

dr. sc. **Isat SKENDEROVIĆ**, redovni profesor

dr. sc. **Avdul ADROVIĆ**, redovni profesor

dr. sc. **Edina HAJDAREVIĆ**, redovni profesor

dr. sc. **Alen BAJRIĆ**, docent

Mirnes BRKIĆ, MA

Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Tuzli

BIODIVERZITET MAKROZOOBENTOSA NEKIH TEKUĆICA TUZLANSKOG KANTONA

Apstrakt: Hidrobiološka istraživanja makrozoobentosa nekih tekućica sa područja Tuzlanskog kantona provedena su na 6 lokacija iz 3 vodotoka u periodu od godinu dana. Biodiverzitet makroinvertebrata predstavljen je sa 10 grupa i 43 taksona. Analiza strukture makrozoobentosa pokazala je da je najveći diverzitet imala grupa Plecoptera (10), zatim Ephermeroptera (9), Trichoptera (7), Gastropoda (5), Diptera (4) te grupe sa manjim brojem taksona, Oligochaeta, Odonata, Hirudinea, Crustacea. i Turbellaria. Uočeno je prisustvo različitih taksona na istraživanim lokacijama potoka gdje je zabilježen sljedeći broj taksona: Spreča 24, Oskova 19 i Gostelja 19.

Ključne riječi: *Tekućice, Spreča, Oskova, Gostelja, makroinvertebrata, zoobentos, bioindikatori.*

BIODIVERSITY OF MACROZOOBENTOS OF SOME RIVERS OF TUZLA CANTON

Abstract: Hydrobiological investigations of macrozoobenthos of some streams from the area of Tuzla Canton were conducted at 6 locations from 3 watercourses in a period of one year. Biodiversity of macroinvertebrates is

represented by 10 groups and 43 taxa. Analysis of the macrozoobenthos structure showed that the group Plecoptera (10) had the greatest diversity, followed by Ephemeroptera (9), Trichoptera (7), Gastropoda (5), Diptera (4) and groups with a smaller number of taxa, Oligochaeta, Odonata, Hirudinea, Crustacea . and Turbellaria. The presence of different taxa was observed at the investigated locations of the stream where the following number of taxa was recorded: Spreca 24, Oskova 19 and Gostelja 19.

Keywords: Rivers, Spreca, Oskova, Gostelja, macroinvertebrate, zoobenthos, bioindicators.

UVOD

Bosna i Hercegovina je bogata velikim brojem planinskih potoka, rijeka, jezera i vještačkih akumulacija koji pružaju idealne uslove za život velikog broja vrsta različitih živih bića. Vode Bosne i Hercegovine se odlikuje visokim stepena biodiverziteta, kako u biljnoj tako i u životinjskoj komponenti. Na biodiverzitet kopnenih voda utiče kompleks abiotičkih faktora koji djeluju na životnu zajednicu i određuju njenu strukturu i dinamiku. Tuzlanska regija zauzima površinu 1.405 km². Predstavlja jednu od najvećih depresija u unutrašnjosti Dinarida, u dinarskom smjeru sjeverozapad-jugoistok u dužini oko 40 km i širini od 5 do 30 km. Zapadnu granicu Tuzlanske regije čine padine planine Ozren, sjeverna i sjeveroistočna granica je planina Majevica, a južnu granicu predstavljaju planine Konjuh i Javornik. Posmatrajući današnji tehnološki razvoj civilizacije, kako na globalnom tako i na lokalnom nivou, možemo reći da je dostigao stepen koji dovodi do zagađivanja i štetnog djelovanja na sve aspekte životne sredine. Negativni uticaj takvog razvoja odražava se i na vodene ekosisteme tekućica koje su od velike važnosti za čovječanstvo. Čistih rijeka je sve manje i svakodnevno dolazi do njihovog zagađivanja i uništavanja. Bosna i Hercegovina se odlikuje visokim stepenom biodiverziteta i biljne i životinjske komponente, koji ovise o povoljnim ekološkim faktorima.

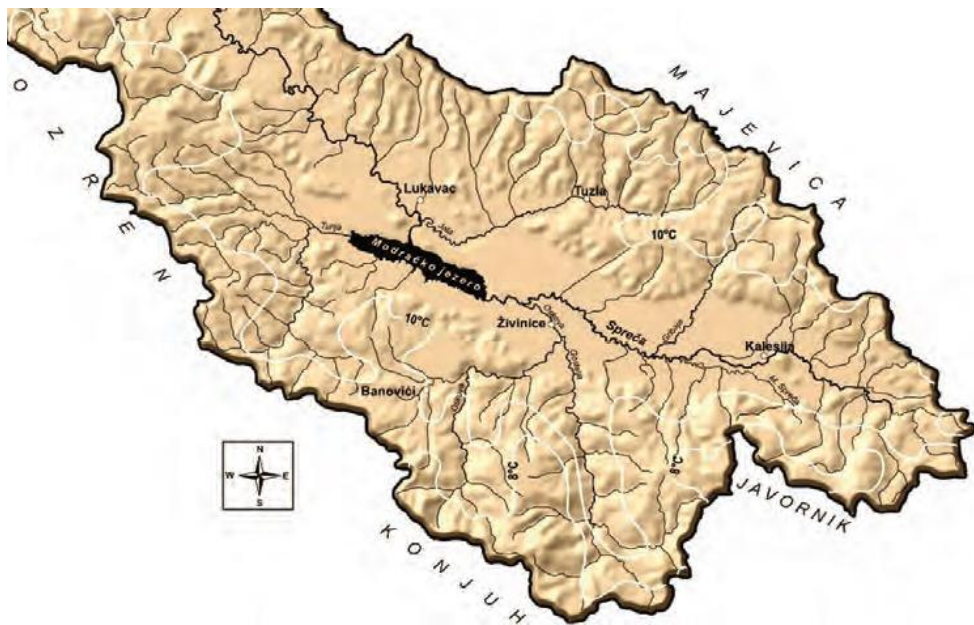
Raznolikost bioloških sistema je najbolji indikator stanja životne sredine. Formiranjem hidroakumulacije, tekućice poprimaju karakteristike stajaćih voda, zbog čega dolazi do promjene čitavog kompleksa ekoloških uslova. Promjene ekoloških uslova, neminovno prate i promjene biodiverziteta živog svijeta u novonastalom ekosistemu, koje se u prvom redu odražavaju u njegovom kvalitativno-kvantitativnom sastavu. Sve je više

naučnoistraživačkih radova u kojima se ukazuje na mogućnost korištenja zajednica vodenih organizama kao indikatora kvaliteta vode. Makroinvertebrati zoobentosa rijeka su zajednice takvih organizama. Oni su veoma interesantna grupa organizama kako po brojnosti tako i po raznovrsnosti. Tu spadaju različite taksonomske grupe životinja koje imaju veličinu tijela preko 0,5 mm. U vodenim ekosistemima važni su za procese kruženja materije i protoka energije, od primarne produkcije do nivoa reducenata. U zavisnosti od stadija njihovog razvoja, prisutan je različit stepen osjetljivosti na fizičko-hemijske parametre vode na osnovu čega se utvrđuje stepen saprobnosti istraživanih voda.

