

Mensur ZUKIĆ, MA primijenjene biologije,
Udruženje građana „Eko Mreža“
mensur.zukic@hotmail.com
Prof. dr. **Avdul ADROVIĆ**
Prof. dr. **Elvira HADŽIAHMETOVIĆ-JURIDA**
Adnan MEDIĆ, dipl. ing. šumarstva

REZULTATI JEDNOKRATNIH ISTRAŽIVANJA DIVERZITETA RIBA MODRACA

Apstrakt: Studija je istraživala raznolikost vrsta riba u jezeru Modrac, akumulaciji u Bosni i Hercegovini, tokom novembra i decembra 2020. godine. Ukupno je ulovljeno 214 jedinki riba na 10 različitih lokaliteta, korištenjem mreža tipa popunica, a identificirano je 9 vrsta iz 6 porodica. Najzastupljenije vrste pripadaju porodici Leuciscidae, uključujući *Abramis brama*, *Leuciscus aspius* i *Scardinius erythrophthalmus*. Prisutne su bile i invazivne vrste poput *Carassius gibelio*, *Ameiurus melas* i *Sander lucioperca*, koje predstavljaju prijetnju autohtonim populacijama. Ukupna biomasa svih ulovljenih riba iznosila je 152.373 grama, a najteži primjerak bio je *Leuciscus aspius* mase 4.800 grama. Indeksi biodiverziteta (Shannon-Weaver) ukazali su na loš kvalitet vode, s vrijednostima uglavnom ispod 1, što sugerira visoku zagađenost. Bray-Curtis klusterska analiza pokazala je najveću sličnost u vrstama između lokaliteta L9 i L10. Niska raznolikost vrsta u poređenju s ranijim podacima vjerovatno je posljedica sezonskih uslova, budući da se ribe tokom zime povlače u dublje slojeve vode. Ekološka procjena također je ukazala na antropogene pritiske poput zagađenja i promjena staništa. Izveštaj poziva na poduzimanje mjera za zaštitu autohtonih ribljih populacija i kontrolu širenja invazivnih vrsta.

Ključne riječi: hidroakumulacija Modrac, Lukavac, ihtiofauna, ekologija

RESULTS OF ONE-TIME RESEARCH ON THE FISH DIVERSITY OF MODRAC

Abstract: *This study investigated fish species diversity in Lake Modrac, a hydroaccumulation in Bosnia and Herzegovina, during November and December 2020. A total of 214 fish specimens were caught at 10 different locations using gill nets, and 9 species from 6 families were identified. The most represented species belong to the family Leuciscidae, including *Abramis brama*, *Leuciscus aspius* and *Scardinius erythrophthalmus*. Invasive species such as *Carassius gibelio*, *Ameiurus melas* and *Sander lucioperca* were also present, posing a threat to native populations. The total biomass of all caught fish amounted to 152,373 grams, with the heaviest specimen being *Leuciscus aspius* weighing 4,800 grams. Biodiversity indices (Shannon-Weaver) indicated poor water quality, with values mostly below 1, suggesting a high level of pollution. Bray-Curtis cluster analysis showed the highest similarity in species composition between locations L9 and L10. The low species diversity compared to earlier data is likely a result of seasonal conditions, as fish retreat to deeper water layers during winter. The ecological assessment also indicated anthropogenic pressures such as pollution and habitat changes. The report calls for the implementation of measures to protect native fish populations and to control the spread of invasive species.*

Keywords: *Modrac hydroaccumulation; Lukavac; ichthyofauna; ecology.*

UVOD

Hidroakumulacija Modrac nastala je nakon izgradnje brane na rijeci Spreči šezdesetih godina 20. stoljeća, i najveći je vodoprivredni objekat na prostoru Bosne i Hercegovine. Nastankom hidroakumulacije došlo je do promjene niza ekoloških uslova, bitnih za biljni i životinjski svijet. Promjene su dovele do negativnih utjecaja na migracije riba, a došlo je i do promjena u životima ljudi, koji su razvojnu šansu vidjeli u turizmu. Nastankom hidroakumulacije došlo je do promjena kompleksa ekoloških faktora, koji se mogu sagledati kroz abiotičku i biotičku komponentu, prvenstveno s aspekta promjene kretanja vode, gdje je došlo do pretvaranja tekućice u stajaću vodu, kao i do sukcesivnog razvoja fitoplanktona i zooplanktona. Kroz stanje populacija moguće je vidjeti na koji način izmjene ekoloških faktora kao i antropogeni utjecaji djeluju na populacije riba, dok se kroz postojanje

određenih vrsta kao bioindikatora ogleda važnost pojedinih grupa organizama. Djelimična istraživanja riba vršili su Habeković i sar. (1981), te Zelinka (1971). U periodu od 2000. godine počela su istraživanja faune riba u hidroakumulaciji i njenih pritoka Adrović (2007, 2012) i Skenderović (2016).

