

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*):

PRESEDNİK: Dr Momir PAUNOVIĆ, dipl.biol, Beograd

POTPRESEDNİK: 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 TEKUĆICA ZAŠTIĆENOG PODRUČJA SRP „UVAC“ NA OSNOVU ZAJEDNICE RIBA

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

* *Univerzitet u Beogradu, Institut za biološka istraživanja "Siniša Stanković"-
Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Bulevar despota Stefana
142, 11060 Beograd; e-mail: djiki@ibiss.bg.ac.rs*

** *Univerzitet u Beogradu- Institut za multidisciplinarna istraživanja, Kneza
Višeslava 1, 11030 Beograd*

REZIME

Ihtiofaunistička istraživanja obavljena su na osam vodotokova na području Specijalnog rezervata prirode „Uvac“. Ukupno je registrovano prisustvo 15 vrsta iz 5 familija. Na osnovu vrednosti primenjenog indeksa saprobnosti vodotoci Uvac, Vapa i Kladnicu su svrstani u I-II klasu ekološkog statusa, Grabovica i Jablanica su II-III klasa, dok su Tisovica, Vrševina i Zložnica kategorisane kao I klasa ekološkog statusa. Istraživane tekućice odlikuje prisustvo nativnih ihtiozajednica, što je od posebnog značaja za očuvanje originalnog diverziteta.

KLJUČNE REČI: ihtiozajednica, sastav i struktura, saprobnost, diverzitet, ekološki status.

THE EVALUATION OF ECOLOGICAL STATUS OF SMALL MOUNTAIN- WATERS/STREAMS IN THE AREA OF RESERVE “UVAC” BASED ON FISH COMMUNITIES

ABSTRACT

Ichthyofaunistic surveys were conducted on eight small streams in the area of Special natural reserve "Uvac". A total of 15 species from 5 families have been identified. Based on the value of the applied saprobity index, watercourses Uvac, Vapa and Kladnicu are classified as I-II ecological status class, Grabovica and Jablanica are II-III class, while Tisovica, Vrševina and Zložnica are categorized as I ecological status class. Native fish communities characterize investigated streams.

KEY WORDS: fish population, composition and structure, saprobity, diversity, ecological status.

UVOD

Uvac izvire pod planinom Ozren, i protiče kroz Sjeničku kotlinu, gde prima reku Vapu i ulazi u kanjonsku dolinu usečenu do 300m u krečnjake, i nakon toga se uliva u Lim. Dužina reke iznosi 119 km, a osim Vape značajnije pritoke su Lešnica, Kladnica, Vrševina i Tisovica sa desne, kao i Čajak i Veljušnica sa leve strane.

Osnovna karakteristika svih vodotokova (sa izuzetkom Uvca) jeste u tome da su kratki i sa dosta promenljivim proticanjem, što je uslovljeno raspodelom padavina i načinom njihovog izlučivanja. Pritoke Uvca karakteriše pojava velikih voda koje se najčešće javljaju u proleće sa otapanjem sneg, i u decembru, kada padaju dugotrajne kiše. Minimum voda je u avgustu i septembru, kada je zbog visokih temperatura povećano isparavanje, i u januaru zbog sniženih temperatura vazduha. Ovo su vode gornjeg ritrona, odlikuju ih sezonski izražene oscilacije protoka i velika heterogenost tipova staništa i spadaju u red fragilnih ekosistema. Naseljavaju ih tipično reofilne vrste riba, a u sastavu ihtiozajednica ovih voda u našem podneblju učestvuje od jedne do desetak vrsta (Simonović, 2010).

Na osnovu karakteristika ihtiozajednica koje ih naseljavaju procenjuje se ekološki status tekućica Specijalnog rezervata prirode "Uvac" prema Pravilniku o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda (Službeni glasnik RS, br. 74/2011). Zbog ograničenosti podataka za procenu izabran je srednji nivo pouzdanosti. Negativni antropogeni uticaji na ekološki status ovih ribolovnih voda ispoljavaju se u vidu pregrađivanja, lokalnog zagađenja, izgradnje pastrmskih ribnjaka.

Osnovni cilj rada je da se na primeru tekućica sa područja Rezervata „Uvac”, analizom sastava i strukture prisutne ihtiofaune, na osnovu odabranih parametara uradi procena ekološkog statusa istih, i time ukaže na značaj zaštite i očuvanja ovog tipa vodotokova.