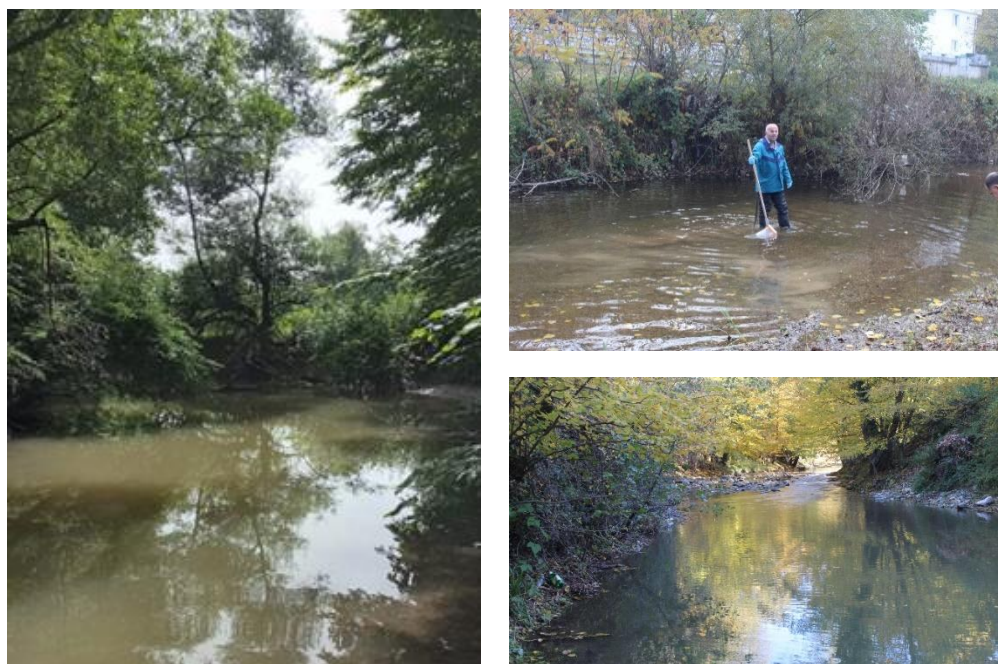
U radu su prikazani rezultati kvalitativno - kvantitativne analize sastava makroinvertebrata rijeka Spreče, Oskove i Gostelje. Pored mikrobiološke i fizičko-hemijske analize tekućih voda, biološka analiza doprinosi boljoj ocjeni kvaliteta vode. Makrofite, bentosne makroinvertebrate i ribe se koriste u procjeni kvaliteta vode. Makroinvertebrati zoobentosa su organizmi beskičmenjaka sa dna tekućica, veličine tijela preko 0,5 mm. Makroinvertebrate su dominantne i raznolike u bentosnoj zajednici rijeka. One predstavljaju važnu vezu između mikroorganizama i kičmenjaka. Uslijed velike raznovrsnosti, organizmi makrozoobentosa, pokrivaju i veliki broj staništa. Rijeka Spreča je duga 130 km. Izvire ispod Velje Glave, a ulijeva se u rijeku Bosnu kod Doboja. Površina njenog sliva je 1945 km² i pripada većim rijekama Bosne i Hercegovine. Na putu od izvora rijeke Spreče do ušća u Bosnu, rijeka prima mnoge pritoke od kojih su najvažnije Jala, Gostelja i Turija, te mnogo manjih pritoka, riječica i potoka. U području Stupara, Gostelju formiraju rječice Suha i Zatoča. Rijeka Oskova nastaje spajanjem potoka Krabanja i Velika Zlaća u sjevernom dijelu planine Konjuh, nedaleko od mjesta Zobik. Rijeka Oskova jedna je od značajnijih pritoka.

MATERIJAL I METODE RADA

Uzorkovanje makroinvertebrata na definiranim lokalitetima slivnog područja rijeke Spreče izvršena su tokom 2022. i 2023. godine. Jedan dio istraživanja je proveden u okviru projekta „Ekološka valorizacija biodiverziteta faune vodenih ekosistema sliva rijeke Spreče“ – druga faza koji je podržan od strane Fonda za zaštitu okoliša Federacije Bosne i Hercegovine. U istom periodu istraživanja su obuhvatila analizu fizičko – hemijskih karakteristika vode, te analizu diverziteta i rasprostranjenosti makroinvertebrata dna istraživanih tekućica.



Slika 1. Slivno područje rijeke Spreče



Slika 2. Tekućice (Spreča, Oskova, Gostelja)

Uzorkovanje makroinvertebrata je provedeno na ukupno 6 lokaliteta, po dva lokaliteta na tri tekućice. Na rijeci Spreči: naselje Strašanj – lokalitet 1 (L1); područje sela Donji Rainci – lokalitet Crne Bare – lokalitet 2 (L2). Na rijeci Oskovi: Višća – lokalitet 3 (L3); mjesto Oskova – lokalitet 4. Na rijeci Gostelji uzorci su uzeti sa dva lokaliteta: Podgajevi – lokalitet 5 (L5) i nizvodno od naselja Stupari – lokalitet 6 (L6). Uzorkovanje makroinvertebrata zoobentosa istraživanih tekućica vršeno je metodom „*kick sampling*“. Determinacija uzorkovanih jedinki riba i makroinvertebrata je izvršena do nivoa vrste prema dostupnim ključevima za determinaciju. Raznovrsnost zajednice makroinvertebrata prikazana je Shannon-Weaverovim indeksom diverziteta. U cilju sagledavanja potpunije slike prisustva zajednica makroinvertebrata po lokalitetima istraživanja provedena je obrada podataka primjenom softverskog paketa *Asterix*. U okviru softverskog paketa *Asterics* izdvojene su sljedeće metode na osnovu kojih se određuje kvalitet vode ali i stanje u nekom ekositemu: Saprobni indeks (Zelenika i Marvan), DSFI (diverzitet grupe), Simpsonov indeks, Shannon-Wiener indeks, Margalefov indeks diverziteta, Sistem bodova radne grupe za biološko praćenje (BMWP) ali i neki drugi parametri. (Chester, 1980, Karadžić i Marinković, 2009)

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Fizičko-hemijske karakteristike vode

Proučavanje fizičko-hemijskih parametara vode, koji čine čitav sklop abiotičkih faktora, ima veliki značaj u ekološkoim istraživanjima u svim vodenim ekosistemima. Fizičko – hemijske osobine vode od ogromnog su značaja za razvoj organizama u vodenim ekosistemima. Prisustvo, raznovrsnost i rasprostranjenost vodenih makroinvertebrata ovisi od uticaja faktora sredine. U toku aktuelnih istraživanja obuhvaćeni su neki od osnovnih fizičko – hemijskih parametara vode istraživanih tekućica.