MATERIJAL I METODE

Istraživanje ihtiofaune jezera Modrac izvršeno je u cilju analize i utvrđivanja trenutnog stanja diverziteta ihtipopulacija istraživanog područja, a u okviru projekta „*Inventarizacija, analiza i praćenje stanja diverziteta ihtiofaune i ornitofaune jezera Modrac*“. Projekat je realiziran od strane UG *Eko Mreža Srebrenik* u partnerstvu sa SRD *Smuđ* Lukavac i općinom Lukavac, koji je finansirao Fond za zaštitu okoliša Federacije Bosne i Hercegovine. Istraživanje je provedeno prema projektnom zadatku, a na osnovu dozvole broj 03-3-20/7-1113/20, koju je izdalo Ministarstvo poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva Federacije Bosne i Hercegovine, 25.09.2020. godine.

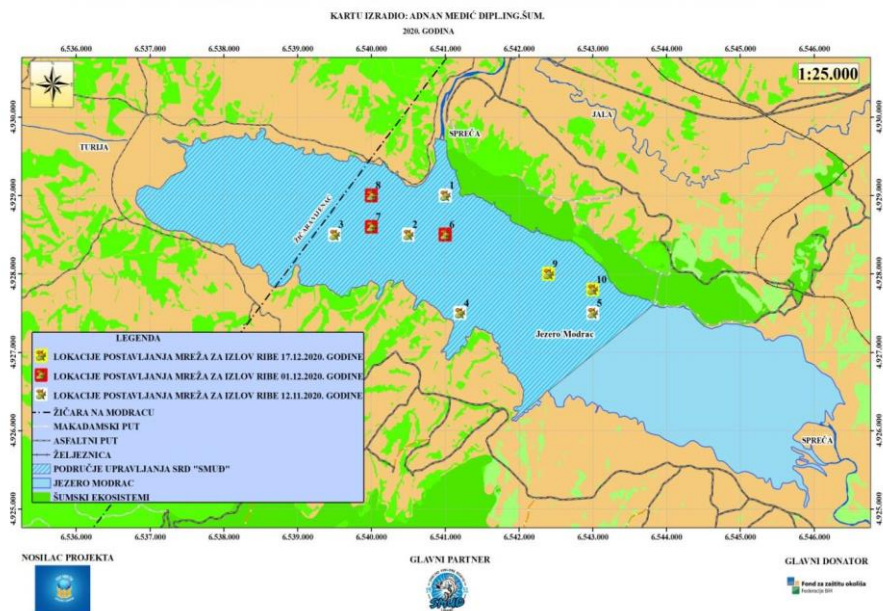
Terenski dio istraživanja vršen je tokom novembra i decembra 2020. godine na ukupno 10 lokacija na području hidroakumulacije. Tokom prvog izlaska na teren, izlov je vršen na pet lokacija: kod hotela Senad od Bosne, Belvedere, Žičara (Prokosovići), Ugarski zaliv (Dublje), Vagoni (Bokavići), dok je kod drugog izlaska na teren izlov vršen na tri lokacije: Senad od Bosne, Belvedere i Žičara. Treći izlov je vršen na dvije lokacije: 600 m istočno od Vagona i 400 m ispred Vagona. (Slika 1.).

Izlov je vršen upotrebom mreža tipa popunice dužine 30 m s promjerom okaca 10-30 mm. Analiza uzoraka na terenu obuhvatila je determinaciju vrsta, kao i mjerenja dužine i mase svake ulovljene jedinke. Zabilježene mjere unošene su u unaprijed pripremljen terenski obrazac. Za potrebe mjerenja totalne i standardne dužine korišten je ihtiometar, dok je vaganje vršeno na digitalnoj vagi „Kern“ 3000-1, preciznosti 0,1 g. Analiza je vršena na živim jedinkama, koje su nakon analize vraćene natrag u jezero. Za potrebe identifikacije i determinacije uzoraka korišteni su ključevi za determinaciju riba Vuković i Ivanović (1971), Vuković (1977) i Simonović (2001). Korištena je i druga stručna literatura Sofradžija (2009). Statistička obrada podataka vršena je upotrebom Microsoft Office paketa – Microsoft Excela, te prema Petz (1985).

Sličnost u sastavu populacija riba sa pojedinih lokaliteta, odnosno indeks biodiverziteta dobijen je upotrebom klaster analize prema Bray-Curtis-ovom indeksu različitosti (Bray i Curtis, 1957). U svrhu analiza ovog tipa korišten je

programski paket Biodiversity ProVer2. Nakon analize uzoraka, izvršena je njihova obrada, pa je za svaki lokalitet izvršen proračun indeksa biodiverziteta biocenoza riba (Shannon- Weaver indeks) (Shannon i Weaver, 1949).