MATERIJAL I METODE

Obavljena su ihtiološka istraživanja osam tekućica na području rezervata: Uvac (1), Vapa (2), Grabovica (3), Jablanica (4), Kladnica (5), Tisovica (6), Vrševina (7) i Zlošnica (8) (Slika 1). Gornji Uvac obuhvata deo toka Uvca od izvora do ušća Vape i protiče kroz zaštitnu zonu rezervata. Dužina toka je oko 20 km, prosečna širina reke je oko 10 m, a dubina u pojedinim virovima dostiže 1 m. reka Vapa je najbogatija vodom, dužine toka 17,9 km, prosečne širine oko 6 m, pojedini virovi su i preko 2 m dubine. Grabovica (8 km) sa pritokom Jablanicom (8 km) uliva se ispod Sjenice u Vapu. Srednji i donji delovi toka ovih tekućica protiču kroz urbanu sredinu, kanalisani su i služe kao recipijenti otpadnih voda. Kladnica je dužine oko 10 km. Ukupna dužina Tisovice je 19,5 km, od čega 7 km otpada na klisurastu dolinu pri utoku u akumulaciju „Zlatar”. Vrševina, dužine oko 7,5 km, sa desne strane utiče u akumulaciju „Zlatar”. Zlošnica izvire ispod Zlatara duga je 13 km i utiče u akumulaciju „Zlatar” sa leve strane.

Izlov ihtioloških uzoraka obavljen je elektroribolovnim aparatom (Honda, 1,5 KW). Na terenu je vršena identifikacija vrsta, ulovljeni primerci su bili anestetizirani i merene su im osnovne biometrijske karakteristike.



Slika 1. Istraživane tekućice: 1 –Uvac, 2 –Vapa, 3 – Grabovica, 4 – Jablanica, 5 – Kladnica, 6 – Tisovica, 7 – Vrševina, 8 – Zložnica.

Figure 1. Investigated streams: 1 –Uvac, 2 –Vapa, 3 – Grabovica, 4 – Jablanica, 5 – Kladnica, 6 – Tisovica, 7 – Vrševina, 8 – Zložnica

Nakon oporavka od anestezije svi ulovljeni primerci vraćani su nazad u reke. Nomenklatura registrovanih vrsta data je prema Kottelat i Freyhof (2007).

Saprobioška analiza urađena je prema listi organizama bioindikatora prema Moog-u (Moog, 1995), dok je stepen saprobnosti izražen kao saprobni indeks S po metodi Panle-Buck-a (Pantle-Buck, 1955). Ovaj indeks se zasniva na određivanju indeksa saprobnosti (S) na osnovu kvalitativne i kvantitativne analize zajednica riba, koji ukazuju na stepen saprobnosti.

$$S = \sum s_x a / \sum a \quad (1)$$

gde je : a=relativna gustina vrste, s=saprobna valenca vrste/organizma bioindikatora. Za ocenu specijskog diverziteta primenjen je Shannon-ov indeks (Krebs, 1999):

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

H' - indeks diverziteta, p_i – proporcija i-te vrste u uzorku ($p_i = N_i/N$), n_i – broj individua i-te vrste, N – ukupan broj individua, S_t – ukupan broj vrsta.

REZULTATI I DISKUSIJA

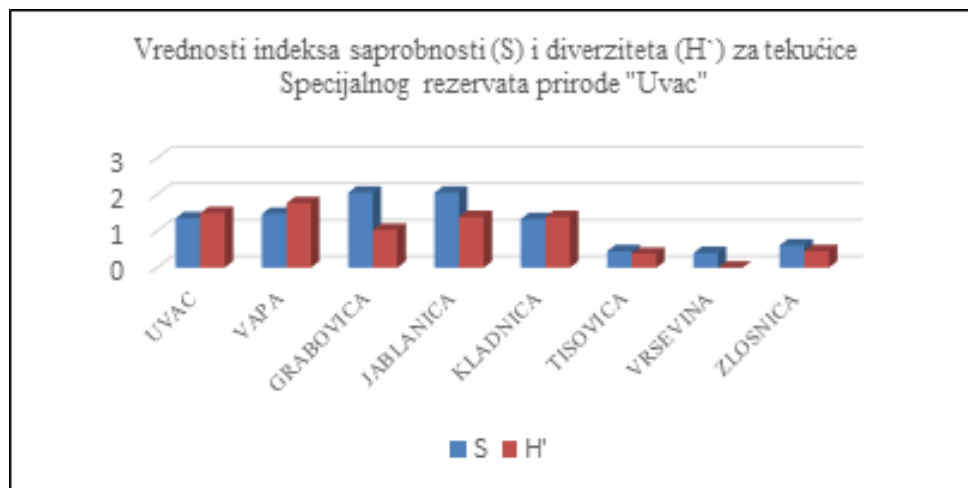
Tokom ihtioloških istraživanja kvalitativnom analizom ihtiofaune tekućica konstatovano je prisustvo 15 vrsta, pri čemu su spisak vrsta, njihova brojnost i distribucija u istraživanim tekućicama prikazani u Tabeli 1.