Na osnovu rezultata fizičko-hemijske analize vodotoka u dva različita perioda (jesen 2022. godine i ljeto 2023. godine) utvrđena je ujednačenost kvaliteta vodotoka prema većini analiziranih parametara. Tako pH vrijednost svih uzoraka u oba perioda uzorkovanja je uglavnom u neutralnom području. Analizom rezultata pokazatelja dominantnog opterećenja (HPK, BPK5 i suspendiranih materija) moguće je identificirati znatno povećano opterećenje suspendiranim česticama u uzorcima vodotoka nizvodno i u neposrednoj blizini

rudničkih separacija. Opterećenje makronutrijentima, azotom i fosforom, nije zabilježeno u velikoj mjeri, a ukoliko se upoređi sa rezultatima sadržaja otopljenog kisika u uzorcima, jasno je da u vodotocima u oba perioda uzorkovanja nije zabilježeno prisustvo anaerobnih zona. Kada je u pitanju tvrdoća vode, te prisustvo kalcija i magnezija u ispitivanim uzorcima, nema znatnih odstupanja niti u odnosu na mjesto uzorkovanja niti u odnosu na period uzorkovanja. Sasvim logično temperatura vodotoka je imala znatno veće vrijednosti u ljetnom periodu, ali neznatno je uticala na sadržaj rastvorenog kisika i pH vrijednost.

DIVERZITET MAKROINVERTEBRATA ISTRAŽIVANIH RIJEKA

Analizom makrozoobentosa istraživanih tekućica ustanovljeno je prisustvo ukupno 754 jedinice koje su svrstane u pet klasa (10 grupa), odnosno 43 taksona. Najdominantnije učešće ostvaruju predstavnici klase Insecta – Hexapoda sa 6 grupa. Ostale ustanovljene klase su zastupljene s manjim brojem grupa. Najveći broj taksona 34 (79,06%) pripada klasi Insecta, četiri grupi Gastropoda, dva taksona grupi Oligochaeta i po jedan takson grupi Turbellaria i Crustacea. Biološka raznolikost taksona konstatovanih grupa makroinvertebrata varirala je među proučavanim rijekama. Po broju taksona izdvajaju se uzorci zoobentosa iz rijeke Spreče sa 24 ustanovljena taksona, zatim sa 20 taksona iz rijeke Gostelje, dok je broj utvrđenih taksona rijeke Oskove svega 19. Analizom dobijenih rezultata sastava zoobentosa na longitudinalnom profilu rijeke Spreče vidljiva je promjena u rasporedu taksona. U istraživanom dijelu ove tekućice dominiraju predstavnici Gastropoda, Trichoptera, Diptera, Plecoptera i Ephemeroptera. Predstavnici Odonata, Coleoptera i Oligochaeta su zastupljeni sa po dva taksona. Ostale ustanovljene grupe makroinvertebrata su zastupljene sa po jednom vrstom. Zajednicu makroinvertebrata bentosa rijeke Spreče na longitudinalnom profilu u istraživanom periodu čini najveći broj ustanovljenih taksona, ukupno 22 taksona i to 15 taksona na L – 1 i 17 taksona na L – 2. Po biološkoj raznovrsnosti značajno mjesto pripada grupi Trichoptera koja je predstavljena sa 93 jedinice svrstanih u 6 taksona. Od dvije ustanovljene vrste reda Plecoptera (obalčari) vrsta *Leuctra hippopus* javlja se na oba lokaliteta istraživanja (tabela 1.). Predstavnici reda Ephemeroptera su zastupljeni sa samo jednom vrstom (*Heptagenia quadrilineatus*). Predstavnici reda Diptera su zastupljeni sa vrstom *Chironomus thummi*, *Tipula saginata* i *Simulium sp.* Od račića (Crustacea)

Gammarus balcanicus je zastupljen sa 22 jedinki u rijeci Spreči. Pored tekućica crnomorskog sliva *Gammarus balcanicus* ima široko rasprostranjenje i u vodama jadranskog sliva. Na navedenoj tekućici utvrđeno je prisustvo četiri vrste Gastropoda (puževa). Prisustvo ostalih taksona u istraživanoj tekućici prikazano je u tabeli 1.

Tabela 1. Kvalitativno – kvantitativni sastav makroinvertebrata u uzorcima istraživanih tekućica

TEKUĆICA	Spreča		Oskova		Gostelja	
Lokalitet	L1	L2	L3	L4	L5	L6
Makroinvertebrata						
TAKSON						
GASTROPODA						
<i>Lymnaea truncatula</i>	7				14	8
<i>Lymnaea peregra</i>	3	6				
<i>Theodoxus fluviatilis</i>		17				13
<i>Holandriana holandrii</i>	3	5				
<i>Ancylus fluviatilis</i>			6			
TURBELLARIA						
<i>Dugesia gonocephala</i>		4			3	
CRUSTACEA						
<i>Gammarus balcanicus</i>		22	6	5	7	5
OLIGOCHAETA						
<i>Tubifex tubifex</i>	7		4	7		
<i>Nais pardalis</i>	14		8			
EPHEMEROPTERA						
<i>Baetis scambus</i>				7	3	
<i>Baetis lutheri</i>					22	5
<i>Baetis fluvistriga</i>						5
<i>Heptagenia quadrilineatus</i>	4	3		3		
<i>Heptagenia sulphurea</i>					5	7
<i>Ecdyonurus venosus</i>			5	6		
<i>Ephemera sp.</i>			5			
<i>Ephemera hellenica</i>					6	
<i>Ephemera danica</i>						4
PLECOPTERA						
<i>Leuctra hippopus</i>	4	6		4		
<i>Leuctra fusca</i>		5				
<i>Leuctra sp.</i>				7		
<i>Perla marginata</i>			2	15		
<i>Perla burmeisteriana</i>			3	22		

