

Prof. dr. Isat SKENDEROVIĆ, Alma LEJLIĆ, prof.,
prof. dr. Avdul ADROVIĆ, dr.sc. Alen BAJRIĆ
Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Tuzli

ANALIZA KVALITETA VODE RIJEKE BRKE NA OSNOVU MAKROINVERTEBRATA DNA

Apstrakt: Hidrobiološka istraživanja makrozoobentosa rijeke Brke, izvršena su na tri lokaliteta tokom proljeća i ljeta 2017. godine. Biodiverzitet makroinvertebrata je predstavljen sa devet grupa i 13 taksona. Analizom sastava makrofaune najveći diverzitet taksona je imala grupa Trichoptera, slijede grupe sa manjim brojem taksona, Coleoptera, Diptera, Odonata, Plecoptera, Ephemeroptera, Oligochaeta, Hirudinea i Crustacea. Na istraženim lokalitetima tekućice je utvrđeno različito prisutvo taksona, na lokalitetu Rašljani – 8, lokalitet Maoča - 4 i lokalitetu Brod – 6. Na osnovu indeksa saprobnosti utvrđeno je da rijeka Brka ima beta-mezosaprobnost i da se ubraja u drugu klasu kvalitete voda odnosno vode koje su izložene antropogenom uticaju.

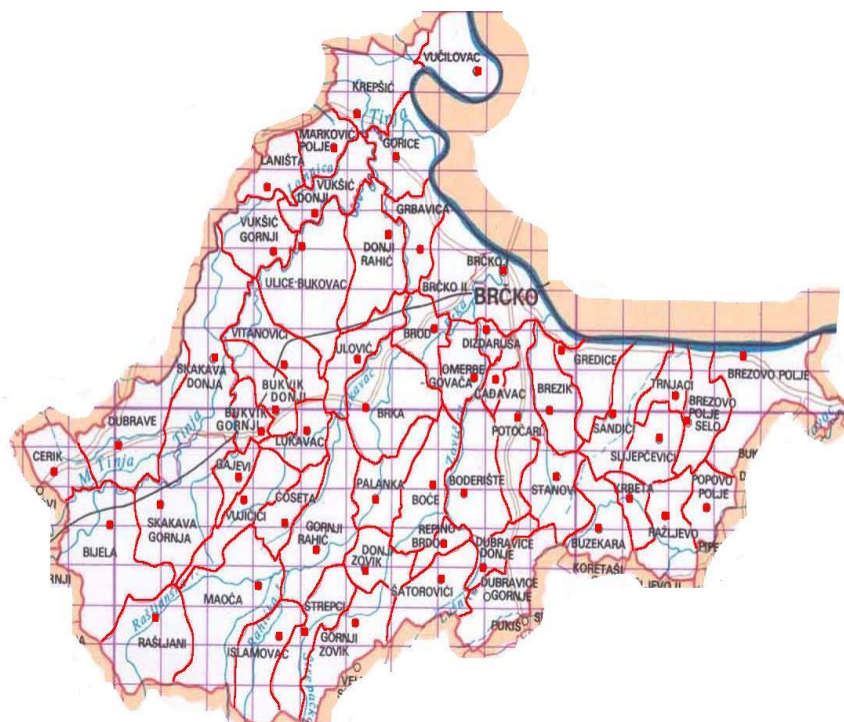
Ključne riječi: biodiverzitet, makroinvertebrate, rijeka Brka

UVOD

Brčko distrikt se nalazi na sjeveroistočnom dijelu Bosne i Hercegovine uz rijeku Savu i granicu prema Republici Hrvatskoj. Geografski položaj Brčko distrikta Bosne i Hercegovine određen je između 44° 50' 24" i 44° 52' 0" sjeverne geografske širine između 18° 46' 53" i 18° 49' 40" istočne geografske dužine. Nadmorska visina područja Brčko distrikta BiH se kreće između 96 i 200 m/n, s tim da je preko 80% teritorije na nadmorskoj visini ispod 200 m/n. Sam grad se nalazi na 44°51' geografske širine i 18° 47' geografske dužine. Brčko Distikt Bosne i Hercegovine, zauzima površinu od 493,3 km² što čini 1% ukupne teritorije Bosne i Hercegovine. Na području Brčko distrikta BiH zastupljena je umjereno-kontinentalna klima s maksimumom padavina u

toplijem dijelu godine i minimumom krajem hladnog perioda. Padavine su neravnomjerno raspoređene tijekom godine i iznose 700-800 l/m². Prosječna temperatura je iznad 10 °C, najhladniji mjesec je januar s prosječnom temperaturom oko -1 °C, a najtopliji juli. U 2017. godini prosječna temperatura za ljeto je bila 28 °C.

