivanović, C. Mitrović (Beograd)  
SAKUPLJANJE OTPADNIH VODA U OKVIRU TERMoeLEKTRANE – VRSTE I NAČIN  
PREČIŠĆAVANJA .....283

### 3.2. Savremene metode prečišćavanja otpadnih voda i obrade mulja

43. D. Vuković (Beograd)  
PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA NA PRIMERU NASELJA ZLATIBOR.....291
44. D. Đorđević, (Beograd)  
DOBIJANJE NUTRIJENATA IZ OTPADNE VODE NA POSTROJENJU ZA  
PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA .....297
45. G. Sekulić (Podgorica-Crna Gora)  
ODREĐIVANJE LOKACIJE POSTROJENJA ZA PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA  
NA PRIMJERU POSTROJENJA U CRNOJ GORI.....305
46. S. Branković, R. Glišić, M. Topuzović, G. Đelić, Z. Simić, V. Rajčić, F. Grbović  
(Kragujevac, Niš)  
FITOREMEDIJACIONI POTNCIJAL VRSTE *EQUSETUM ARVENSE* L. U SMANJENJU  
SADRŽAJA METALA IZ DRENAŽNIH VODA RUDNIKA .....311
47. M. Milosavljević (Kruševac)  
KANALIZACIONI MULJ PPOV KRUŠEVAC – ENERGETSKI RESURS .....319
48. S. Ketin, M. Andrejić (Beograd)  
SHIP WASTEWATER MANAGEMENT.....325
49. Lj. Nikolić Bujanović, S. Mrazovac Kurilić, V. Cibulić, B. Vučković (Beograd,  
Kosovska Mitrovica)  
EFIKASNOST FERATA(VI) U UKLANJANJU FENOLA IZ INDUSTRIJSKIH OTPADNIH  
VODA .....335

- 
50. V. Cibulić, S. Mrazovac Kuriić, N. Staletović, Lj. Nikolić (Beograd, Bujanovac)  
PROCEDNE OTPADNE VODE SANITARNIH DEPONIJA – KARAKTERISTIKE I  
REČIŠĆAVANJE ..... 341
51. V. Presburger Ulniković, A. Popović, V. Cibulić, N. Waisi (Beograd, Kruševac)  
ODRŽIVO UPRAVLJANJE OTPADOM IZ POSTUPKA PREČIŠĆAVANJA OTPADNIH  
VODA – PRIMER HEMIJSKE INDUSTRIJE..... 347
52. J. Dimitrijević, S. Jevtić, J. Petrović. M. Koprivica, J. Kovačina, A. Marinković  
(Beograd)  
MODIFIKOVANI SINTETSKI ZEOLIT - MORDENIT KAO ADSORBENS  $Cu^{2+}$  i  $Pb^{2+}$   
JONA IZ VODENIH RASTVORA ..... 353
53. Lj. Grujčić-Tešić (Ruma)  
ZEOLIT – PRIMENA - PALEOEKOLOŠKI USLOVI FORMIRANJA LEŽIŠTA ZEOLITA..... 359

#### **4. TEMATSKA GRUPA: VODOSNABDEVANJE**

54. O. Doklestić, D. Grubač, D. Pestorić, M. Simović (Herceg Novi - Crna Gora)  
PROJEKCIJA MOGUĆEG KRETANJA VODE NA OSNOVU FIZIČKO-HEMIJSKIH  
PARAMETARA VODOIZVORIŠTA U ZALEĐU HERCEG NOVOG I DIJELA KOTORSKE  
OPŠTINE, GORNJEG I DONJEG MORINJA ..... 365
55. A. Stojanović, D. Vasović (Niš)  
ANALIZA POTREBA ZA ULAGANJE U VODNU BEZBDNOST I RAZVOJ SISTEMA  
JAVNOG VODOSNABDEVANJA ..... 371
56. S. Krsmanović, J. Bašić, D. Pecarski, D. Dragaš Milovanović, Lj. Crnčević Radović, B.  
Majstorović (Beograd)  
ZNAČAJ KVALITETA REKREATIVNIH VODA ..... 375