<i>Dinocras megacephala</i>			4	3	2	
<i>Nemoura cinerea</i>			3		4	4
<i>Brachyptera seticornis</i>					5	2
<i>Protonemoura auberti</i>					2	3
<i>Perlodes microcephalus</i>					3	
ODONATA						
<i>Gomphus vulgatissimus</i>		31	14			6
<i>Anax imperator</i>		6				
TRICHOPTERA						
<i>Athripsodes aterrimus</i>	3					
<i>Hydropsyche angustipennis</i>	5	19	3	4		
<i>Hydropsyche siltalarii</i>		45	26	18		
<i>Hydropsyche instabilis</i>	5				18	4
<i>Odontocerum albicorne</i>		2				
<i>Rhyacophila dorsalis</i>	3					
<i>Philopotamus montanus</i>						17
DIPTERA						
<i>Tipula saginata</i>		9			4	
<i>Chironomus thummi</i>	25	32	12	38		
<i>Simulium sp.</i>	6					
<i>Tabanus maculicornis</i>						7
COLEOPTERA						
<i>Elmis aenea</i>	5	5				
<i>Gyrinus natator</i>	3	4		5		
Σ jedinki	97	231	99	139	98	90
Σ taksona	15	17	14	14	14	14

Zajednicu makroinvertebrata bentosa rijeke Oskove na longitudinalnom profilu u istraživanom periodu čini najmanji broj ustanovljenih taksona. Istraživanje makroinvertebrata rijeke Oskove izvršeno je na dva lokaliteta. Rezultati istraživanja zobentosa rijeke Oskove prikazani su odvojeno. Rijeka Oskova u području istraživanih lokaliteta L3 i L4 (Višća i Oskova) jako je opterećena komunalnim otpadnim vodama kao i permanentno zasipanje ugljenom prašinom od separacije uglja površinskog kopa rudnika uglja Banovići. U istraživanom periodu na lokalitetu Višća ustanovljeno je 14 taksona, isto toliko taksona ustanovljeno je i na lokalitetu Oskova. Po biološkoj raznovrsnosti značajno mjesto pripada grupi Trichoptera i Plecoptera koje su predstavljeni sa najvećim brojem jedinki. Predstavnici reda Ephemeroptera su zastupljeni sa 4 taksona, ostale grupe Insekata su zastupljene sa manjim brojem

taksona. Od račića (Crustacea) *Gammarus balcanicus* je zastupljen u rijeci Oskovi. Prisustvo ostalih taksona u istraživanoj tekućici prikazano je u tabeli 1. Zajednicu faune dna Gostelje čini 9 grupa, sa 20 determinisanih taksona. Značajno učešće u fauni dna rijeke Gostelje pripada vodenim insektima iz reda Ephemeroptera, Plecoptera, Diptera i Trichoptera. Ranija istraživanja tekućica sliva rijeke Spreče su pokazala dominantno prisustvo Ephemeroptera i Trichoptera. Od ostalih makroinvertebrata na istraživanom dijelu tekućice utvrđeno je prisustvo predstavnika Gastropoda (*Lymnaea truncatula* i *Theodoxus fluviatilis*), Crustacea (*Gammarus balcanicus*), Turbellaria (*Dugesia gonocephala*) i Odonata

PROCJENA EKOLOŠKOG STATUSA PO LOKALITETIMA ISTRAŽIVANIH TEKUĆICA

Tabela 2. Ekološki status lokaliteta L1 na osnovu utvrđenih zajednica makrozoobentosa

Saprobni indeks – Zelinka & Marvan	2,258
ASPT	5,5
BMWP	44
DSFI – grupe diverziteta	1
IBE Aqem	5,4
BBI indeks	7
Simpson-ov indeks diverziteta	0,88
Shannon-Wiener indeks	2,1
Margalef-ov indeks diverziteta	2,2
Klasa boniteta	II

Na lokalitetu L1 Spreča voda pripada II klasi kvaliteta vode, što ukazuje na prisustvo organskog zagađenja. Indeks saprobnosti Zelinka – Marvan je 2,258, IBE Aqem 5,4, Simpsonov indeks diverziteta 0,88, dok je Shannon – Wiener-ov indeks 2,1. Detaljan pregled indeksa i obilježja vode na ovom lokalitetu predstavljen je tabelarno (Tabela 2.).

Tabela 3. Ekološki status lokaliteta L2 na osnovu utvrđenih zajednica makrozoobentosa

Saprobni indeks – Zelinka & Marvan	1,936
ASPT	7,091
BMWP	49
DSFI – grupe diverziteta	4
IBE Aqem	6,4
BBi indeks	8
Simpson-ov indeks diverziteta	0,869
Shannon-Wiener indeks	2,258
Margalef-ov indeks diverziteta	2,5
Klasa boniteta	I

Na lokalitetu L2 Spreča voda pripada I klasi kvaliteta vode, što ukazuje na veoma nizak nivo organskog zagađenja. Indeks saprobnosti Zelinka – Marvan je 1,936, IBE Aqem 6,4, Simpsonov indeks diverziteta 0,869, dok je Shannon – Wiener-ov indeks 2,258. Detaljan pregled indeksa i obilježja vode na ovom lokalitetu predstavljen je tabelarno (Tabela 3.).

Tabela 4. Ekološki status lokaliteta L3 na osnovu utvrđenih zajednica makrozoobentosa

Saprobni indeks – Zelinka & Marvan	2,071
ASPT	5,9
BMWP	47
DSFI – grupe diverziteta	7
IBE Aqem	6,4
BBi indeks	8
Simpson-ov indeks diverziteta	0,868
Shannon-Wiener indeks	2,259
Margalef-ov indeks diverziteta	2,67
Klasa boniteta	II

Na lokalitetu L3 Oskova voda pripada II klasi kvaliteta vode, što ukazuje na prisustvo organskog zagađenja. Indeks saprobnosti Zelinka – Marvan je 2,071, IBE Aqem 6,4, Simpsonov indeks diverziteta 0,868, dok je Shannon – Wiener-ov indeks 2,259. Detaljan pregled indeksa i obilježja vode na ovom lokalitetu predstavljen je tabelarno (Tabela 4.).