Kopnene vode su od ogromnog značaja za čovjeka. One su danas obično pod uticajem većeg opterećenja iz različitih izvora zagađena, iz čega je proizašla potreba relativno česte kontrole kvalitete vode i primjene odgovarajućih metoda u cilju njihove zaštite. Jedna od tih metoda je saprobiološka analiza koja značajno doprinosi boljoj ocjeni kvalitete vode. Makroinvertebrati zoobentosa su organizmi beskičmenjaka sa dna tekućice, veličine tijela preko 0,5 mm. Imaju značajnu ulogu u kruženju materije i protoka energije. Bentosni makroinvertebrati su organizmi koji naseljavaju sediment, odnosno žive na ili u drugim supstratima dna slatkovodnih ekosistema. Faktori koji utiču na rast i razvoj su tip supstrata, količina rastvorenog kiseonika, pH vrijednost, temperature i soli zastupljene u vodi. U Bosni i Hercegovini relativno dobro su istraženi rodovi insekata: *Plecoptera* (Kačanski i sar., 1970, 1972, 1978), *Trichoptera* (Marinković, 1969), *Ephemeroptera* (Tanasijević, 1981), *Simuliidae* (Kačanski, 1970), i *Psychodidae* (Krek, 1999).



Slika 1. Karta Brčko distrikta Bosne i Hercegovine

Rijeka Brka ima dužinu 23 km i čine je dvije manje riječice, Rašljanska i Maočka Rijeka, koje su brdsko-planinskog karaktera i koje svojim tokovima nose stjenosni materijal, različite geološke starosti, npr. krečnjake što uslovljava kamenitu podlogu u gornjem toku rijeke Brke (Akcioni plan energetske održivosti Vlada Brčko distrikta, 2015). U toku godine na proljeće i jesen potok Zovičica (glavna pritoka rijeke Brke) obiluje velikom količinom vode, koja nosi dosta sedimenta (krečnjaka) što direktno utiče na nivo rijeke Brke formirajući pjeskovito dno različite granulacije. Na ušću Brke u Savu formira se muljevito dno kao posljedica negativnog antropogenog djelovanja. Rijeka Brka se uliva u Savu na području grada Brčko.

MATERIJAL I METODE

Istraživanje makroinvertebrata rijeke Brke izvršeno je u toku dvije sezone (proljeće i ljeto) na tri lokaliteta, pri čemu je prikupljeno šest uzoraka. Lokaliteti na kojima je izvršeno uzorkovanje makroinvertebrata tokom 2017. godine su: lokalitet 1 – Rašljani, Lokalitet 2 – Maoča i Lokalitet 3 – Brod. U toku istraživanja makroinvertebrata rijeke Brke primjenjena je metoda koja je poznata pod nazivom “*kick sampling*”. Pri ovoj metodi upotrebljena je odgovarajuća mreža koja se sastoji od drvene drške dužine dva metra. Na kraju drške nalazi se metalni okvir, dimenzija tog okvira su 25 x 25 cm, na kome se nalazi mreža čija su okca promjera 0,5 mm. Pri uzorkovanju na svakom lokalitetu, izvršen je presjek vodotoka tako da se ručna mreža postavi precizno u korito rijeke u pravcu toka, ispred mreže se podigne sediment kamenje i pijesak, te se sačeka da voda spere organizme koji su veći od 0,5 mm, koji se zadrže unutar mreže. Uz primjenu binokularne lupe izvršena je separacija makroinvertebrata i materijal je fiksiran u 70% alkoholu. Determinacija prisutnih makroinvertebrata izvršena je do nivoa vrste uz pomoć ključeva Kerovec (1986), Waringer i Graf (1997).

Biološke karakteristike istraživanog lokaliteta, prikazane su vrstama odgovarajućih taksona, kao i brojem jedinki pojedinačnog taksona i relativnim pristupom izračunatim po formuli (Petz, 1985):

$$A = \frac{n_i}{N} \times 100$$

- **A** – vrijednost relativnog učešća,
- **n_i** – broj jedinki tog taksona,
- **N** – ukupan broj jedinki u uzorku.

Broj vrsta na određenom staništu i ukupna brojnost jedinki na tom staništu glavni su parametri za izradu indeksa diverziteta.

Raznovrsnost zajednica makrozoobentosa prikazat Šanon-Weaverovim indeksom diverziteta (H) makroinvertebrata (Šanon i Weaver, 1949), koji koristi relativnu abudancu pojedinih taksona.

Simpsonov indeks raznolikosti (D) računa se po formuli

$$1 - D = \sum_{i=1}^s P_i^2$$

Gdje je:

- (1 - D) – Simpsonov indeks raznolikosti,
- P_i – je udio jedinki i – te vrste u zajednici, a
- s – broj vrsta u uzorku.

Vrijednost ovog indeksa se kreće od 0 do 1. Simpsonov indeks raznolikosti je predstavnik indeksa tipa II.

Hijerarhijsko grupiranje uzoraka makrozoobentosa po sličnosti/udaljenosti testirati će se BRAY-Curtis klaster analizom (Bray i Curtis, 1957), unutar koje će metoda povezivanja po prosjeku grupa koristiti za formiranje klastera ili grupa najbližnjih uzoraka. Poređenjem analize strukture zajednica na svim provedena je pomoću multivarijante metode grupiranja, tzv. klaster analize, pri čemu je korištena metoda povezivanja na osnovu srednjih vrijednosti.

