

**SRPSKO DRUŠTVO ZA ZAŠTITU VODA**

51. konferencija o aktuelnim temama korišćenja i zaštite voda

# VODA 2022

*The 51<sup>st</sup> Annual Conference of the Serbian Water Pollution Control Society*

**WATER 2022**

*Conference Proceedings*



Vrnjačka Banja, 26. – 28. oktobar 2022.



[www.sdzv.org.rs](http://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 - 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 (51 ; 2020 ; Врњачка Бања)**

Voda 2022 : zbornik radova 51. godišnje konferencije о актуелним проблемима коришћења и заштите вода = 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**

*51<sup>ST</sup> 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

## OCENA EKOLOŠKOG STATUSA UVAČKIH AKUMULACIJA NA OSNOVU ZAJEDNICE RIBA

Dušan Nikolić\*, Stefan Skorić\*, Branislav Mićković\*,  
Vesna Đikanović\*\*

\* *Univerzitet u Beogradu - Institut za multidisciplinarna istraživanja, Kneza  
Višeslava 1, 11030 Beograd; e-mail: [dusan@imsi.rs](mailto:dusan@imsi.rs)*

\*\* *Univerzitet u Beogradu, Institut za biološka istraživanja "Siniša Stanković"  
"- Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Bulevar despota Stefana  
142, 11060 Beograd*

### REZIME

Istraživanja zajednica riba obavljena su u oktobru 2019. godine u akumulacijama Uvac, Zlatar i Radoinja na području Specijalnog rezervata prirode "Uvac". Ukupno je registrovano prisustvo 12 vrsta iz pet familija. U svim akumulacijama zabeležena je dominacija ciprinidnih vrsta. Vrednosti indeksa saprobnosti (*S*) varirale su od 1,87 (Radoinja) do 1,95 (Uvac), što odgovara  $\beta$  mezosaprobim vodama II klase boniteta (umereno zagađene vode). Najveći diverzitet zabeležen je za akumulaciju Uvac, a najmanji za Radoinju. Akumulacija Radoinja imala je ekološki potencijal koji spada u III-IV klasu, dok je kod ostalih akumulacija zabeležena II-III klasa. Ekološki status u ispitivanim akumulacijama je zadovoljavajući.

KLJUČNE REČI: ihtiocenoza, veštačka jezera, indeks saprobnosti, Shannon-ov indeks, kvalitet vode.

## ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL STATUS OF RESERVOIRS IN PROTECTED AREA "UVAC" BASED ON THE FISH COMMUNITY

### ABSTRACT

Ichthyofaunistic surveys were conducted in October at Uvac, Zlatar, and Radoinja reservoirs in the area of Special natural reserve "Uvac". The presence of 12 species from five families was recorded. The dominance of cyprinid species was recorded in all reservoirs. The values of the saprobic index (*S*) varied from 1.87 (Radoinja) to 1.95 (Uvac), which corresponds to  $\beta$  mesosaprobic waters of the II quality class (moderately polluted waters). The greatest diversity was recorded for the Uvac reservoir, and the lowest for Radoinja. Radoinja reservoir had an ecological potential that belongs to the III-IV class, while the other reservoirs had a II-III class. The ecological status in the studied reservoirs is satisfactory.

KEY WORDS: fish community, reservoirs, saprobity index, Shannon's diversity index, water quality.

## UVOD

Tokom dvadesetog veka ljudska populacija se utrostručila a upotreba vode je povećana šest puta. Ovo je uticalo na izgradnju akumulacija i povećanu potražnju za vodne resurse zadovoljavajućeg kvaliteta (Brönmark & Hansson 2002). U takvim vodenim telima, zahvaljujući antropogenim aktivnostima ili prirodnim procesima, dolazi do formiranja ribljih zajednica. Kao jedne od najvažnijih karakteristika dinamike ekosistema akumulacija izdvajaju su se divezitet i struktura ihtiocenoze (Brown i sar. 2001) koje pomažu u razumevanju uticaja i mehanizama promena u tim sredinama (Wootton 1998).

U proceni ekološkog statusa vodenih ekosistema, prema Direktivi o vodama Evropske Unije, veliki značaj zazuzimaju ribe. RIBE su verovatno najčešće korišćeni bioindikatori u istraživanjima promena u životnoj sredini jer se lako uzorkuju, imaju dug životni vek, zauzimaju različite položaje u vodenim lancima ishrane, a važan su i izvor hrane za ljude (Nikolić i sar. 2020).