„INVENTARIZACIJA, ANALIZA I PRAĆENJE STANJA DIVERZITETA IHITIOFAUNE I ORNITOFAUNE JEZERA MODRAC“
PREGLEDNA KARTA LOKACIJA MREŽA ZA IZLOV RIBE NA HIDROAKUMULACIJI JEZERA "MODRAC"



Slika 1. Lokaliteti na prostoru hidroakumulacije Modrac obuhvaćeni istraživanjem (Kartiranje izvršio: Adnan Medić)

Stepen ugroženosti određen je prema Crvenoj listi faune Federacije Bosne i Hercegovine (Škrijelj i sar., 2013) i prema trenutnim podacima sa zvaničnog website-a: www.iucnredlist.org: (20.01.2021.) za područje Evrope. Kategorija invazivnosti određena je prema Đug i sar. (2019) i Mihinjač i sar. (2019). Analiza prisustva vrsta vršena je u skladu sa Direktivom o očuvanju prirodnih staništa i divlje faune i flore (92/43 EEC), u skladu sa Bonskom (Konvencija o zaštiti migratornih vrsta životinja) (82/461/EEC) i Bernskom konvencijom (Konvencija o konzervaciji evropskih divljih životinja i prirodnih habitata, 1979). Kartiranje i unos lokacija, odnosno GPS koordinate bilježene su korištenjem GPS uređaja tipa *Magellane Xplorista 310*, a za izradu tematske karte korišten je programski paket *ArcGis 10.2* od *ESRI-ja*.

REZULTATI I DISKUSIJA

Tokom istraživanja ihtiofaune dijela hidroakumulacije Modrac, kojim gazduje Sportsko-ribolovno društvo *Smuđ* Lukavac, ulovljeno je 214 jedinki različitih vrsta riba. Potvrđeno je prisustvo devet različitih vrsta riba iz šest porodica, pri čemu je najbrojnija porodica Leuciscidae s tri vrste. Porodica Cyprinidae je zastupljena s dvije, Esocidae, Percidae, Siluridae i Ictaluridae s po jednom vrstom (Tabela 1). Iz porodice Leuciscidae prisutne su tri vrste riba: deverika (*Abramis brama* Linnaeus, 1758), bucov ili bolen (*Leuciscus aspius* Linnaeus, 1758) i crvenperka (*Scardinius erythrophthalmus* Linnaeus, 1758). Familija Cyprinidae zastupljena je sa dvije vrste: šaran (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) i invazivnom i vrlo adaptivnom vrstom, babuška (*Carassius gibelio* Bloch, 1782). Iz familije Esocidae konstatovano je prisustvo jedne vrste, štuka (*Esox lucius* Linnaeus, 1758). Iz familije Percidae također prisutna je jedna vrsta, smuđ (*Sander lucioperca* Linnaeus, 1758). Iz familije Siluridae u ukupnom uzorku je utvrđeno (*Silurus glanis* Linnaeus, 1758), dok je jedini predstavnik porodice Ictaluridae, invazivna vrsta, američki prisustvo američkog somića (*Ameiurus melas* Rafinesque, 1820). Prema podacima iz Ribarske osnove za ribolovno područje zajednice USR Modrac (Zelinka, 1971), utvrđeno je prisustvo 19 vrsta riba, dok je prema literaturnim podacima autora Adrovića (2012) utvrđeno prisustvo 22 vrste riba i jednog prirodnog hibrida – *Abramis brama* x *Rutilus rutilus*.

Tabela 1. Zbirni podaci o kvalitativnom i kvantitavnom sastavu ihtiopopulacije hidroakumulacije Modrac

Familija	Naziv vrste	Broj jedinki (n)	% brojnosti	Ukupna masa	% mase
Esocidae	<i>Esox lucius</i>	2	0,93	3399	2,20%
Leuciscidae	<i>Abramis brama</i>	67	31,31	21339	14,00%
	<i>Leuciscus aspius</i>	33	15,42	46896	30,80%
	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	1	0,47	350	0,20%
Cyprinidae	<i>Cyprinus carpio</i>	2	0,93	6300	4,10%
	<i>Carassius gibelio</i>	63	29,44	34513	22,70%
Siluridae	<i>Silurus glanis</i>	2	0,93	3300	2,20%
Ictaluridae	<i>Ameiurus melas</i>	9	4,21	1700	1,10%
Percidae	<i>Sander lucioperca</i>	35	16,36	34576	22,70%
	UKUPNO	214	100	152373	100%

Ukupna ihtiomasa ulovljenih jedinki je iznosila 152373,00 grama. Najveća tjelesna masa od 4800,00 grama zabilježena je kod bucova izlovljenog na lokalitetu Senad od Bosne. S obzirom da je istraživanje vršeno u toku novembra i decembra 2020. godine, kada riblje populacije idu u dubinu jezera, zbog pada temperature i hladnijeg vremena, jasno je da ulov nije toliko obilan, kakav bi bio tokom ljetnih mjeseci. Analiza tjelesnih mjera ulovljenih riba, obuhvatila je sljedeće parametre: mjerenje totalne dužine tijela (TD), standardne dužine tijela (SD) i ihtiomase. Mjere totalne dužine i standardne dužine izražene su u centimetrima, dok je masa prikazana u gramima. Rezultati analize, prikazani su u Tabeli 2.