Na osnovu kvantitativnog i kvalitativnog sastava zajednice utvrđuje se saprobiološko stanje istraživanog vodotoka, te se na temelju toga određuje stepen onečišćenja vode. Identifikacija i brojana zastupljenost pojedine vrste (skala 1, 3 i 5) pokazuje se na listi koja sadrži popis nađenih i identificiranih vrsta, kao i njihov stepen saprobnosti koji je određen prema nekom od indikatorskih sistema. Od tih indikatorskih sistema koristi se Wegl, 1983., gdje možemo za svaku indikatorsku vrstu naći broj bodova koji se koristi pri izračunavanju indeksa saprobnosti. Kao numerička veličina za definiranje klase biocenotičkim parametrom za klasifikaciju voda. Indeks saprobnosti (S) se računa po formuli:

$S = \sum(sh) / \sum(h)$ gdje je

- S = indeks saprobnosti,
- s = stepen saprobnosti,
- h = zastupljenost.

Ako je vrsta zastupljena 1-10% tada je $h = 1$ (rijetko zastupljen)

Ako je vrsta zastupljena 10- 75% tada je $h = 3$ (srednje zastupljen)

Ako je vrsta zastupljena > 75% tada je $h = 5$ (masovno zastupljen)
Svi navedeni indeksi izračunati su pomoću programskog paketa Biodiversity prover 2.

REZULTATI I DISKUSIJA

Analizom kvalitativno-kvantitativnog sastava makroinvertebrata u rijeci Brki konstatovano je 13 taksona sa ukupnim brojem jedinki 376. Najveći broj taksona (8) konstatovan je u uzorku L1 – Rašljani sa 119 jedinki. Najmanji broj taksona (4) i jedinki (109) uočen je na lokalitetu Maoča, na lokalitetu Brod ustanovljeno je prisustvo šest taksona sa najvećim brojem jedinki (148).

Lokalitet Rašljani (L - 1)

Na lokalitetu Rašljani utvrđeno je osam taksona, sa ukupno 119 jedinki. Rezultati analize makroinvertebrata zoobentosa gornjeg toka prikazani su u tabeli 1.

Tabela 1. Kvalitativno-kvantitativni sastav makroinvertebrata zoobentosa rijeke Brke na lokalitetu Rašljani

Takson	Proljeće		Ljeto	
	Broj jedinki	%	Broj jedinki	%
CRUSTACEA				
<i>Gammarus fassarum</i>	1	1,12		
ODONATA				
<i>Gomphus vulgatissimus</i>	1	1,12	1	6,67
EPHEMEROPTERA				
<i>Heptagenia sulphurea</i>	13	14,61	7	46,67
TRICHOPTERA				
<i>Policentropus flavomaculatus</i>	20	22,47		
<i>Hydropsyche instabilis</i>	60	67,42	4	26,67
DIPTERA				
<i>Pericoma sp.</i>	6	6,12		
<i>Atherix ibis</i>			1	6,67
PLECOPTERA				
<i>Nemoura cinerea</i>	3	3,37	2	13,33
Σ broj jedinki	105	100	15	100
Σ taksona	7		5	

Najzastupljenije jedinke u uzorcima zoobentosa rijeke Brke na lokalitetu Rašljani su predstavnici Trichoptera (tulari) čije su jedinke konstatovane tokom proljeća sem četiri jedinke *Hydropsyche instabilis* koje su uzorkovane u jesen. Sa ukupno 60 jedinki i procentualnim učešćem 67,42% vrsta, *Hydropsyche instabilis* je najzastupljenija u ukupnom uzorku i uzorcima uzetih u proljeće sa ovog lokaliteta. U okviru ove grupe, u proljeće je utvrđeno i prisustvo 20 jedinki *Policentropus flavomaculatus*. Od Ephemeroptera (vodeni cjetovi) vrsta *Heptagenia sulphurea* zastupljena sa 20 jedinki tokom proljeća i ljeta. Plecoptera (obalčari) su predstavljeni sa 5 jedinki *Nemoura cinerea* tokom istraživanog perioda. Zastupljene su i Diptere (dvokrilci) sa vrstama *Pericoma sp.* sa ukupno šest jedinki i *Atherix ibis* – 1 jedinka. Vilini konjici (Odonata) su zastupljeni sa jednom vrstom *Gomphus vulgatissimus*. Iz razreda Crustacea je pronađena jedna jedinka račića *Gammarus fassarum* tokom proljeća.

Lokalitet Maoča (L - 2)

U srednjem dijelu rijeke Brke u mjestu Maoča uzorkovanje je izvršeno dva puta, u proljetnom i ljetnom periodu. Lokalitet se odlikuje plitkom vodom koja je u gusto naseljenom području. U blizini ovog lokaliteta nalazi se „Biljana“ fabrika za proizvodnju čajeva. U uzorcima su pronađena četiri taksona sa ukupno 109 jedinki. Kvantitativno-kvalitativni sastav makroinvertebrata zoobentosa srednjeg toka rijeke Brke u mjestu Maoča prikazan je u tabeli 2.