## OCENA EKOLOŠKOG STATUSA PET MALIH AKUMULACIJA U CENTRALNOJ SRBIJI NA OSNOVU ZAJEDNICE RIBA

Dušan Nikolić, Milica Jaćimović, Branislav Mićković,  
Marija Smederevac-Lalić, Gorčin Cvijanović,  
Stefan Skorić

*Univerzitet u Beogradu – Institut za multidisciplinarna istraživanja, Kneza  
Višeslava 1, 11030 Beograd, Srbija, email: [dusan@imsi.rs](mailto:dusan@imsi.rs)*

### REZIME

Cilj ovog istraživanja bio je da se uporedi status i kvalitet vode u akumulacijama Vlaški Do, Kudreč I, Kudreč II, Topola i Markovačko jezero, na osnovu kvalitativnog i kvantitativnog sastava riblje zajednice. Ustanovljeno je prisustvo 14 vrsta iz sedam familija. Najveći broj vrsta zabeležen je u Markovačkom jezeru, a najmanji u akumulaciji Kudreč II. Primećena je velika učestalost invazivnih vrsta. Vode svih ispitivanih akumulacija pripadaju  $\beta$  mezosaprobni vodama II klase boniteta. Akumulacija Kudreč II imala je kvalitet vode koji spada u III-IV klasu, dok je kod ostalih akumulacija zabeležena II-III klasa. Kvalitet vode u ispitivanim akumulacijama je zadovoljavajući.

KLJUČNE REČI: naselje riba, veštačka jezera, indeks saprobnosti, indeks diverziteta, kvalitet vode

## ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL STATUS OF FIVE SMALL RESERVOIRS IN CENTRAL SERBIA BASED ON THE FISH COMMUNITY

### ABSTRACT

The aim of this study was to compare the status and water quality (WQ) in reservoirs Vlaški Do, Kudreč I, Kudreč II, Topola and Markovac, based on the qualitative and quantitative composition of the fish community. The presence of 14 species from seven families was recorded. The greatest number of species was recorded for Markovac, and the smallest for Kudreč II. A high frequency of invasive species has been observed. The waters of all analyzed reservoirs belong to  $\beta$ -mesosaprobic waters of class II. The Kudreč II reservoir had III-IV WQ class, while other reservoirs had class II-III. The WQ in analyzed reservoirs is satisfactory.

KEY WORDS: fish community, reservoirs, saprobity index, diversity index, water quality

## UVOD

Potrebe stanovništva Srbije za vodom uticale su na izgradnju akumulacija (Dević i sar. 2014). Vremenom, putem prirodnih procesa ili antropogenih aktivnosti, na takvim vodenim telima dolazi do uspostavljanja ihtiozajednice. Struktura i diverzitet zajednice riba predstavljaju važne karakteristike dinamike ekosistema veštačkih jezera (Brown i sar. 2001) i pomažu u razumevanju mehanizama i efekata sredinskih promena (Wootton 1998).

Direktiva o vodama Evropske Unije (EU Water Framework Directive) izdvaja ribe kao jedan od najbitnijih elemenata za procenu ekološkog statusa vodenih ekosistema. Mogućnost upotrebe riba i njihovih zajednica kao indikatora stanja akvatičnih ekosistema je velika, obzirom da pripadaju različitim trofičkim nivoima i naseljavaju različite tipove staništa (Poleksić et al., 2010).

Saprobnost čitave zajednice se može utvrditi na osnovu kvalitativnog i kvantitativnog sastava ribljih vrsta, a upotrebom metode Puntle-Buck (Pantle & Buck 1955). Vrednosti indeksa se povećava sa pogoršanjem uslova, tako da vrednost od 0,5 do 1,5 ukazuje na oligosaprobnu, od 1,5 do 2,5 na  $\beta$  mezosaprobnu, od 2,5 do 3,5 na  $\alpha$  mezosaprobnu i 3,5 do 4,5 na polisaprobnu vodu.