Tabela 5. Ekološki status lokaliteta L4 na osnovu utvrđenih zajednica makrozoobentosa

Saprobni indeks – Zelinka & Marvan	1,899
ASPT	7,3
BMWP	40
DSFI – grupe diverziteta	7
IBE Aqem	8
BBi indeks	8
Simpson-ov indeks diverziteta	0,882
Shannon-Wiener indeks	2,328
Margalef-ov indeks diverziteta	2,38
Klasa boniteta	II

Na lokalitetu L4 Oskova voda pripada II klasi kvaliteta vode, što ukazuje na prisustvo organskog zagađenja. Indeks saprobnosti Zelinka – Marvan je 1,899, IBE Aqem 8, Simpsonov indeks diverziteta 0,882, dok je Shannon – Wiener-ov indeks 2,328. Detaljan pregled indeksa i obilježja vode na ovom lokalitetu predstavljen je tabelarno (Tabela 5.).

Tabela 6. Ekološki status lokaliteta L5 na osnovu utvrđenih zajednica makrozoobentosa

Saprobni indeks – Zelinka & Marvan	1,56
ASPT	7,5
BMWP	62
DSFI – grupe diverziteta	9
IBE Aqem	8
BBi indeks	8
Simpson-ov indeks diverziteta	0,883
Shannon-Wiener indeks	2,835
Margalef-ov indeks diverziteta	2,83
Klasa boniteta	I

Na lokalitetu L5 Gostelja voda pripada I klasi kvaliteta vode, što ukazuje na veoma niski nivo organskog zagađenja. Indeks saprobnosti Zelinka – Marvan je 1,56, IBE Aqem 8, Simpsonov indeks diverziteta 0,883, dok je

Shannon – Wiener-ov indeks 2,835. Detaljan pregled indeksa i obilježja vode na ovom lokalitetu predstavljen je tabelarno (Tabela 6.).

Tabela 7. Ekološki status lokaliteta L6 na osnovu utvrđenih zajednica makrozoobentosa

Saprobni indeks – Zelinka & Marvan	1,572
ASPT	7,45
BMWP	63
DSFI – grupe diverziteta	6
IBE Aqem	7
BBI indeks	8
Simpson-ov indeks diverziteta	0,903
Shannon-Wiener indeks	2,395
Margalef-ov indeks diverziteta	2,71
Klasa boniteta	I

Na lokalitetu L6 Gostelja voda pripada I klasi kvaliteta vode, što ukazuje na veoma nihak nivo organskog zagađenja. Indeks saprobnosti Zelinka – Marvan je 1,572, IBE Aqem 7, Simpsonov indeks diverziteta 0,903, dok je Shannon – Wiener-ov indeks 2,395. Detaljan pregled indeksa i obilježja vode na ovom lokalitetu predstavljen je tabelarno (Tabela 7).

BIOSISTEMATIKA I EKOLOGIJA MAKROINVERTEBRATA SLIVA RIJEKE SPREČE

TIP MOLLUSCA (Mekušci)

Mekušci pripadaju skupini najbolje istraženih organizama. Mollusca su jako heterogena grupa organizama koja se po brojnosti nalazi odmah iza Arthropoda. Do danas je opisano oko 130000 recentnih i oko 45.000 izumrlih vrsta. U istraživanim tekućicama Mollusca su zastupljene samo s klasom Gastropoda. Determinisano je 5 vrsta puževa iz 4 familija i dvije podklase.

Klasa Gastropoda (Puževi)

Podklasa Pulmonata

Familija Ancyliidae

Rod *Ancylus*

Ancylus fluviatilis(O.F: Muller, 1774);

Vrsta *Ancylus fluviatilis* nađena je u uzorcima bentosa rijeke Oskove. Ima široku rasprostranjenost u Evropi izuzev oblasti Islanda i Tundre.

Familija Lymnaeidae

Rod *Lymnaea*

Lymnaea truncatula(O.F: Muller, 1774);

Vrsta *Lymnaea truncatula* nađena je u uzorcima faune srednjeg toka rijeke Spreče i Gostelje.

Lymnaea peregra(O.F: Muller, 1774);

Lymnaea peregra naseljava vode sa usporenim tokom; nađena je u fauni dna rijeke Spreče.

Familija Neretidae

Rod *Theodoxus*

Theodoxus fluviatilis (Linnaeus, 1758);

Vrsta *Theodoxus fluviatilis* je nađena u uzorcima rijeke Spreče i Gostelje, javlja se u vodi sa kamenitim i šljunkovitim dnom. U Evropi ima široko rasprostranjenje (Iberijsko poluostrvo, Pirineji, Italija, Alpi, Balkan, Zapadne i Centralne srednje planine, Karpati, Pontijska provincija, Zapadna, Centralna i Istočna ravnica, Baltička provincija, Sjeverna Švedska, Tajga, Kaspijska nizija, Irska i Engleska).

Podklasa PROSOBRANCHIA

Familija Melanopsidae

Rod *Holandriana*

Holandriana holandri (C. Pfeiffer, 1828);

Vrsta *Holandriana holandri* nađena je na svim lokalitetima istraživanja rijeke Spreča, preferira dna vodenih tokova s kamenitim i šljunkovitim dnom.

KLASA TURBELLARIA (Trepljasti crvi ili planarije)

Većina vrsta živi slobodno u vodi (slanoj i slatkoj) i vlažnoj zemlji, dok je znatno manji broj parazita i komensala. Iz klase Turbellaria u istraživanim tekućicama sliva jezera Modrac

konstatovano je prisustvo samo jedne vrste.

Familija Dugesidae

Rod *Dugesia*

Dugesia gonocephala (Duges, 1830); (= *Planariagonocephala*)

Vrsta *Dugesia gonocephala* konstatovana je u uzorcima bentosa iz rijeka: Spreča i Gostelja. *Dugesia gonocephala* rasprostranjena je u Evropi: Iberijsko poluostrvo, Pirineji, Italija, Alpi, Balkan, Pontijska provincija, Zapadne i Centralne srednje planine, Zapadna i Istočna ravnica, Mađarska nizija, Baltička provincija, Kavkaz i Kaspijska nizija.

PODTIP CRUSTACEA (Rakovi)

Crustacea (rakovi) uglavnom žive u svim zonama vodenih bazena, dok je manji broj prilagođen na terestični način života. U okviru reda Amphipoda poznati rod je Gammarus, čiji predstavnici naseljavaju slane i slatke vode. U slatkim vodama Evrope živi veliki broj vrsta ovog roda od kojih je najrasprostranjenija vrsta *G. pulex*. Pored ove vrste na Balkanskom poluostrvu registrovane su endemične vrste ovog roda: *G. bosniacus*, *G. pljakici* i *G. ochridensis*.