Tabela 2. Kvalitativno-kuantitativni sastav makroinvertebrata zoobentosa rijeke Brke na lokalitetu Maoča

Takson	Proljeće		Ljeto	
	Broj jedinki	%	Broj jedinki	%
COLEOPTERA				
<i>Gyrinus sp.</i>	3	4,84	2	4,26
<i>Riolus subviolaceus</i>	4	6,45	5	10,64
TRICHOPTERA				
<i>Hydropsyche instabilis</i>	50	80,65	30	63,83
OLIGOCHAETA				
<i>Tubifex tubifex</i>	5	8,06	10	21,28
∑ broj jedinki	62	100	47	100
∑ taksona	4		4	

Biodiverzitet makroinvertebrata zoobentosa srednjeg toka rijeke Brke je relativno mala. Najzastupljenije jedinke na ovom lokalitetu su Trichoptera sa vrstom *Hydropsyche instabilis* ukupno 80 jedinki koje su konstatovane u

uzorcima iz proljeća i ljeta. Predstavnici reda Coleoptera su predstavljeni sa vrstama *Riolus subviolaceus* ukupno devet jedinki i vrsta *Gyrinus sp.* sa pet jedinki iz dvije sezone istraživanja. Na lokalitetu L - 2 su ustanovljene jedinke vrste *Tubifex tubifex* klase Oligochaeta.

Lokalitet Brod (L - 3)

Istraženi lokalitet u naselju Brod pripada donjem toku istraživane tekućice. Na ovom lokalitetu pronađeno je šest taksona sa ukupno 148 jedinki. Kvantitativno-kvalitativni sastav makroinvertebrata zoobentosa donjeg toka rijeke Brke na lokalitetu naselja Brod prikazan je u tabeli 3.

Tabela 3 Kvalitativno-kvantitativni sastav makroinvertebrata zoobentosa rijeke Brke na lokalitetu Brod

Takson	Proljeće		Ljeto	
	Broj jedinki	%	Broj jedinki	%
COLEOPTERA				
<i>Gyrinus sp.</i>	4	4,76	2	3,13
<i>Riolus subviolaceus</i>	5	5,95	1	1,56
TRICHOPTERA				
<i>Hydropsyche instabilis</i>	70	83,33	5	7,81
OLIGOCHETA				
<i>Tubifex tubifex</i>	5	5,95	10	15,63
ISOPODA				
<i>Aselus aquaticus</i>			40	62,5
HYRUDINEA				
<i>Haemopsis sanguisuga</i>			6	9,38
∑ broj jedinki	84	100	64	100
∑ taksona	4		6	

Najzastupljenije jedinke na lokalitetu Brod su Trichoptera sa vrstom *Hydropsyche instabilis* sa dominantnim učešćem ove vrste tokom proljeća. U toku ljeta ustanovljene su jedinke vrste *Aselus aquaticus* grupe Isopoda. Red Coleoptera je predstavljen sa dvije vrste, i to *Riolus subviolaceus* koja obuhvata šest jedinki i vrsta *Gyrinus sp.*, također sa šest jedinki. Kada su u pitanju Oligocheta pronađena je vrsta *Tubifex tubifex* pet jedinki tokom proljeća i 10 tokom ljeta. U donjem toku rijeke Brke prisutne su Hyrudinee, gdje je u ljeto pronađeno šest jedinki vrste *Haemopsis sanguisuga*. Predstavnici reda Trichoptera, jedinke vodenih moljaca su u uzorcima zoobentosa rijeke Brke zastupljene na svim lokalitetima. Najzastupljenija je vrsta *Hydropsyche instabilis* pronađena na svim lokalitetima istraživanja sa ukupno 219 jedinki. Vrsta

Policentropus flavomaculatus prisutna je sa ukupno 20 jedinki na lokalitetu Rašljani. Iz reda Ephemeroptera ustanovljena je jedna vrsta *Heptagenia sulphurea* sa ukupno 20 jedinki koje su prisutne na lokalitetu Rašljani. Iz reda Diptera, dvokrilci zoobentosa rijeke Brke prisutni su predstavljeni sa dvije vrste: *Pericoma sp.* i *Asterix ibis*. *Pericoma sp.* je prisutna na lokalitetu Rašljani, ukupno je ustanovljeno 6 jedinki. *Asterix ibis* vrsta iz reda Diptera je pronađena na istom lokalitetu kao i prva vrsta. Na lokalitetu Rašljani brojnost jedinki (sedam) iz reda Diptera je mala u odnosu na jedinke iz reda Trichoptera. Iz grupe Crustacea pronađena je jedna jedinka vrste *Gammarus fassarum* samo u gornjem toku u mjestu Rašljani. Konstatovane vrste vilinskih konjica pronađene su samo na prvom lokalitetu. Vrsta *Gomphus vulgatissimus* sa ukupno dvije jedinke. U uzorcima zoobentosa rijeke Brke iz reda Plecoptera, obalčari konstatovana je vrsta *Nemoura cinerea* sa ukupno pet jedinki na lokalitetu Rašljani. Iz reda Coleoptera na istraživanim lokalitetima pronađene su dvije vrste *Gyrinus sp.* sa 11 jedinki i *Riolus subviolaceus* sa 15 jedinki, koje su konstatovane na području Maoče i Broda. U gornjem toku rijeke Brke nije zabilježeno prisustvo Coleoptera. Hirudinea, pijavice u uzorcima makrozoobentosa rijeke Brke su pronađene samo na lokalitetu Brod, pronađena je jedna vrsta *Haemopsis sanguisuga* (konjska pijavica) sa ukupno šest jedinki. Iz reda Oligocheta zastupljena je jedna vrsta *Tubifex tubifex* na lokalitetima Maoča i Brod sa ukupno 30 jedinki. Iz skupine Isopoda ustanovljena je jedna vrsta, sa ukupno 40 jedinki sa područja Broda.