Na osnovu kvalitativnog i kvantitativnog sastava ribljih vrsta, metodom Puntle-Buck (Pantle & Buck 1955) može se odrediti saprobnost čitave zajednice, dok se Shannonovim indeks ( $H$ ) vrši izračunavanje alfa diverziteta. Više vrednosti indeksa saprobnosti ( $S$ ) ukazuju na pogoršanje uslova u istivanom vodenom ekosistemu, odnosno  $0,5 \leq S < 1,5$  odgovara oligosaprobnj,  $1,5 \leq S < 2,5$  mezosaprobnj,  $2,5 \leq S < 3,5$  mezosaprobnj i  $3,5 \leq S < 4,5$  polisaprobnj vodi. 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 od 2,19 do 1,50 odgovara klasi II-III, 1,49-1,20 klasi III-IV i 1,19-0,50 klasi IV-V ekološkog potencijala.

Specijalni rezervat prirode "Uvac" lociran je u jugozapadnoj Srbiji i predstavlja prirodno dobro od izuzetnog značaja (prirodno dobro I kategorije). U okviru rezervata određeno je jedinstveno ribarsko područje pod imenom SRP "Uvac" (Ribarsko područje "Uvac"). Ribarsko područje "Uvac" čine sledeće ribolovne vode:

1. vodoakumulacije Uvac, Zlatar i Radoinja;
2. vodotok reke Uvac između navedenih vodoakumulacija i od ušća u akumulaciju Uvac sve do izvorišta;
3. vodotoci pritoka Uvca u celosti u granicama površinskog sliva te reke uzvodno od profila brane vodoakumulacije Radoinja, odnosno sledeći reke: Grabovica, Veljušnica, Kladnička reka, Vapa, Jablanica, Vrševina, Tisovica, Zložnica, Marića reka i Negbinska reka, kao i pritoke svih navedenih reka.

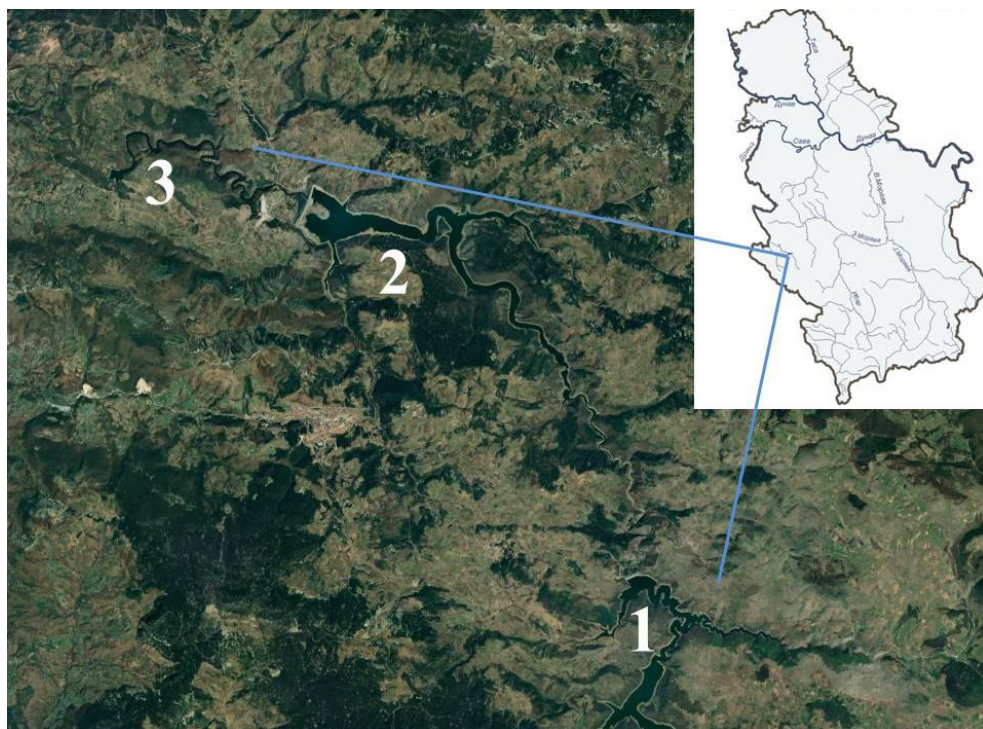
Ciljevi ovog rada bili su određivanje kvalitativnog i kvantitativnog sastava ihtiofaune akumulacija Uvac, Zlatar i Radoinja, kao i upoređivanje statusa, odnosno kvaliteta vode ovih akumulacija na osnovu zajednice riba.