Shannonov indeks ( $H$ ) ili Shannon-Wienerov indeks koristi se za izračunavanje alfa diverziteta, a njegova prednost u odnosu na druge indekse diverziteta je ta što uzima u obzir i broj vrsta i ujednačenost jedinki po vrstama (Shannon & Weaver 1949). Prema Pravilniku o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda (Službeni glasnik RS 2011), vrednost Shannonov indeks veća od 2,20 odgovara klasi I-II, 2,19-1,50 klasi II-III, 1,49-1,20 klasi III-IV i 1,19-0,50 klasi IV-V kvaliteta vode.

Ciljevi ovog rada bili su određivanje kvalitativnog i kvantitativnog sastava ihtiofaune akumulacija Vlaški Do, Kudreč I, Kudreč II, Topola i Markovačko jezero, kao i upoređivanje statusa, odnosno kvaliteta vode ovih akumulacija na osnovu zajednice riba.

## MATERIJAL I METODE

### Opis istraživanih lokaliteta

Terenska istraživanja vršena su tokom oktobra 2020. godine na pet veštačkih jezera u centralnoj Srbiji (Slika 1) čiji režim vodostaja prevashodno zavisi od lokalnih padavina:

1. Vlaški Do (44°28'35.4" N, 20°56'23.9" E) nalazi se severno od Smederevske Palanke. Sa dužinom od oko 1,2 km i širinom oko 120 m zahvata površinu od oko 14,5 ha. Primarna namena ove akumulacije je navodnjavanje.
2. Kudreč I (44°22'38.4" N, 20°58'30.0" E) nalazi se u severoistočnom delu Smederevske Palanke i nastalo je pregrađivanjem potoka Kudreč. Dužina jezera je oko 1,1 km, širina oko 100 m, a ukupna površina oko 12 ha. Služi za navodnjavanje.
3. Kudreč II (44°23'11.7"N 20°59'01.4"E) nadovezuje se na Kudreč I i od njega je odvojeno branom. Manjih je dimenzija, dužine oko 450 m, širine oko 120 m i površine oko 5,5 ha. Takođe služi za navodnjavanje.
4. Jezero u Topoli (44°16'08.3" N, 20°41'30.2" E) nalazi se u severnom delu Topole. Dužina ove akumulacije je oko 250 m i širina oko 50 m, dok je ukupna površina oko 1,2 ha. Primarno predstavljaju akumulacije za rekreaciju.

5. Markovačko jezero (44°23'24.3" N, 20°39'28.8" E) nalazi se u selu Markovac i nastalo je pregrađivanjem reke Kašarne. Akumulacija je dugačka oko 1 km, široka 180 m i zahvata podvršinu od oko 18 ha. Primarna namena mu je navodnjavanje. Uzorkovanje riba i određivanje ekološkog statusa

Uzorci faune riba prkupljeni su standardnim postupcima na reprezentativnim lokacijama, metodom elektroribolova pomoću aparata Villager VGI2400 (230 V, 8,7 A). Takođe, uzorci su prikupljeni i standardnim dubinskim ribarskim mrežama (3 kom., 30 x 1,5 m, veličine okaca 30–50 mm), kao i setom dubinskih „multi-mesh“ mreža (2 kom., 30 x 2 m, veličine okaca 8–100 mm), u lovnom vremenu od 2 h. Izvršena je identifikacija vrsta (Simonović 2001; Kottelat i Freyhof 2007) i utvrđena je brojnost jedinki po vrstama. Autohtone i ribolovno značajne vrste vraćene su u vodu nakon prebrojavanja.

Ukupan indeks saprobnosti izračunat je prema metodi Pantle-Buck (Pantle & Buck 1955),

$$S = \Sigma (s h) / \Sigma h \quad (1)$$

gde je  $S$  indeks saprobnosti,  $s$  saprobna vrednost, a  $h$  abundanca.