Tabela 2. *Variranje ihtiomase i tjelesnih mjera ulovljenih riba*

Vrsta ribe	Broj jedinki	Totalna dužina (TD) (cm)			Standardna dužina (SD) (cm)			Masa (g)		
		min.	max.	\bar{X}	min.	max.	\bar{X}	min.	max.	\bar{X}
<i>Esox lucius</i>	2	51	67	59	45	60	52,5	987	2412	1699,5
<i>Abramis brama</i>	67	20	46	27,46	16	39	22,35	50	1900	337,52
<i>Leuciscus aspius</i>	33	36	71	47,97	30	61	40,82	400	4800	1488,46
<i>S. erythrophthalmus</i>	1	29	29	29	25	25	25	350	350	350
<i>Cyprinus carpio</i>	2	40	67	53,5	33	58	45,5	1800	4500	3150
<i>Carassius gibelio</i>	63	21	39	28,16	17	31	23,42	120	1900	562,05
<i>Silurus glanis</i>	2	57	67	62	52	59	55,5	1500	1800	1650
<i>Ameiurus melas</i>	9	18	23	20,18	15	21	17,91	50	300	186,36
<i>Sander lucioperca</i>	35	39	60	45,48	35	56	40,61	210	2450	1006,38

Škrijelj i sar. (2005) su u akumulaciji Snježnica tokom 2004. godine ulovili 598 jedinki riba, među kojima je determinirano 11 različitih vrsta. Iz prezentiranih podataka se vidi da je sastav ihtipopulacija sličan, a najbrojnija vrsta je *Alburnus alburnus* (73,82%). Nešto veću brojnost vrsta u odnosu na naše podatke nalazimo u rezultatima koje saopštavaju Nikolić i sar. (2018). Citirani autori su tokom ljeta 2017. godine istraživali faunu riba u pet hidroakumulacija na području zapadne Srbije i to: Garaši, Perućac, Ovčar, Zaovine i Međuvršje. Tokom istraživanja je ulovljeno 795 jedinki, čijom determinacijom je utvrđena 21 vrsta. Rozić i sar. (2018), ukazuju na intenzivno širenje areala pojedinih vrsta iz Crnomorskog u Jadranski sliv. Citirani autori u istraživanju stanja autohtonih i alohtonih riba u neretvanskim hidroakumulacijama, navode da je u Ramskom jezeru prisutan šaran, babuška, smuđ i bjelica (*Leucaspis delineatus*), dok su u Jablaničkoj akumulaciji takođe odavno prisutni šaran, babuška, smuđ i sunčanica (*Lepomis gibbosus*). Autori navode da u Svitavskoj akumulaciji dominiraju linjak (*Tinca tinca*), babuška i

sunčanica. Navedeni autori smatraju da većina introduciranih vrsta predstavlja rezultat ilegalnih (smuđ, štika) i slučajnih (bjelica, sunčanica) aktivnosti. Istovremeno naglašavaju da mala brojnost endemičnih pastrmskih vrsta uprkos stalnim procesima poribljavanja, ukazuje na neučinkovitost ove tradicionalne mjere za ublažavanje posljedica formiranja akumulacija i rada hidroelektrana.

Stepen ugroženosti vrsta evidentiranih vrsta riba, određen je na osnovu uvida u Crvenu listu faune Federacije Bosne i Hercegovine (Škrijelj i sar., 2013), kao i uvidom u trenutno stanje stepena ugroženosti (IUCN kategorizacija) za područje Evrope (<https://www.iucnredlist.org/>; 20.01.2021). Analizom podataka utvrđeno je da za područje Evrope, najviše vrsta ima kategoriju LC – najmanje zabrinjavajuće vrste što je procentualno 66,70%. U kategoriji ranjivih, odnosno osjetljivih (VU) za područje Evrope svrstana je vrsta *Cyprinus carpio*. Prema listi potencijalnih Natura 2000 područja u Federaciji Bosne i Hercegovine (projekat Podrške provođenja Direktive o pticama i Direktive o staništima u Bosni i Hercegovini), jezero Modrac se prema popisu nalazi pod kodom BA8300050. (<https://www.fmoit.gov.ba/bs/okolis/zastita-prirode/ekoloska-mreza-natura-2000/popis-natura-2000-federacije-bih>; 04.02.2021). Na osnovu uvida u Crvenu listu faune FBiH (Škrijelj i sar., 2013), osam od ukupno devet vrsta ima kategoriju ugroženosti LC – najmanje zabrinjavajućih vrsta, što je ukupno 88,90%. Analiza stepena ugroženosti za područje Evrope kao i za područje Bosne i Hercegovine, prikazana je u Tabeli 3.

Tabela 3. Taksonomska analiza ihtiofaune, kategorije ugroženosti i invazivnost vrsta

Redni broj	Vrsta ribe	IUCN KATEGORIJA		Bernska konvencija	Direktiva o staništima	INVAZIVE VRSTE
		ES	CLFBIH			
1.	<i>Esox lucius</i>	LC	LC			
2.	<i>Abramis brama</i>	LC	LC			
3.	<i>Leuciscus aspius</i>	LC	LC	Apendix III	Anex II	
4.	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	LC	LC			
5.	<i>Cyprinus carpio</i>	VU	LC			
6.	<i>Carassius gibelio</i>	NE	LC			x
7.	<i>Silurus glanis</i>	LC	LC	Apendix III		
8.	<i>Ameiurus melas</i>	NE				x
9.	<i>Sander lucioperca</i>	LC	LC			x

Uvidom u literaturne podatke utvrđeno je da tri vrste od ukupno devet pripadaju skupini invazivnih vrsta riba: babuška, smuđ i crni somić (Đug i sar. 2019; Mihinjač i sar., 2019). Spomenute invazivne vrste već imaju vrlo širok areal rasprostranjenja u vodama Bosne i Hercegovine i prisutne su u oba sliva. (Piria i sar. 2017). U tabeli 4. prikazan je ukupan broj i masa ulovljenih jedinki riba po lokalitetima obuhvaćenim istraživanjem na prostoru hidroakumulacije Modrac.