Tabela 1. Spisak i brojnost vrsta riba registrovanih u istraživanim tekućicama: 1 –Uvac, 2 – Vapa, 3 – Grabovica. 4 – Jablanica, 5 – Kladnica, 6 – Tisovica, 7 – Vrševina, 8 – Zložnica
 Table 1. List of fish species recorded in the investigated streams: 1 –Uvac, 2 – Vapa, 3 – Grabovica. 4 – Jablanica, 5 – Kladnica, 6 – Tisovica, 7 – Vrševina, 8 – Zložnica

FAMILIJA/VRSTA	1	2	3	4	5	6	7	8
	SALMONIDAE							
<i>Hucho hucho</i> (Linnaeus, 1758)		1						
<i>Salmo trutta</i> Linnaeus, 1758	7	18			7	27	9	20
CYPRINIDAE								
<i>Alburnoides bipunctatus</i> (Bloch, 1782)	17	1						
<i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)			6	2	4			
<i>Barbus barbus</i> (Linnaeus, 1758)		1						
<i>Barbus balcanicus</i> Kotlik, Tsigenopoulos, Ráb & Berrebi, 2002	48	51		1	14			
<i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)		3		14				
<i>Chondrostoma nasus</i> (Linnaeus, 1758)		1						
<i>Gobio gobio</i> (Linnaeus, 1758)			1	3				
<i>Squalius cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	18	63	35	24	29			
<i>Phoxinus phoxinus</i> (Linnaeus, 1758)	19	19						4
<i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)			1	16				
NEMACHEILIDAE								
<i>Barbatula barbatula</i> (Linnaeus, 1758)	2	19	15					
GADIDAE								
<i>Lota lota</i> (Linnaeus, 1758)		2						
COTTIDAE								
<i>Cottus gobio</i> Linnaeus, 1758		7			9	4		
N	111	186	58	60	63	31	9	24
Broj taksona	6	13	5	6	5	2	1	2

Od registrovanih vrsta riba, 12 spada u nativnu ihtiofaunu istraživanog područja, dok dve pripadaju translociranim (*Alburnus alburnus*, *Rutilus rutilus*), a jedna alohtonij vrsti (*Carassius gibelio*). Najveći broj vrsta (13) konstatovan je u Vapi, dok je u Vrševini registrovana samo pastrmka. U pogledu brojnosti, maksimalna brojnost taksona zabeležena je u Vapi, a najmanja u Vrševini. Vrste riba koje su bile najbrojnije i najprisutnije su klen, pastrmka i potočna mrena.

Na osnovu saprobnih valenci zabeleženih taksona izračunat je indeks saprobnosti za svaku tekućicu. Takođe je, izračunat i indeks diverziteta ukazujući na bogatstvo vrsta koje naseljavaju ribolovnu vodu. Izračunate vrednosti primenjenih indeksa prikazane su na Slici 2.



Slika 2. Prikaz izračunatih vrednosti indeksa saprobnosti i indeksa diverziteta za ribolovne vode Specijalnog rezervata prirode "Uvac"

Figure 2. Review of calculated values of saprobity index and diversity index for fishing waters of the Special Nature Reserve "Uvac"

Biološki elementi kvaliteta koji su razmatrani u ovom radu su ribe i njihove zajednice. Svaka zajednica riba u istraživanim tekućicama je svojim kvalitativnim i kvantitativnim sastavom definisala stepen saprobnosti istih. Na osnovu vrednosti izračunatog indeksa saprobnosti za svaku tekućicu je određena klasa ekološkog statusa, zavisno od tipa kojem pripada, što je utvrđeno Pravilnikom o utvrđivanju vodnih tela površinskih i podzemnih voda ("Službeni glasnik RS", broj 30/10). Reke Uvac i Vapa pripadaju Tipu 4 (mali i srednji vodotoci, nadmorska visina preko 500 m, dominacija krupne podloge), dok su ostali istraživani vodotoci Tip 6 (mali vodotoci izvan područja Panonske nizije koji nisu obuhvaćeni TIPOM 3 i 4, kao i vodotoci koji nisu obuhvaćeni Pravilnikom o utvrđivanju vodnih tela površinskih i podzemnih voda ("Službeni glasnik RS", broj 30/10)).