Prema rezultatima analize zajednice zoobentosa, vodeni insekti Trichoptera, Diptera, Ephemeroptera, Plecoptera i Coleoptera, najznačajnije su grupe prema raznovrsnosti i brojnosti na prvom lokalitetu (Rašljani). Na drugom i trećem lokalitetu rijeke Brke sastav zajednica makroinvertebrata je drugačiji, gdje preovladavaju jedinke iz grupe Isopoda i Oligochaeta. U donjem toku rijeke Brke dominantne vrste su iz reda Hirudinea i Isopoda. Najveći broj jedinki nađen je na lokalitetu Rašljani. Na sva tri istraživana lokaliteta, u toku dvije sezone istraživanja konstatovano je 13 taksona. Najmanji broj taksona (4), zabilježen je na lokalitetu Maoča. Najbrojniji su predstavnici iz reda Trichoptera sa ukupno 239 jedinki. Kvalitativni i kvantitativni pokazatelj sastava makroinvertebrata zoobentosa rijeke Brke prikazani su u tabelama po lokalitetima.

Biološke karakteristike

Simpsonov indeks diverziteta izračunat je na nivou vrsta makroinvertebrata konstatovanih u uzorcima zoobentosa rijeke Brke na

istraživanim lokalitetima. Ustanovljene vrste makroinvertebrata rijeke Brke prikazane su u tabeli 4.

Tabela 4. Kvalitativni sastav makroinvertebrata zoobentosa rijeke Brke za izračunavanje indeksa kojima pripadaju taksoni po lokalitetima istraživanja

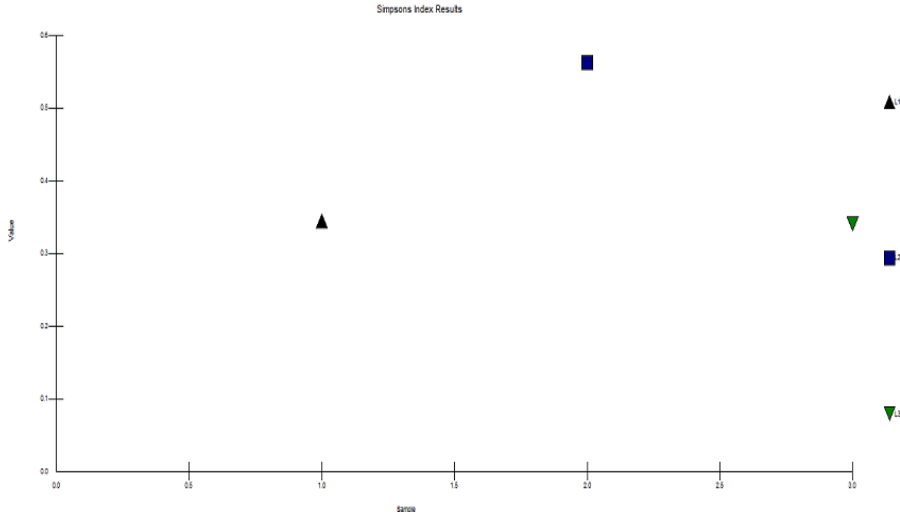
TRICHOPTERA <i>Hidropsiche instabilis</i> <i>Policentropus flavomaculatu</i>	PLECOPTERA <i>Nemoura cinerea</i>
DIPTERA <i>Pericoma sp.</i> <i>Atherix ibis</i>	EPHEMEROPTERA <i>Heptagenia sulphurea</i>
ODONATA <i>Gomphus vulgastimus</i>	COLEOPTERA <i>Gyrinus sp.</i> <i>Riolus subviolaceus</i>
HIRUDINEA <i>Haemopsis sanguisuga</i>	OLIGOCHAETA <i>Tubifex tubifex</i>
ISOPODA <i>Aselus aquaticus</i>	CRUSTACEA <i>Gammarus fassarum</i>

Tabela 5. Vrijednosti Simpsonovog indeksa za istraživane lokalitete

Lokalitet	L-1	L-2	L-3
Srednja vrijednost	0,34	0,56	0,34

Rezultati Simpsonovog indeksa raznolikosti ukazuju da najveća vrijednost (0,562) je prisutna na području Maoče, a najmanja vrijednost (0,3405) na lokalitetu Brod. Po Simpsonovom indeksu raznolikosti najveći biodiverzitet je ustanovljen u gornjem i donjem toku rijeke Brke, dok je najmanja raznolikost organizama ustanovljena u srednjem toku rijeke Brke, gdje je i najveća vrijednost Simpsonovog indeksa.