Tabela 4. Prikaz ukupnog broja i mase ulovljenih jedinki riba po lokalitetima

Naziv vrste	L1		L2		L3		L4		L5		L6		L7		L8		L9		L10	
	n	Masa (g)	n	Masa (g)	n	Masa (g)	N	Masa (g)	n	Masa (g)	n	Masa (g)	n	Masa (g)	n	Masa (g)	N	Masa (g)	n	Masa (g)
<i>Aspius aspius</i>	1	4800			18	7050					16	22820	11	13320	4	5300			1	656
<i>Abramis brama</i>	1	1250	3	1100			6	2300			7	1420			9	2110	11	2459	12	3650
<i>Sander lucioperca</i>			2	2000	2	2400					2	2220	1	430	10	8670	10	9529	8	9327
<i>Silurus glanis</i>			1	1500									1	1800						
<i>Ameiurus melas</i>			7	1450											2	250				
<i>Carassius gibelio</i>					19	17600	3	1200			7	5550	9	2270	7	1540	7	2128	11	4225
<i>Cyprinus carpio</i>					2	6300														
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>															1	350				
<i>Esox lucius</i>																	1	2412	1	987
Σ	2	6050	13	6050	41	33350	9	3500	0	0	32	32010	22	17820	33	18220	29	16528	33	18845

Osim analize kvalitativnog i kvantitativnog sastava izvršena je i analiza ekoloških karakteristika ihtiopopulacija na istraživanom području. Ova analiza podrazumijeva upotrebu različitih statističko-ekološko-bioloških alata, pri čemu se dolazi do različitih informacija o stepenu diverziteta na istraživanim lokalitetima (Shannon-Weaver-ov indeks) i stepenu razlika u strukturi određenih biocenoza na različitim lokacijama (Bray-Curtisov indeks). Upotrebom Shannon-Weaverovog indeksa u ekološkoj analizi dobijamo količinu informacija potrebnih za opis svakog člana zajednice. U obzir se uzima broj vrsta i distribucija jedinki, te označava i heterogenost faune, pa je ova metoda u ribarstvu i najčešće korištena. Indeksi diverziteta su zasnovani na teoriji da usljed povećanja zagađenja dolazi do opadanja diverziteta, pa je takav i Shannon-Weaverov indeks koji mjeri red ili nered u sklopu određenog sistema. Vrijednosti indeksa diverziteta se kreću u rasponu od <1 do >3 , na osnovu čega se vrši ocjena kvaliteta vode. Ukoliko je vrijednost manja od 1, onda ukazuje na veliko zagađenje vode; vrijednosti između 1 i 2 ukazuju na veliko onečišćenje; vrijednosti indeksa od 2 do 3 ukazuju na malo zagađenu vodu; dok vrijednosti veće od 3 ukazuju na čistu vodu (Hughes, 1978). Indeks

diverziteta izračunat je na nivou vrsta, a analiza je urađena za devet lokaliteta, jer na lokalitetu Vagoni (L5) nije ulovljena ni jedna jedinka. (Tabela 5).

Tabela 5. *Shannon-Weaverov indeks diverziteta za lokalitete istraživanja*

Index	L1	L2	L3	L4	L6	L7	L8	L9	L10
Shannon H' Log Base 10,	0,30	0,59	0,59	0,30	0,60	0,59	0,77	0,60	0,69
Shannon Hmax Log Base 10,	0,30	0,60	0,60	0,30	0,60	0,60	0,78	0,60	0,70
Shannon J'	0,99	0,98	0,98	1,00	0,99	0,98	0,99	0,99	0,99

Izračunate vrijednosti indeksa diverziteta prikazane su u tabeli 5. na osnovu kojih možemo zaključiti da se radi o veoma onečišćenoj ili veoma zagađenoj vodi. Prema prezentiranim rezultatima, populacije riba su najbolje razvijene u uzorku L10 gdje indeks diverziteta iznosi 0,693, dok najmanji indeks diverziteta iznosi 0,297 (L1).