## MATERIJAL I METODE

### Opis istraživanih lokaliteta

Terenska istraživanja vršena su tokom oktobra 2019. godine u tri veštačka jezera (Slika 1) na području Specijalnog rezervata prirode "Uvac":

1. Uvac ( $43^{\circ} 23' 9,20''$  N,  $19^{\circ} 55' 48,91''$  E, 985 m.n.v.) – najmlađe po postanku (hidroelektrana je puštena u rad 1979. godine). Jezero je klisurastog oblika dužine 25 km pri maksimalnom vodostaju, površine  $6,1 \text{ km}^2$ , zapremine  $212.000.000 \text{ m}^3$ , maksimalne dubine od 108 m i širine do 500 m.
2. Zlatar ( $43^{\circ} 30' 25,16''$  N,  $19^{\circ} 50' 6,89''$  E, 880 m.n.v.) – nastalo je izgradnjom hidroelektrane "Kokin Brod" (puštena u rad 1962. godine). Površina jezera iznosi  $7,25 \text{ km}^2$ , zapremina  $250.000.000 \text{ m}^3$ , maksimalne dubine do 75 m i širine od 1.200 do 1.500 m.
3. Radoinja ( $43^{\circ} 31' 35,48''$  N,  $19^{\circ} 45' 2,91''$  E, 810 m.n.v.) – nalazi se nizvodno od Zlatarskog jezera i služi kao kompenzacioni basen za hidroelektranu "Bistrica" na Limu. Spada u grupu manjih jezera dužine 11 km, površine  $0,55 \text{ km}^2$ , zapremina  $4.000.000 \text{ m}^3$ , maksimalne dubine oko 30 m i širine do 500 m.



Slika 1. Mapa lokaliteta: 1 – Uvac; 2 – Zlatar; 3 – Radoinja.

Figure 1. Map of the sampling sites: 1 – Uvac; 2 – Zlatar; 3 – Radoinja.



## Uzorkovanje riba i određivanje ekološkog statusa

Uzorcima faune riba prkupljeni su upotrebom standardnih mrežarskih alata sa promerom okaca od 20 mm, 30 mm, 40 mm, 50 mm, 60 mm i 70 mm (komplet od 6 mreža). Mreža sa promerom okca od 20 mm duga je 20 m i visoka 2 m. Dimenzije ostalih mreža bile su 30 x 2 m. Mreže su postavljane u večernjim satima, a podizane narednog dana izjutra (lovno vreme je bilo oko 15 časova). 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 1948):

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

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

U akumulacijama Uvac i Radoinja zabeleženo je prisustvo osam vrsta, dok je u Zlatarskoj akumulaciji zabeleženo sedam vrsta (Tabela 1). U svim akumulacijama zabeležena je dominacija ciprinidnih vrsta, nativnih za sliv Uvca – skobalj (*Chondrostoma nasus*), klen (*Squalius cephalus*), plotica (*Rutilus virgo*), nenativnih – bodorka (*R. rutilus*), ali i unetih alohtonih – babuška (*Carassius gibelio*). Som (*Silurus glanis*), smuđ (*Sander lucioperca*) i šaran (*Cyprinus carpio*) predstavljaju takođe nenativne vrste sliva Uvca, dok su još dva predstavnika alohtone ihtiofaune jezerska zlatovčica (*Salvelinus umbla*) i sunčica (*Lepomis gibbosus*).

Od ukupno 12 registrovanih vrsta, njih šest ukazuje na kvalitet vode koji odgovara  $\beta$  mezosaprobnoj nivou, a dve 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 1,95 (Uvac) do 1,87 (Radoinja) (Tabela 2), tako da vode svih ispitivanih akumulacija pripadaju  $\beta$  mezosaprobnoj vodama II klase boniteta, tj. umereno zagađene vode. Dodatno, najviša vrednost Shannonovog indeksa ( $H$ ) zabeležena je za akumulaciju Uvac ( $H = 1,71$ ), a najmanja za akumulaciju Radoinja ( $H = 1,48$ ) (Tabela 2). Na osnovu dobijenih rezultata, akumulacija Radoinja imala je ekološki potencijal koji spada u III-IV klasu, dok je kod ostalih akumulacija zabeležena II-III klasa

ekološkog potencijala.