Tabela 3. Ekološki status ribolovnih voda Specijalnog rezervata prirode „Uvac”

Table 3. Ecological status of watercourses in Special Nature Reserve "Uvac"

Te kućica	Ekološki status	Tip vodnog tela	Te kućica	Ekološki status	Tip vodnog tela
Uvac	I-II	Tip 4	Kladnica	I-II	Tip 6
Vapa	I-II	Tip 4	Vrševina	I	Tip 6
Grabovica	II-III	Tip 6	Tisovica	I	Tip 6
Jablanica	II-III	Tip 6	Zložnica	I	Tip 6

U Tabeli 3. sumirani su podaci o granicama ekološkog statusa istraživanih tekućica na osnovu ihtiofaunističke zajednice u odnosu na dobijene vrednosti indeksa saprobnosti (Službeni glasnik RS 74/2011).

Svi istraživani vodotoci predstavljaju mrestilišta i hranilišta za neke od nativnih, vrsta od konzervacionog interesa i ribarstveno značajnih vrsta. Samo kod jednog vodotoka migratorni putevi su delimično fragmentirani. U odnosu na morfološke karakteristike istraživanih tekućica i njihovu ukupnu dužinu, broj registrovanih vrsta ukazuje na relativno veliko bogatstvo vrsta. Prema nacionalnom zakonodavstvu, osam vrsta (*Alburnoides bipunctatus*, *Barbus balcanicus*, *Barbus barbus*, *Chondrostoma nasus*, *Squalius cephalus*, *Lota lota*, *Hucho hucho* i *Salmo trutta*) spadaju u zaštićene vrste koje se mogu koristiti u skladu sa propisima iz oblasti ribarstva (Sl. glasnik RS, 98/2016), dok je vrsta *Cottus gobio* strogo zaštićena vrsta, i njena zaštita se sprovodi zabranom korišćenja, uništavanja i preduzimanja aktivnosti kojima se ona i njena staništa mogu ugroziti (Sl. glasnik RS, 98/2016). Kategoriji ribolovno interesantnih pripadaju vrste (*Hucho hucho*, *Salmo trutta*, *Squalius cephalus*, *Chondrostoma nasus* i *Barbus barbus*).

ZAKLJUČAK

Sastav ihtiofaune i funkcija planinskih vodotokova u sklopu šire hidrografske mreže ukazuju na potrebu njihovog očuvanja u svrhu zaštite biodiverziteta i ribljeg fonda.

Zahvalnica:

Istraživanje je podržano od Ministarstva obrazovanja, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (br.ugovora 451-03-68/2022-14/200007 i 451-03-68/2022-14/200053).

LITERATURA

- Kottelat, M., Freyhof, J.(2007), Handbook of European freshwater fishes 660. Kottelat, Cornol, Switzerland and Freyhof, Berlin Germany
- Krebs, C. J. (1999) Ecological methodology. 2nd Edition. Benjamin/Cummings, Menlo Park, California, 620 pp.
- Lenhardt, M., Marković, G., Hegediš, A., Maletin, S., Ćirković, M., Marković, Z., Non-native and translocated fish species in Serbia and their impact on the native ichthyofauna, Res.Fish Biol. Fisheries, 21 (2011) 407-421.
- Moog, O. (ed.) (1995) Fauna Aqualica Austriaca. Katalog zur autecologischen Einsfung. Aquatischer Organismen Osterreichs. Teil II B, Metazoa, Saprobienne Valenzen.
- Pantle, R., Buck, H. (1955): Die Biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. Gas und Wasserfach 96: 604.
- Simonović, P., Akvatični ekosistemi – Ekosistemi planinskih reka, Uvod u ihtiologiju 316 (2010) 210-214
- Službeni glasnik RS 128/2014. Zakon o zaštiti i održivom korišćenju ribljeg fonda.
- Službeni glasnik RS 30/10. Pravilnik o utvrđivanju vodnih tela površinskih i podzemnih voda.
- Službeni glasnik RS 74/2011. Pravilnik o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda
- Službeni glasnik RS 98/2016. Pravilnik o proglašenju i zaštiti strogo zaštićenih i zaštićenih divljih vrsta biljaka, životinja i gljiva.