Prema Shannon-Weaverov indeksu diverziteta (Tabela 6. i slika 3.) zajednice makroinvertebrata zoobentosa rijeke Brke pokazuju najveću raznovrsnost na lokalitetu Rašljani sa vrijednošću 0,59 a najmanju raznovrsnost na lokalitetu Maoča sa vrijednošću 0,36.

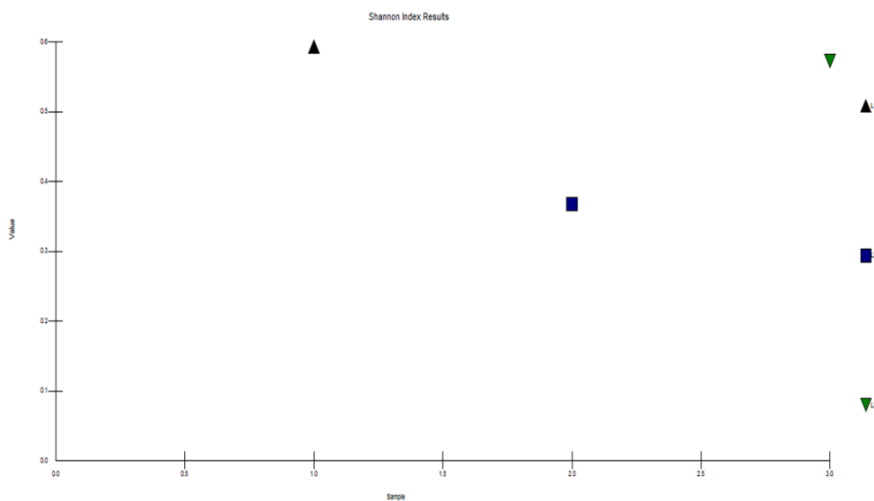


Slika 2. Vrijednosti Simpsonovog indeksa diverziteta na lokalitetima rijeke Brke

Shanon – Weaverov indeks

Tabela 6. Shanon-Weaverov index diverziteta (H) makroinvertebrata rijeke Brke

Lokalitet	L-1	L-2	L-3
Srednja vrijednost	0,59	0,36	0,57

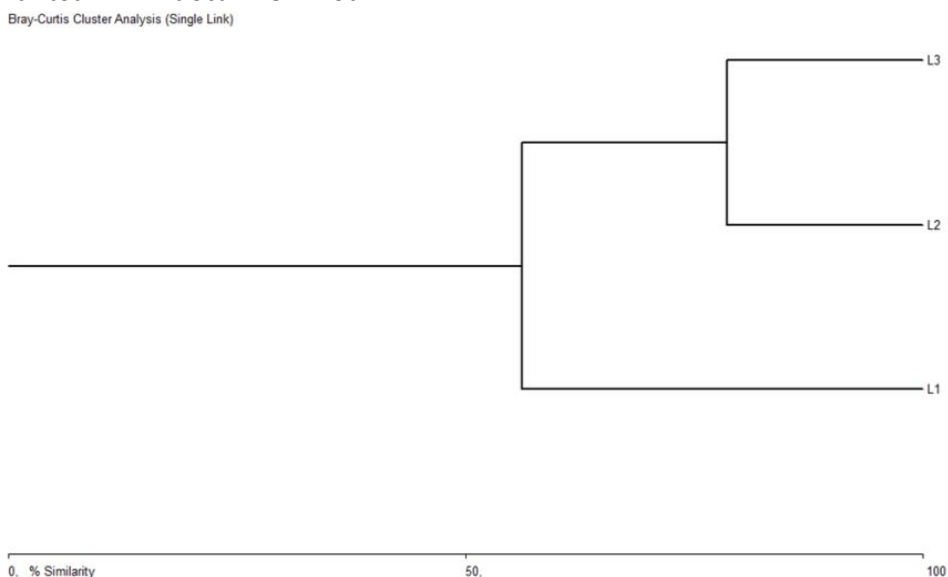


Slika 3. Vrijednosti Shannon – Weaver indeksa diverziteta rijeke Brke

Klasterska analiza zajednica makroinvertebrata rijeke Brke

Rezultati Bray-Curtisovog indeksa svih uzoraka iz rijeke Brke na području Brčko distrikta po mjernim mjestima tokom 2017. godine pokazuju podjelu u dvije grupe (klastera). Rezultati klusterske analize uzoraka makroinvertebrata u rijeci Brki prikazani su na slici 4.