Familija Gammaridae

Rod *Gammarus*

Gammarus balcanicus (Schaferna, 1922);

Vrsta *Gammarus balcanicus* je nađena u uzorcima zoobentosa svih istraživanih tekućica sliva rijeke Spreče. Ova vrsta dobar je indikator čiste vode te pokazuje izrazitu osjetljivost na organsko zagađenje. Ima široku rasprostranjenost u Evropi, izuzev Tundre, Pirineja i Iberijskog poluostrva.

TIP ANNELIDA (Člankoviti crvi)

Annelida su bilateralno simetrične protostomije koje naseljavaju svjetloprovidne vodene ekosisteme dok se znatan broj ovih organizama upotpuno prilagodio i na život u zemljištu.

KLASA OLIGOCHAETA (Maločekinjaši)

Obuhvata organizme koji imaju izduženo crvoliko tijelo. Naseljavaju površinski sloj zemljišta, slatke vode, dok manji broj oligoheta živi u slanim vodama. Maločekinjaste gliste su zastupljene sa 4 vrste iz 4 porodice istraživanih tekućica sliva jezera Modrac.

Familija Tubificidae

Rod *Tubifex*

Tubifex tubifex (Muller, 1773);

Vrsta *Tubifex tubifex* nađena je u uzorcima faune dna jezera Modrac, Spreče i Oskove. Tubificidae su stanovnici tekućica s muljevitim sedimentom i velikom koncentracijom organske materije. *Tubifex tubifex* dobar je indikator jako zagađene vode. Ima široku

rasprostranjenost u Evropi, izuzev Iberijskog poluostrva.

Familija Naididae

Rod *Nais*

Nais pardalis (Piquet, 1906);

Naididae su prisutne u fauni dna istih istraživanih tekućica kao i *Tubificidae*. *Naididae* su eurivalentni organizmi; pokazuju da su slabi indikatori kvaliteta vode.

KLASA INSECTA (Insekti)

Red Ephemeroptera

Značajno mjesto u monitoringu među makroinvertebratama zauzimaju Ephemeroptera (vodeni cvjetovi) insekti čije razviće je vezano za slatke vode. Jaja polažu u vodi, koje se najčešće lijepe za podvodne predmete ili biljke. Predstavljaju važnu zajednicu faune dna gornjih riječnih tokova, čija brojnost raste od izvorišnog regiona ka zoni srednjeg toka brdsko-planinskih tekućica. U tekućicama sliva rijeke Spreče za istraživani period konstatovana su 9 taksona.

Dosadašnja istraživanja su pokazala da u Bosni i Hercegovini živi oko 58 vrsta vodenih cvejetova svrstanih u 9 evropskih porodica: Baetidae, Ephemerellidae, Ephemeridae, Oligoneuridae, Siphoneuridae, Leptophlebiidae, Pothamantidae, Caenidae i Heptagenidae.

Familija Baetidae

Rod *Baetis*

Baetis scambus (Eaton, 1870);

Prisustvo ove vrste utvrđeno je u rijeci Gostelji i dok je u Oskovi. U ostalim vodenim ekosistemima istraživanog područja nije utvrđeno prisustvo *Baetis scambus*.

Baetis lutheri (Muller – Liebenau, 1967);

U uzorcima zoobentosa rijeke Gostelje konstatovano prisustvo vrste *Baetis lutheri*. *Baetis lutheri* je rasprostranjena u Evropi: Iberijsko poluostrvo, Pirineji, Alpi, Balkan, Karpati, Pontijska provincija, Zapadne i Centralne srednje planine, Zapadna i Istočna ravnica.

Baetis fuscatus (Linne 1761)

Prisutna je u uzorcima faune dna Gostelje.

Rod *Heptagenia*

Heptagenia sulphurea (Muller, 1776);

Konstatovana je u fauni dna Gostelje. Ima široku rasprostranjenost u Evropi.

Heptagenia quadrilineatus (Landa, 1970);

Ima široku rasprostranjenost u vodotocima sliva rijeke Spreče i Oskove. U Evropi naseljava područja Centralne srednje planine, Karpati, Centralna i Istočna Planina.

Rod *Ecdyonurus*

Ecdyonurus venosus (Fabricius, 1775);

Istraživanja su pokazala prisustvo ove vrste samo u fauni dna rijeke Oskova. U Evropi ima istu rasprostranjenost kao i vrsta *Ecdyonurus dispar*.

Familija Ephemeridae

Rod *Ephemera*

Ephemera danica (Muller, 1764);

Rasprostranjena je širom Evrope, izuzev Islanda, Kavkaza i Kaspijske nizije.

Ephemera hellenica (Demoulin, 1955); Sastavni je dio faune dna Gostelje.

Red Plecoptera (kamenjarke) naseljavaju sve dijelove Zemlje izuzev polova. Žive neposredno uz vodene ekosisteme kopna, u kojima se odvija razviće. Larve žive u čistim tekućim vodama i dobri su indikatori kvaliteta vode. Javljaju se u vodama I i II stepena kvaliteta. Na longitudinalnom profilu tekućica učešće Plecoptera u fauni dna raste od izvora ka srednjem toku, a potom opada

ka donjem toku brdsko-planinskih tekućica. Ova skupina u Bosni i Hercegovini relativno je dobro proučena i opisano je nešto više od 70 vrsta. Ovu raznovrsnost karakteriše prisustvo 13 endemičnih vrsta i podvrsta.

Familija Nemouridae

Rod *Nemoura*

Nemoura cinereal (Retzins, 1783);

Ova vrsta je česta u dijelovima tekućica sa dosta vegetacije. Prisutna je u Oskovi.

Rod *Protonemoura*

Protonemoura auberti (Illies, 1954);

U literaturi se navodi da ova vrsta naseljava pretežno izvorske potoke ili dijelove vodotoka koji direktno otiču od njih (Kaćanski, 1972).

Vrsta *Protonemoura auberti* konstatovana je u gornjem toku rijeke Gostelje. U Evropi naseljava Balkan (Zapadni i Istočni), Zapadne i Centralne srednje planine, Karpati, Alpi i obod Italije.

Familija Leuctridae

Rod *Leuctra*

Leuctra hippopus (Kempny, 1899);

Ova vrsta vezana je za kamenito dno. Najbrojnija je vrsta; nađena je u uzorcima voda Spreče i Oskove.

Leuctra fusca (Linnaeus, 1758);

Konstatovana je kao sastavni dio makroinvertebrata rijeke Spreče.

Familija Perlidae

Perla *Perla*

Perla marginata (Panzer, 1799);

Istraživanja su pokazala prisustvo ove vrste u rijeci Oskovi.

Perla sp. sastavni je dio zajednica makroinvertebrata rijeke Oskove.