Shannonov indeks ( $H$ ) je korišćen za procenu diverziteta, tj. matematičku kvantifikaciju raznovrsnosti zajednice (Shannon & Weaver 1949):

$$H = - \sum_{i=1}^{S_i} p_i \ln p_i \quad (2)$$

gde  $p_i$  predstavlja relativnu zastupljenost  $i$ -te vrste u svakom pojedinačnom uzorku ( $n_i$ ) u odnosu na ukupan broj jedinki te vrste u svim uzorcima ( $N$ ).

## REZULTATI I DISKUSIJA

Najveći broj vrsta ( $n = 13$ ) zabeležen je u Markovačkom jezeru, a najmanji ( $n = 5$ ) u akumulaciji Kudreč II (Tabela 1). U svim akumulacijama, osim u Markovačkom jezeru, zabeležena je velika učestalost invazivnih vrsta – babuške (*Carassius gibelio*), sunčice (*Lepomis gibbosus*) i/ili cverglana (*Ameiurus melas*). Ovakav rezultat ukazuje na neplansko poribljavanje pomenutih akumulacija. Od autohtonih vrsta, najčešće su se javljale ribe iz porodice Cyprinidae – bodorka (*Rutilus rutilus*), crvenperka (*Scardinius erythrophthalmus*) i uklija (*Alburnus alburnus*), i Percidae – smuđ (*Sander lucioperca*) i grgeč (*Perca fluviatilis*).

Od ukupno 14 registrovanih vrsta, njih osam ukazuje na kvalitet vode koji odgovara  $\beta$  mezosaprobnoj nivou, a jedna na o do  $\beta$  mezosaprobne vode (Tabela 1). Ovo ukazuje da su uslovi za opstanak i odvijanje bioloških aktivnosti u pomenutim akumulacijama relativno povoljni. Vrednosti indeksa saprobnosti ( $S$ ) varirale su od 1,89 (Kudreč I) do 1,97 (Vlaški Do) (Tabela 2), tako da vode svih ispitivanih akumulacija pripadaju  $\beta$  mezosaprobnoj vodama II klase boniteta, tj. umereno zagađene vode.

Tabela 1. Kvantitativni sastav naselja riba u svakoj akumulaciji. N – broj jedinki; A – abundanca.  
Table 1. Quantitative composition of fish in each reservoir. N – number of individuals; A – abundance.

	Pokazatelj saprobnosti	Vlaški Do		Kudreč I		Kudreč II		Topola		Markovačko jezero	
		N	A	N	A	N	A	N	A	N	A
Štuka ( <i>Esox lucius</i> )	$\beta$	3	0.78	1	1.03						
Som ( <i>Silurus glanis</i> )	$\beta$									2	0.55
Smuđ ( <i>Sander lucioperca</i> )	$\alpha$ - $\beta$			16	16.49	14	7.33	17	11.11	16	4.42
Grgeč ( <i>Perca fluviatilis</i> )	$\beta$	16	4.18	3	3.09			5	3.27	50	13.81
Šaran ( <i>Cyprinus carpio</i> )	$\beta$	2	0.52					2	1.31	21	5.80
Deverika ( <i>Abramis brama</i> )	$\beta$			8	8.25						
Crvenperka ( <i>Scardinius erythrophthalmus</i> )	$\beta$	28	7.31	5	5.15	13	6.81			1	0.28
Bodorka ( <i>Rutilus rutilus</i> )	$\beta$	29	7.57	22	22.68	37	19.37	17	11.11	134	37.02
Uklija ( <i>Alburnus alburnus</i> )	$\beta$			19	19.59			25	16.34	32	8.84
Babuška ( <i>Carassius gibelio</i> )		37	9.66	23	23.71	24	12.57	23	15.03	36	9.94
Čebačok ( <i>Pseudorasbora parva</i> )		32	8.36							22	6.08
Sunčica ( <i>Lepomis gibbosus</i> )		132	34.46			103	53.93	30	19.61	32	8.84
Glavoč peskar ( <i>Neogobius fluviatilis</i> )										7	1.93
Cverglan ( <i>Ameiurus melas</i> )		104	27.15					34	22.22	9	2.49
Ukupno:		383	100	97	100	191	100	153	100	362	100