Uzorci su uglavnom grupirani prema sličnosti uzorkovanih vrsta i njihovoj brojnosti u uzorku. Klaster analiza uspoređuje više uzoraka i stvara dendrogram, gdje je svaka vrsta ugniježena sa najbližijom. Prema klaster analizi vidljivo je grupiranje podataka u dvije grupe, uz izdvajanje L1- Rašljani. Jedan od tih klastera čine dva zasebna mala klastera koji su slični i to su lokaliteti L2- Maoča i L3- Brod.



Slika 4. Prikaz klusterske analize uzoraka makroinvertebratabentosa rijeke Brke

Prema sastavu makrozoobentosa rijeke Brke, veći stupanj sličnosti utvrđen je na lokalitetu donjeg i srednjeg toka, dok se lokalitet gornjeg toka (Rašljani) karakterište različitim sastavom makrozoobentosa, a shodno tome različitim ekološkim uvjetima. Stupanj sličnosti/različitosti lokaliteta u rijeci Brki i na temelju sastava makrozoobentosa (Bray-Curtis, 1957). Srednji i donji tok rijeke Brke pokazuju veći stupanj sličnosti (> 60%) na temelju sastava makrozoobentosa, a kvalitativno-kvantitativni sastav makrozoobentosa na lokalitetu uzvodno ima nešto manji stupanj sličnosti (50%). Hidromorfološki uvjeti (tip sedimenta, protok, širina korita, stupanj zagađenja i sl.) na lokalitetu

su nešto drugačiji u odnosu na lokalitete nizvodno, što je u mnogome uslovalo i drugačiju zajednicu makrozoobentosa.

Određivanje saprobnog stanja vode

Saprobní indeks je izračunat na nivou vrsta makroinvertebrata pronađenih u uzorcima rijeke Brke na istraživanim lokalitetima. Vrste koje su zastupljene i koje ulaze u proračun saprobnog indeksa i njihove saprobne vrijednosti date su u tabeli 7.

Tabela 7. Vrste makroinvertebrata pronađene u uzorcima zoobentosa rijeke Brke i njihove saprobne vrijednosti

Takson	Saprobna vrijednost
<i>Gammarus fassarium</i>	1,8
<i>Gomphus vulgastimus</i>	2
<i>Heptagenia sulfurea</i>	1,9
<i>Hydropsihe instabilis</i>	1,35
<i>Policentropus flavomaculatus</i>	1,7
<i>Pericoma sp.</i>	
<i>Atherix ibis</i>	1,6
<i>Haemophis sanguisuga</i>	2,6
<i>Tubifex tubifex</i>	3,5
<i>Aselus aquaticus</i>	2,5
<i>Nemoura cinerea</i>	1,9
<i>Gyrinus sp.</i>	1,8
<i>Riolus subviolaceus</i>	1,4

Na osnovu srednje vrijednosti dobivene izračunavanjem indeksa saprobnosti ($S = 2,00$) možemo zaključiti da rijeka Brka ima beta-mezosaprobní bonitet, a to znači da predstavlja jače opterećen biotop. Ovi podaci nam ukazuju na činjenicu da rijeka Brka spada u drugu klasu voda, odnosno to su vode koje su znatno opterećene.

Tabela 8. Vrijednosti saprobnog indeksa rijeke Brke po lokalitetima istraživanja

Lokalitet	L-1	L-2	L-3
Proljheće	1,77	2,1	2
Ljeto	1,75	2,1	2,19
Srednja vrijednost	2,00		

Dobivene vrijednosti saprobnog indeksa (Welg, 1983) za uzorke bentosa rijeke Brke, pokazuju da je ova tekućica II klase kvaliteta vode tj. saprobiološko obilježje zajednice 2,00 beta-mezosaprobnno, znatnije opterećeno. Kao numerička veličina za definiranje klase boniteta koristi se Pantle-Buckov indeks saprobnosti (1995), koji također pokazuje da je ova tekućica II klasa kvaliteta vode znatnije opterećena.

ZAKLJUČAK

Na osnovu istraživanja biodiverziteta i longitudinalne distribucije makroinvertebrata u rijeci Brki utvrđeno je prisustvo 13 taksona sa 361 jedinkom. Najzastupljeniji su predstavnici reda Trichoptera sa ukupno 239 jedinki, zatim Isopoda 41, Oligochaeta 30, Coleoptera 26, Ephemeroptera 20, Diptera 7, Hirudinea 6, Plecoptera 5. Odonata su najmanje zastupljene sa ukupno 2 jedinke. Najveći broj jedinki ustanovljen je na lokalitetu Rašljani (gornji tok), dok je najmanji broj na lokalitetu Maoča (srednji tok). Analizom uzoraka makroinvertebrata zobentosa rijeke Brke dobivene su vrijednosti Simpsonovog indeksa, Shannon-Weaverov indeks diverziteta pokazuju da u ovoj tekućici vladaju povoljni uslovi za život makroinvertebrata. Na osnovu relevantnih pokazatelja može se zaključiti da rijeka Brka pripada drugom stupnju boniteta, odnosno mezosaprobnnoj zoni, i da kao takva pruža zadovoljavajuće uslove za život makroinvertebrata. Promjene broja i sastava makroinvertebrata rijeke Brke pokazuje da je izložena jakom antropogenom uticaju.