Tabela 6. *Deskriptivne karakteristike istraživanih lokaliteta*

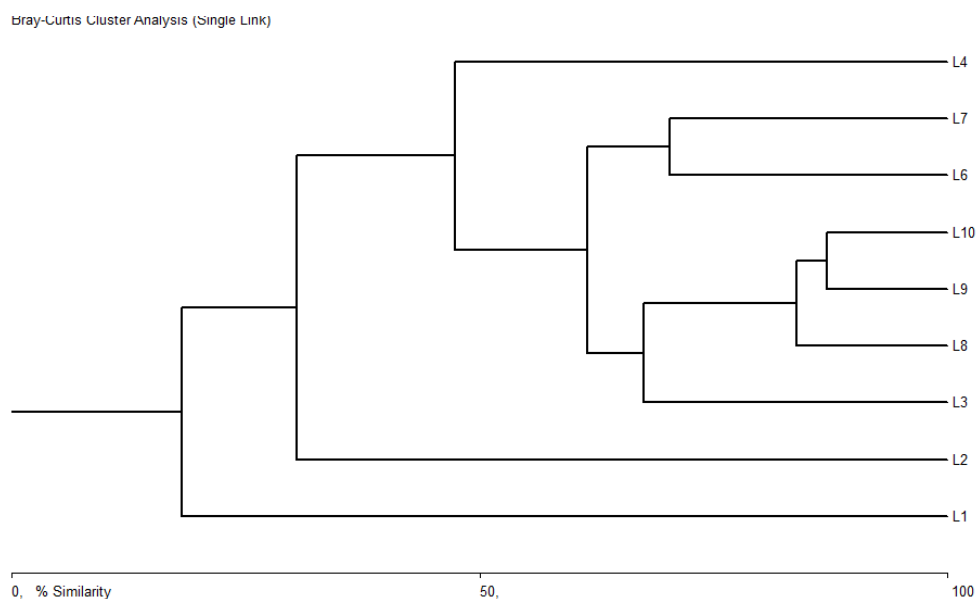
Lokalitet	Mean Individuals	Variance	Standard Deviation	Standard Error	Total Individuals	Total Species	Minimum	Maximum	Mean Confidence Interval
L 1	0.222	0.194	0.441	0.147	2	2	0	1	0.127
L 2	1.444	5.528	2.351	0.784	13	4	0	7	3.612
L 3	4.556	63.278	7.955	2.652	41	4	0	19	41.342
L 4	1	4.5	2.121	0.707	9	2	0	6	2.94
L 6	3.556	30.528	5.525	1.842	32	4	0	16	19.945
L 7	2.444	18.778	4.333	1.444	22	4	0	11	12.268
L 8	3.667	16.25	4.031	1.344	33	6	0	10	10.617
L 9	3.222	22.194	4.711	1.57	29	4	0	11	14.5
L 10	3.667	26.25	5.123	1.708	33	5	0	12	17.15

Stepen razlika u strukturi određene biocenoze na različitim lokacijama pokazuje nam Bray-Curtisov indeks sličnosti ihtiopopulacija.

Tabela 7. *Sličnost pojedinih lokacija izlova na osnovu prisutnih vrsta riba*

Step	Clusters	Distance	Similarity	Joined 1	Joined 2
1	8	12.9032	87.0968	9	10
2	7	24.2424	75.7576	8	9
3	6	29.6296	70.3704	6	7
4	5	51.3514	48.6486	4	8
5	4	64	36	4	5
6	3	80.6452	19.3548	4	6
7	2	86.6667	13.3333	2	3
8	1	95.3488	4.65116	2	4

Klusterski dijagram prikazan na slici 3. na slikovit način pokazuje stanje opisano u tabelama 6. i 7.



Slika 2. *Klaster analiza istraživanih lokaliteta*

Prema podacima navedenim prethodno u tabeli 7. najveću sličnost, s obzirom na diverzitet ulovljenih vrsta pokazuju lokacije 9 i 10, odnosno 600 m istočno od Vagona i lokacija 400 m ispred Vagona.

Tabela 8. *Procenat sličnosti između pojedinih lokaliteta na osnovu diverziteta riba*

	L 1	L 2	L 3	L 4	L 6	L 7	L 8	L 9	L 10
L 1	*	13.3333	4.6512	18.1818	11.7647	8.3333	11.4286	6.4516	11.4286
L 2	*	*	18.5185	27.2727	22.2222	11.4286	30.4348	23.8095	21.7391
L 3	*	*	*	36	43.8356	31.746	48.6486	57.1429	67.5676
L 4	*	*	*	*	43.9024	19.3548	42.8571	47.3684	42.8571
L 6	*	*	*	*	*	70.3704	61.5385	52.459	52.3077
L 7	*	*	*	*	*	*	43.6364	31.3726	40
L 8	*	*	*	*	*	*	*	83.871	75.7576
L 9	*	*	*	*	*	*	*	*	87.0968
L 10	*	*	*	*	*	*	*	*	*

U tabeli 8. prikazan je procenat sličnosti između pojedinih lokaliteta, sa aspekta diverziteta ulovljenih riba.