Najviša vrednost Shannonovog indeks ( $H$ ) zabeležena je za Markovačko jezero ( $H = 1,99$ ), a najmanja za akumulaciju Kudreč II ( $H = 1,29$ ) (Tabela 2). Akumulacije Vlaški Do, Kudreč I, Topola i Markovačko jezero imale su kvalitet vode koji spada u II-III klasu, dok je lošiji kvalitet (III-IV klasa) zabeležen za akumulaciju Kudreč II (Tabela 2).

Tabela 2. Vrednost indeksa saprobnosti ( $S$ ) i Shannonovog indeksa ( $H$ ), kao i klase kvaliteta vode.  
 Table 2. Values of the saprobity index ( $S$ ) and the Shannon's diversity index ( $H$ ) for studied reservoirs, as well as water quality class.

	Vlaški Do	Kudreč I	Kudreč II	Topola	Markovačko jezero
Indeks saprobnosti ( $S$ )	1.97	1.89	1.90	1.90	1.95
Shannonov indeks ( $H$ )	1.74	1.81	1.29	1.89	1.99
Klasa ekološkog statusa vode	II-III	II-III	III-IV	II-III	II-III

## ZAKLJUČAK

Analizom ihtiofaune pet akumulacija u centralnoj Srbiji, ustanovljeno je prisustvo 14 vrsta iz sedam familija. Najveći broj vrsta zabeležen je u Markovačkom jezeru, a najmanji u akumulaciji Kudreč II. Takođe, zabeležena je relativno visoka učestalost invazivnih vrsta, posebno babuške, sunčice i/ili cverglana, što ukazuje na ekološku nestabilnost i loše upravljanje akumulacijama. Devet vrsta imaju određeni indikatorski značaj, a čak osam predstavljaju indikatore  $\beta$  mezosaprobne vode. Zabeležena su mala variranja indeksa saprobnosti (1,89–1,97) i vode svih ispitivanih akumulacija pripadaju  $\beta$  mezosaprobim vodama II klase boniteta. Prema vrednostima Shannonovog indeksa akumulacija Kudreč II imala je kvalitet vode koji spada u III-IV klasu, dok je kod ostalih akumulacija zabeležena II-III klasa kvaliteta vode. Uzimajući u obzir namenu ispitivanih akumulacija, kvaliteta vode je na zadovoljavajućem nivou.

## Zahvalnica

Istraživanje je podržano od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (broj ugovora: 451-03-9/2021-14/200053).

## LITERATURA:

- Brown J.H., Morgan Ernest S.K., Parody J.M., Haskell J.P., Regulation of diversity: maintenance of species richness in changing environments, *Oecologia* 126 (2001) 321–332.
- Dević G., Đorđević D., Sakan S., Freshwater environmental quality parameters of man-made lakes of Serbia, *Environmental Monitoring and Assessment* 186(8) (2014) 5221–5234.
- Pantle R., Buck H., Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse, *Gas-und Wasserfach* 96 (1955) 604.
- Poleksić V., Lenhardt M., Jarić I., Đorđević D., Gačić Z., Cvijanović G., Rašković B., Liver, gills and skin histopathology and heavy metal content of the Danube sterlet (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758), *Environmental Toxicology and Chemistry* 29 (3) (2010) 515-521.
- Shannon C.E., Weaver W., A mathematical theory of communication, *The Bell System Technical Journal* 27 (1949) 379–423 and 623–656.
- Službeni glasnik RS, Pravilnik o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda, (2011) br. 74/2011.
- Wootton J.T., Effects of disturbance on species diversity: a multitrophic perspective, *The American Naturalist* 152(6) (1998) 803–825.