Perla burmeisteriana (Claassen, 1936);

Nađena je u uzorcima iz Oskove.

Familija Taeniopterygidae

Rod *Brachyptera*

Brachyptera seticornis (Klapalek, 1902);

Jedinke ove vrste veoma su rasprostranjene u Evropi (Iberijsko poluostrvo, Pirineji, Alpi, Karpati, Centralne srednje planine, Zapadne srednje planine i Mađarska nizija). Istraživanja su pokazala prisustvo ove vrste u uzorcima sliva rijeke Gostelje.

Red Odonata (vilinski konjici) - uglavnom žive u blizini vode, ali se mogu naći i daleko od nje u potrazi za plijenom pošto su izuzetno grabljivi insekti. Razviće i dio životnog ciklusa odvija se u vodi. Vilinski konjici su krupni insekti, dugog tijela, često lijepo obojeni sa upadljivim šarama na abdomenu. U tekućicama se najčešće nalaze na muljevitoj podlozi, kao i u vodi s biljnim ostacima. Dobro podnose viši nivo organskog zagađenja.

Rod *Gomphus*

Gomphus vulgatissimus (Linnaeus, 1758);

Ima široku rasprostranjenost u Bosni i Hercegovini što pokazuju nalazi u uzorcima bentosa istraživanih tekućica Spreče i Oskove. *Gomphus vulgatissimus* rasprostranjen je na području sjeverne i centralne

ROD *Anax*

Anax imperator (Leach, 1815);

Jedinke ove vrste su nađene u uzorcima bentosa Spreče. Ima širok areal rasprostranjenosti u Evropi (Iberijsko poluostrvo, Pirineji, Italija, Alpi, Balkan, Zapadne i Centralne srednje planine, Karpati, Mađarska nizija, Zapadna i Istočna ravnica, Pontijska provincija, Baltička provincija, Engleska, Kaspijska nizija i Kavkaz).

Red Trichoptera po izgledu su slični nekim leptirima. Aktivne su noću. Međutim, ima vrsta čiji se rojevivide danju iznad vode. Odrasli žive pored vode. Ženke nakon parenja polažu jaja u vodi ili pored nje. Larveno razviće uvijek se odvija u vodi najčešće slatkoj, a samo kod nekih u brakičnoj i slanoj. Većina larvi Trichoptera grade kućice od različitog materijala: sitnih kamenčića, pijeska, ljuštura pužića i biljnog materijala. Predstavnici ovog reda sreću se na različitim podlogama: pjeskovitoj, šljunkovitoj, kamenitoj kao i na biljnim ostacima. Fauna Trihoptera u Evropi relativno je dobro istražena. Opisano je oko 1000 vrsta, a u Bosni i Hercegovini 218 vrsta. Fauna Bosne i Hercegovine se odlikuje prisustvom endemičnih vrsta kao što su: *Rhyacophila bosniaca*, *Glossosoma neretvae*, *Drusus bosnicus*, *Drusus ramae*, *Hydropsyche mostarensis*. (Ttožić-Borovac, 2011).

Familija Lepidostomatidae

Rod *Athripsodes*

Athripsodes aterrimus (Stephens, 1836);

Jedinke ove vrste su ustanovljene u gornjem toku Spreče.

Familija Hydropsychidae

Rod *Hydropsyche*

Hydropsyche siltalai (Doehler, 1963);

Značajno mjesto po broju nađenih jedinki u ukupnom uzorku pripada ovoj vrsti, čije je prisustvo konstatovano u uzorcima Iz rijeke Spreče i Oskove. Dobar je indikator umjereno zagađenih voda.

Hydropsyche angustipennis (Curtis, 1834);

Jedna je od najbrojnijih vrsta u uzorcima proučavanih tekućica Spreče i Oskove. Rasprostranjene su širom Evrope, izuzev Iberijskog poluostrva, Islanda i Kavkaza.

Hydropsyche instabilis (Curtis, 1834);

Areal rasprostranjenosti *Hydropsyche instabilis* na istraživanom području je širok, utvrđeno je prisustvo ove vrste u svim istraživanim ekosistemima.

Familija Rhyacophilidae

Rod *Rhyacophila*

Rhyacophila dorsalis (Curtis, 1834);

Prisutna je u uzorcima rijeke Spreče.

Rod *Philopotamus*

Philopotamus montanus (Donovan, 1813);

U uzorcima zoobentosa istraživanih tekućica konstatovano je prisustvo vrste *Philopotamus montanus* u rijeci Gostelji.

Familija Odontoceridae

Rod *Odontocerum*

Odontocerum albicorne (Scopoli, 1763);

Dobar je indikator oligosaprobnih čistih voda. Mali broj jedinki ove vrste konstatovan je u Spreči. Rasprostranjena jena širem području Evrope: Balkan, Zapadne i Centralne srednje planine, Zapadna, Centralna i Istočna ravnica, Baltička provincija, Borealna visoravan, Engleska, Tundra, Sjeverna Švedska i Tajga.

Red Diptera (dvokrilci – muhe) najbolji su letači među insektima kod kojih su razvijena samo prednja krila. Naseljavaju različita staništa na kopnu. U vodi najveći broj Diptera nalazi se u muljevitoj podlozi, kao i na mjestima sa biljnim ostacima. Naseljavaju staništa sa čistom vodom kao i ona sa dosta organskih materija.

Familija Tipulidae

Rod *Tipula*

Tipula saginata (Bergroth, 1890);

Konstatovano je prisustvo ove vrste u vodenim ekosistemima sliva rijeke Spreče (Spreča i Gostelja).

Familija Chironomidae

Rod *Chironomus*

Chironomus thummi (Kieffer, 1911);

U okviru reda Diptera na istraživanim lokalitetima najbrojnije su bile jedinke vrste *Chironomus thummi* čije je prisustvo ustanovljeno u fauni dna svih istraživanih tekućica izuzev Gostelje. Porodica Chironomidae spada u grupu slabih indikatora kvaliteta vode.

Rasprostranjenost u Evropi evidentirana je na sljedećim lokalitetima: Iberijsko poluostrvo, Pirineji, Alpi, Karpati, Zapadne i Centralne srednje planine, Zapadna i Centralna ravnica, Mađarska nizija.

Familija Tabanidae

Rod *Tabanus*

Tabanus maculicornis (Zetterstedt, 1842);

Vrsta *Tabanus maculicornis* prisutna je u uzorcima iz rijeke Gostelje. Rasprostranjenaje na širem području Evrope: Balkan, Iberijsko poluostrvo, Pirineji, Alpi, Karpati, Zapadne i Centralne srednje planine, Zapadna, Istočna i Centralna ravnica, Mađarska nizija,

Baltička provincija, Borealna visoravan, Engleska, sjeverna Švedska, Kaspijska nizija, Kavkaz i Tajga.