ZAKLJUČAK

Na temelju rezultata provedenih ihtioloških istraživanja hidroakumulacije jezera Modrac, te utvrđivanja diverziteta riba i struktura ihtiopopulacija može se doći do nekoliko zaključaka. Analiza ukupnog ulova pokazuje odsustvo većeg broja vrsta, koje su ranije zabilježene, a razlog tome je niska temperatura vode u hidroakumulaciji, s obzirom da je najvećim obimom izlov vršen tokom zimskih mjeseci. Utvrđeno je prisustvo ukupno devet vrsta riba, smještenih u šest porodica: Leuciscidae (3), Cyprinidae (2), Esocidae (1), Percidae (1), Siluridae (1) i Ictaluridae (1). Iz porodice Leuciscidae prisutne su tri vrste riba: deverika (*Abramis brama*), bucov ili bolen (*Leuciscus aspius*) i crvenperka (*Scardinius erythrophthalmus*). Familija Cyprinidae zastupljena je sa dvije vrste: šaran (*Cyprinus carpio*) i invazivna, vrlo adaptivna vrsta, babuška (*Carassius gibelio*). Iz familije Esocidae konstatovano je prisustvo jedne vrste, štuka (*Esox lucius*). Iz familije Percidae također prisutna je jedna vrsta, smuđ (*Sander lucioperca*). Familija Siluridae u ukupnom uzorku predstavljena je sa vrstom som (*Silurus glanis*), dok je jedini predstavnik porodice Ictaluridae, invazivna vrsta američki somić (*Ameiurus melas*). Ukupna ihtiomasa ulovljenih jedinki je 152373,00 grama, dok je najveću individualnu ihtiomasu ostvario bucov sa 4800 g, izlovljen na lokalitetu Senad od Bosne. S obzirom na broj jedinki, najveći broj je izlovljen na lokalitetu L3, dok na lokalitetu L5 nije izlovljena ni jedna jedinka. Najveću sličnost u pogledu diverziteta vrsta imaju lokaliteti L9 i L10. Nakon deverike, babuška je vrsta sa najviše jedinki u ukupnom uzorku, što nam govori o tendenciji porasta populacije ove invazivne vrste riba, koja zajedno sa američkim somićem ima negativan utjecaj na autohtone populacije u navedenom staništu. Postojanje vrsta riba koje su inače indikatori srednjih tokova rijeka, govori nam i o određenim ekološkim uslovima kao što su: redukcija količine kiseonika, izražena mutnoća vode, tendencija bržeg zagrijavanja vode ljeti i hlađenja zimi i dr. U konačnici, potrebno je poduzeti konkretne mjere zaštite autohtonih ribljih populacija, kroz njihovu kontrolu, spriječiti unos novih alohtonih vrsta, te smanjiti negativan antropogeni utjecaj (veliki zagađivači, kanalizacija iz domaćinstava, nelegalna i nekontrolisana gradnja, velike količine smeća i dr.).

SUMMARY

Based on the results of the conducted ichthyological research of the Modrac hydroaccumulation, as well as the determination of fish diversity and the structure of ichthyopopulations, several conclusions can be drawn. The analysis of the total catch indicates the absence of a larger number of species previously recorded, which can be explained by the low water temperature in the hydroaccumulation, considering that most of the sampling was carried out during the winter months. A total of nine fish species were identified, belonging to six families: Leuciscidae (3), Cyprinidae (2), Esocidae (1), Percidae (1), Siluridae (1) and Ictaluridae (1). From the family Leuciscidae, three species were recorded: bream (*Abramis brama*), asp (*Leuciscus aspius*) and rudd (*Scardinius erythrophthalmus*). The family Cyprinidae was represented by two species: common carp (*Cyprinus carpio*) and the invasive, highly adaptable species Prussian carp (*Carassius gibelio*). From the family Esocidae, one species was identified – pike (*Esox lucius*), while from the family Percidae, one species was recorded – pike-perch (*Sander lucioperca*). The family Siluridae was represented by the species wels catfish (*Silurus glanis*), while the only representative of the family Ictaluridae was the invasive species black bullhead (*Ameiurus melas*).

The total biomass of the captured specimens amounted to 152,373.00 grams, with the highest individual biomass recorded for asp (*Leuciscus aspius*) weighing 4,800 g, caught at the locality Senad od Bosne. In terms of the number of individuals, the highest catch was recorded at locality L3, while no specimens were recorded at locality L5. The highest similarity in species diversity was observed between localities L9 and L10. After bream, Prussian carp was the species with the highest number of individuals in the total sample, indicating a tendency of population increase of this invasive species, which, together with black bullhead, has a negative impact on native populations in the studied habitat. The presence of fish species that are typically indicators of middle river courses suggests certain ecological conditions such as reduced oxygen levels, increased water turbidity, a tendency for faster warming in summer and cooling in winter, among others. Ultimately, it is necessary to implement concrete measures for the protection of native fish populations, including their monitoring and control, preventing the introduction of new allochthonous species, and reducing negative anthropogenic impacts (major pollutants, household wastewater, illegal and uncontrolled construction, large amounts of waste, etc.).