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*

** *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 β 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 β 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 oligosaprobnjoj, $1,5 \leq S < 2,5$ mezosaprobnjoj, $2,5 \leq S < 3,5$ mezosaprobnjoj i $3,5 \leq S < 4,5$ polisaprobnjoj 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.

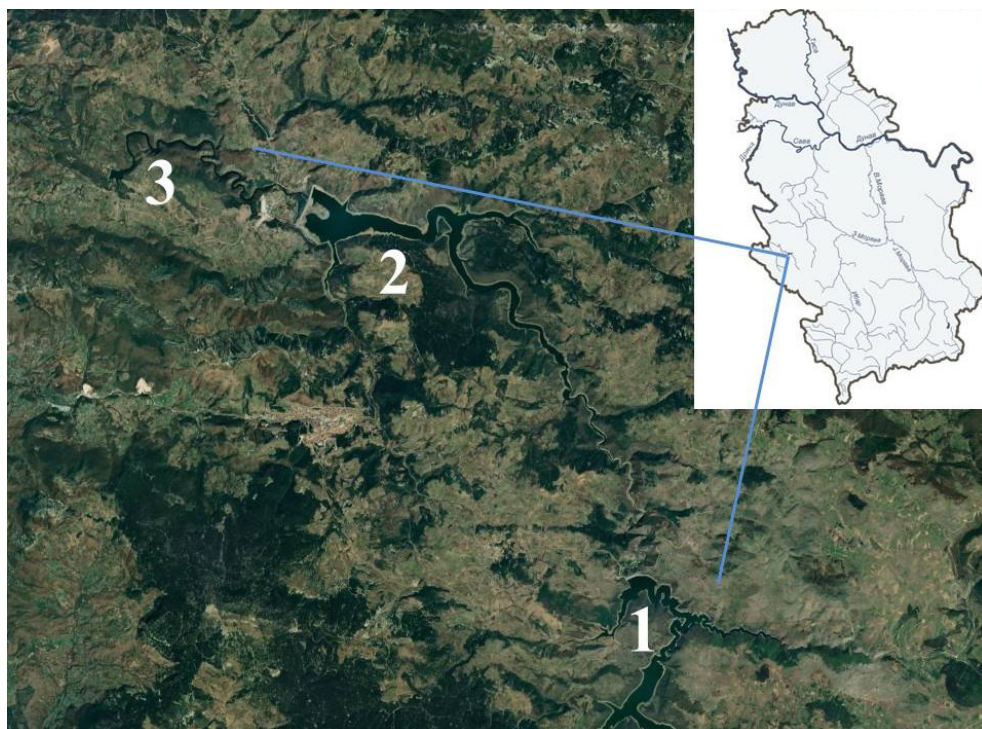
Ciljevi ovog rada bili su određivanje kvalitativnog i kvantitativnog sastava ihtiofaune akumulacija Uvac, Zlatar i Radoinja, kao i upoređivanje statusa, odnosno kvaliteta vode ovih akumulacija na osnovu zajednice riba.

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

Uzorci 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 β mezosaprobnoj nivou, a dve na o do β 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 β 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>)	β	1,6		
Smuđ (<i>Sander lucioperca</i>)	o- β		16,0	2,8
Skobalj (<i>Chondrostoma nasus</i>)	o- β	31,7		30,5
Mrena (<i>Barbus barbus</i>)	β	5,7		
Klen (<i>Squalius cephalus</i>)	β	22,8	8,0	26,4
Šaran (<i>Cyprinus carpio</i>)	β	4,1	2,7	1,0
Uklija (<i>Alburnus alburnus</i>)	β	1,6		
Bodorka (<i>Rutilus rutilus</i>)	β	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	β mezosaprobna	β mezosaprobna	β 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 β mezosaprobnom nivou, a dve na o do β mezosaprobnoj vodi. Zabeležena su mala variranja indeksa saprobnosti (1,87–1,95) i vode svih ispitivanih akumulacija pripadaju β mezosaprobnim 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.