LITERATURA

1. Akcioni plan energetske održivosti razvoja Vlada Brčko distrikta, 2015.
2. Bray, J. R. and J. T. Curtis (1957): An ordination of upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs* 27:325-349.
3. Kaćanski, D. (1970): Fauna *Simulidae* (Diptera) u tekućicama na području planina Maglić, Volujak i Zelengora. *Glasnik Zemaljskog muzeja Bosne i Hercegovine u Sarajevu*, PN, NS, 9: 79-92, Sarajevo.
4. Kaćanski, D. (1972): *Plecoptera* sliva gornjeg toka rijeke Bosne. *Glasnik Zemaljskog muzeja Bosne i Hercegovine u Sarajevu*, PN, NS, 10: 104-117, Sarajevo.

5. Kaćanski, D. (1978): plecoptere sliva Neretve. Godišnjak Biološkog instituta Univerziteta u Sarajevu, 31: 57-69, Sarajevo.
6. Kerovec, M. (1986): Priručnik za upoznavanje beskralježnjaka naših potoka i rijeka. Nacionalna i sveučilišna biblioteka. Zagreb.
7. Krek, S. (1999): Psychodidae (Diptera, Insecta) Balkanskog poluotoka. Studentska štamparija Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo.
8. Marinković, M. (1969): *Trichoptere* Bosne i Hercegovine. Biološki institut Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo.
9. Marinković, M. (1981): Endemični vodeni insekti u Bosni i Hercegovini, Trichoptera Elaborat. Biološki institut Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo.
10. Petz, B. (1985): *Osnoovne statističke metode*. SNL, Zagreb.
11. Ratia, H., Vuori, K.M, Oikari A., (2012): Caddis larvae (Trichoptera, Hydropsycheidae) indicate delaying recovery of a watercourse polluted by pulp and paper industry. Ecological indicators, Volume 15, issue 1 (April,2012) , p. 217-226.
12. Tanasijević, M. (1981): *Endemični vodeni insekti u Bosni i Hercegovini: Ephemeroptera*, Biološki institut Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo, 3-15.
13. Todosijević, I. (2013); Indikatorska sposobnost dve grupe makrozoobentosa za procjenu kvaliteta sliva rijeke Nišave. Master rad. Prirodno-matematički fakultet u Nišu, Niš.
14. Trožić-Borovac, S. (2001): Istraživanje makroinvertebrata bentosa rijeke Bosne i pritoka u ocjeni kvaliteta vode. Doktorska disertacija. Univerzitet u Sarajevu. Prirodno-matematički fakultet.
15. Simpson E.H., 1949. Measurement of Diversity. *A/aft/re*, 163: 688 - 688.
16. Shannon, C. E., Weaver, W. (1949): The Mathematical Theori of Commucation. The Universiti of Illinois Press, urbana, I 11. pp19-21, 82-83, 104-107..
17. Skenderović I, Adrović A., Hajdarević Edina, Bajrić A. (2017): Zoobenthos of macroinvertebrates in some streams of the water catchment area of lake Modrac (Bosnia and Herzegovina). 10th INTERNATIONAL CONFERENCE SCIENCE AND HIGHER EDUCATION IN FUNCTION OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT. Užice, Serbia, 2017.
18. Waringer, J., Graf, W. (1997): Atlas der Osterreichsschen kocherfliegenlarven: unter Einschlus der angrenzanden Geibiete. Facultas Universitatsverlag, Wien
19. Wegl, R. (1983): Index fur die Limnosaprobitat. Wasswer und Abwasser, 26: 1-175.. University of Toronto Press, Toronto.

Isat SKENDEROVIC, Alma LEJLIC, Avdul ADROVIC, Alen BAJRIC
Faculty of Science, University of Tuzla

**ANALYSIS OF WATER QUALITY OF RIVER BRKE BASED ON
MACROINVERTEBRATES OF THE RIVER BED**

Abstract: *Hydrobiological research of the macrosoobenthos of the Brka River were performed at three localities during the spring and summer of 2017. Macroinvertebrate biodiversity is represented by nine groups and 13 taxons. Analyzing the composition of the macrofauna, the largest taxon diversity was found in the Trichoptera group, followed by the groups with a smaller number of taxons: Coleoptera, Diptera, Odonata, Plecoptera, Ephemeroptera, Oligochaet, Hirudine, and Crustacea. Different sites of taxons were found at the investigated parts of the river, at the site of Rasljani - 8, the site of Maoca - 4 and the site of Brod - 6. Based on the saprobility index, it was determined that the Brka River has a beta-mesosaprobic credit rating and is considered to be second quality class water, that is, waters that are exposed to anthropogenic influence.*

Keywords: *biodiversity, macroinvertebrates, Brka River*