Tabela 1. Kvalitativni i kvantitativni (abundancija) sastav naselja riba u svakoj akumulaciji.  
Table 1. Qualitative and quantitative (abundance) composition of fish in each reservoir.

	Pokazatelj saprobnosti	Uvac	Zlatar	Radoinja
Som ( <i>Silurus glanis</i> )	$\beta$	1,6		
Smuđ ( <i>Sander lucioperca</i> )	o- $\beta$		16,0	2,8
Skobalj ( <i>Chondrostoma nasus</i> )	o- $\beta$	31,7		30,5
Mrena ( <i>Barbus barbus</i> )	$\beta$	5,7		
Klen ( <i>Squalius cephalus</i> )	$\beta$	22,8	8,0	26,4
Šaran ( <i>Cyprinus carpio</i> )	$\beta$	4,1	2,7	1,0
Uklija ( <i>Alburnus alburnus</i> )	$\beta$	1,6		
Bodorka ( <i>Rutilus rutilus</i> )	$\beta$	12,2	30,7	2,6
Plotica ( <i>Rutilus virgo</i> )			36,0	33,1
Babuška ( <i>Carassius gibelio</i> )		20,3	1,3	2,3
Jezerska zlatovčica ( <i>Salvelinus umbla</i> )				1,3
Sunčica ( <i>Lepomis gibbosus</i> )			5,3	

Tabela 2. Vrednost indeksa saprobnosti ( $S$ ) i Shannonovog indeksa ( $H$ ), kao i saprobnost vode.

Table 2. Values of the saprobity index ( $S$ ) and the Shannon's diversity index ( $H$ ) for studied reservoirs, as well as water saprobity.

	Uvac	Zlatar	Radoinja
Indeks saprobnosti ( $S$ )	1.95	1.88	1.87
Shannonov indeks ( $H$ )	1.71	1.54	1.48
Saprobnost vode	$\beta$ mezosaprobna	$\beta$ mezosaprobna	$\beta$ mezosaprobna

## ZAKLJUČAK

Analizom ihtiofaune tri akumulacija na području Specijalnog rezervata prirode "Uvac", ustanovljeno je prisustvo 12 vrsta iz pet familija. U akumulacijama Uvac i Radoinja zabeleženo je prisustvo osam vrsta, dok je u Zlatarskoj akumulaciji zabeleženo sedam vrsta. U svim akumulacijama zabeležena je dominacija ciprinidnih vrsta. Osam vrsta imalo je određeni indikatorski značaj – šest ukazuje na kvalitet vode koji odgovara  $\beta$  mezosaprobnoj nivou, a dve na o do  $\beta$  mezosaprobnoj vodi. Zabeležena su mala variranja indeksa saprobnosti (1,87–1,95) i vode svih ispitivanih akumulacija pripadaju  $\beta$  mezosaprobnoj vodama II klase boniteta. Prema vrednostima Shannonovog indeksa najveći diverzitet zabeležen

je u akumulaciji Uvac, a najmanji u Radoinji. Prema vrednostima Shannonovog indeksa akumulacija Radoinja imala je ekološki potencijal koji spada u III-IV klasu, dok je kod ostalih akumulacija zabeležena II-III klasa ekološkog potencijala. Uzimajući u obzir namenu ispitivanih akumulacija, njihov ekološki status je na zadovoljavajućem nivou.

#### Zahvalnica:

Istraživanje je podržano od Ministarstva obrazovanja, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (br.ugovora 451-03-68/2022-14/200053).

#### 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.
- Bronmark C., Hansson L.A., Environmental issues in lakes and ponds: current state and perspectives. *Environmental Conservation* 29(3) (2002) 290–307.
- Kottelat, M., Freyhof, J.(2007), Handbook of European freshwater fishes 660. Kottelat, Cornol, Switzerland and Freyhof, Berlin Germany
- Nikolić D., Skorić S., Rašković B., Lenhardt M., Krpo-Ćetković J., Impact of reservoir properties on elemental accumulation and histopathology of European perch (*Perca fluviatilis*). *Chemosphere* 244 (2020) 125503.
- Pantle, R., Buck, H., Die Biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. *Gas und Wasserfach* 96 (1955) 604.
- 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.