LITERATURA

1. Adrović, A. (2007): *Biodiverzitet i ekološke osobnosti ihtiopopulacija hidroakumulacije Modrac*. Doktorska disertacija. Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Tuzli;
2. Adrović, A. (2012): *Ribe Modraca. Ihtiološka monografija*. NAMM. Tuzla;
3. Bray, J.R., Curtis, J.T. (1957) *An Ordination of Upland Forest Communities of Southern Wisconsin. Ecological Monographs*, 27, 325-349;
4. Đug, S., Drešković, N., Trožić Borovac, S., Škrijelj, R., Muratović, E., Dautbašić, M., Bašić, N., Korjenić, E., Mujezinović, O., Lukić Bilela, L., Šoljan, D., Trakić, S., Vesnić, A., Šljuka, S., Hrelja, E., Mušović, A., Boškailo, A., Banda, A., Kulijer, D., Hadžić, E. (2019): Inventarizacija i geografska interpretacije invazivnih vrsta u Federaciji Bosne i Hercegovine. Prirodno-matematički fakultet Sarajevo, Univerziteta u Sarajevu. Sarajevo;
5. Habeković, D., Homen, Z., Popović, J. (1981): *Ihtiofauna akumulacijskog jezera "Modrac"*. Stručni rad. Croatian Journal of Fisheries: Ribarstvo, Vol.36, No.1. 4-7;
6. Hughes, B. D. (1978). *The influence of factors other than pollution on the value of Shannon's diversity index for benthic macro-invertebrates in streams. Water Research*, 12 (5): 359-364;
7. Mihinjač, T., Sučić, I., Vucić, M., Ješovnik, A. (2019): *Strane vrste slatkovodnih riba u Hrvatskoj*. Ministarstvo zaštite okoliša i energetike. Zagreb (53-57; 60-64);
8. Nikolić D., Skorić S., Cvijanović G., Jaćimović M., Jovičić K., Hegediš A., Krpo-Četković J. (2018): *Procena diverziteta vrsta riba i kvaliteta vode u pet akumulacija u Srbiji zasnovana na Šenonovom indeksu diverziteta*. VIII Međunarodna konferencija „Water & fish“. Zbornik predavanja. 226-231;
9. Petz, B. (1985): *Osnovne statističke metode*. SNL. Zagreb;
10. Piria, M., Simonović, P., Kalogianni, E., Vardakas, L., Koutsikos, N., Zanella, D., Ristovska, M., Apostolou, A., Adrović, A., Mrdak, D., Tarkan A.S., Milošević, D., Zanella, L., Bakiu, R., Ekmekçi, F. G., Povž, M., Korro, K., Nikolić, V., Škrijelj, R., Kostov, V., Gregori, A., Michael, K.J. (2017): Alien freshwater fish species in the Balkans—Vectors and pathways of introduction. *Fish Fisheries*. 2017:1–32. <https://doi.org/10.1111/faf.12242>;

11. Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and wild fauna and flora. Objavljeno u: OJL 206, 22.7.1992., str.7;
12. Rozić I., Pavličević J., Savić N., Čerimilić Z., Glamuzina B. (2018): *Stanje autohtonih i alohtonih riba u neretvanskim akumulacijama (Bosna i Hercegovina)*. VIII Međunarodna konferencija „Water & fish“. Zbornik predavanja. 73-75;
13. Shannon, C. E., Weaver, W. (1949): *The Mathematical theory of Communication University of Illinois Press, Urbana, 125*;
14. Simonović, P. (2001): *Ribe Srbije*. NNK Internacional Beograd, Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Zavod za zaštitu prirode Srbije, Novi Beograd. Beograd;
15. Skenderović, I. (2016): *Populacije riba rijeke Spreče*. Ihtiološka monografija. OFF-SET, Tuzla;
16. Sofradžija, A. (2009): *Slatkovodne ribe BiH*. Vijeće kongresa bošnjačkih intelektualaca, Sarajevo;
17. Škrijelj R., Lelo S., Drešković N., Sofradžija A., Trožić-Borovac S., Korjenić E., Lukić-Bilela L., Mitrašinović-Brulić M., Kotrošan D., Šljuka S., Gajević M., Karačić J. (2013): *Crvena lista faune Federacije Bosne i Hercegovine. Knjiga 3*;
18. Škrijelj, R., Sofradžija, A., Hadžiselimović, R., Spahić, M., Korjenić, E., Guzina N., Muhamedagić, S., Muzaferović, Š., Adrović, A., Drešković, N. (2005): Hidrološke i ihtiološke karakteristike jezera Sniježnica. Radovi poljoprivrednog fakulteta, Univerziteta u Sarajevu. Vol. L, broj 56/2005. 63-74;
19. Vuković, T. (1977): *Ribe Bosne i Hercegovine*. IGKRO "Svjetlost"-OOUR Zavod za udžbenike, Sarajevo;
20. Vuković, T., Ivanović, B. (1971): *Slatkovodne ribe Jugoslavije*. Sarajevo;
21. Zelinka, M. (1971): *Ribarska osnova za ribolovno područje zajednice USR „Jezero Modrac“*. IHI. Tuzla.

Internet linkovi:

<https://www.iucnredlist.org/>; 20.01.2021.;

<https://www.fmoit.gov.ba/bs/okolis/zastita-prirode/ekoloska-mreza-natura-2000/popis-natura-2000-federacije-bih>; 04.02.2021;

Kartiranje vršio: Adnan Medić.