Familija Simuliidae

Rod *Simulium*

Simulium sp.

Izrazito veliku brojnost pokazale su populacije vrste *Simulium sp.* duž istraživanog vodotoka rijeke Spreča.

Red Coleoptera (tvrdokrilci) najuspješnija je grupa životinja uopće, koja je zaposjela sve zoogeografske oblasti. Za razliku od svih ostalih vodenih insekata koji jedan dio života provode u vodi, vodeni tvrdokrilci čitav svoj život provode u vodi.

Familija Elmidae

Rod *Elminus*

Elmis aenea (Muller, 1806); (= *Elmis maugei*),

Vrsta *Elmis aenea* jedna je od najbrojnih iz reda Coleoptera koja je nađena kao larva i kao i imago u uzorcima iz rijeke Spreče. Rasprostranjena je širom Evrope, osim u Pontijskoj provinciji i Islandu.

Familija Gyrinidae

Rod *Gyrinus*

Gyrinus natator (Linnaeus, 1758);

Istraživanja su pokazala prisustvo ove vrste na istraživanim lokalitetima svih rijeka, sa izuzetkom rijeke Gostelje.



Slika 3. Dio uzorka makroinvertebrata istraživanih tekućica

ZAKLJUČAK

Hydrobiološka istraživanja nekih tekućica Tuzlanskog kantona su pokazala prisustvo 754 jedinke koje su svrstane u pet klasa (10 grupa), odnosno 43 taksona. Najveći broj taksona 34 (79,06%) pripada klasi Insecta, četiri grupi Gastropoda, dva taksona grupi Oligochaeta i po jedan takson grupi Turbellaria i Crustacea. Biološka raznolikost taksona konstatovanih grupa makroinvertebrata varirala je među proučavanim rijekama. Po broju taksona izdvajaju se uzorci zoobentosa iz rijeke Spreče sa 24 ustanovljena taksona, zatim sa 20 taksona iz rijeke Gostelje, dok je broj utvrđenih taksona rijeke Oskove svega 19. Na osnovu relevantnih pokazatelja može se zaključiti da istraživane tekućice Spreča i Oskova pripadaju drugom stupnju boniteta, odnosno mezosaprobnoj zoni, za razliku od rijeke Gostelje koja pripada prvom stupnju boniteta i da kao takve pružaju zadovoljavajuće uslove za život makroinvertebrata. Promjene broja i sastava makroinvertebrata istraživanih rijeka pokazuje da su izložene jakom antropogenom uticaju.

SUMMARY

Hydrobiological investigations of some streams in the Tuzla Canton showed the presence of 754 individuals, which were classified into five classes (10 groups), i.e. 43 taxa. The largest number of taxa, 34 (79.06%), belongs to the Insecta class, four to the Gastropoda group, two taxa to the Oligochaeta group, and one taxon each to the Turbellaria and Crustacea groups. The biological diversity of taxa of macroinvertebrate groups found varied among the studied rivers. According to the number of taxa, zoobenthos samples from the Spreca River with 24 established taxa, followed by 20 taxa from the Gostelje River, while the number of established taxa from the Oskova River is only 19. Based on the relevant indicators, it can be concluded that the investigated streams of Spreca and Oskova belong to the second level of quality, i.e. the mesosaprobic zone, in contrast to the river Gostelja, which belongs to the first level of quality and as such provides satisfactory conditions for the life of macroinvertebrates. Changes in the number and composition of macroinvertebrates in the investigated rivers show that they are exposed to strong anthropogenic influence.

LITERATURA

1. Adrović A., Skenderović I., Bajrić A., Brkić M., Adrović R. (2017): Saprobiological application methods in evaluation of water quality Gostelja river. Tokovi. Časopis za naučna, književna i društvena pitanja, Berane. Broj 1/2017: 84-95;
2. Hussain Q.A., Pandit A.K. (2012): Macroinvertebrates in Stream: A Review of Some Ecological Factor. International Journal of Fisheries and Aquaculture, 4, 114-123;
3. Dall, P.C., Friberg, N., Lindegard, C., Toman, M.J. (1995): A practical guide of biological assessment of stream water quality. Biological Assessment of Stream Water Quality. University of Ljubljana, Ljubljana;
4. Docile T.N., Figueiró R., Gil-Azevedo L.H., Nessimian J.L. (2015): Water pollution and distribution of the black fly (Diptera: Simuliidae) in the Atlantic Forest, Brazil. Revista de biologia tropical Vol. 63 (3): 683-693;
5. Kerovec, M. (1986): Priručnik za upoznavanje beskralješnjaka naših potoka i rijeka. SNL, Zagreb;
6. Quigley, M. (1977): Invertebrates of Streams and Rivers: A key to Identification. Edward Arnold Pub. UK ;
7. Matoničkin I., Pavletić, Z.(1972): Život naših rijeka: biologija tekućih voda. Školska knjiga. Zagreb;
8. Marković, Z. (1998): Izvori brdsko-planinskih područja Srbije (ekološka studija makrozoobentosa). Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd;
9. Sansoni, G.(1988): Atlante per il riconoscimento dei macroinvertebrati dei corsi d'acqua italiani. Provincia autonoma di Trento. Centro italiano Studi di Biologia Ambientale;
10. Shannon, C.E., Weaver, W. (1949): The Mathematical Theory of Communication. The University of Illinois, Illinois;
11. Simić V., Simić S. (2009): Ekologija kopnenih voda (Hidrobiologija I). – Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Kragujevcu; Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, Kragujevac; Beograd;
12. Skenderović, I., Adrović, A., Hajdarević, E., Bajrić, A.(2017): Zoobenthos of macroinvertebrates in some streams of the water catchment area of lake Modrac (Bosnia and Herzegovina). In:10th International Scientific Conference "Science and Higher Education in Function of Sustainable Development" Užice, Serbia;

13. Skenderović, I., Adrović, A., Hajdarević, E., Bajrić, A. (2019): Communities of aquatic macroinvertebrates from Konjuh Mountain headwater streams. In: International Conference "New Technologies, Development and Applications", pp. 587–594. Springer, Cham;
14. Skenderović, I. (2022): Fauna hidroekosistema Živinica i okoline, Printas d.o.o. Srebrenik;
15. Smith H., Wood P.J., Gunn J. (2003): The influence of habitat structure and flow permanence on invertebrate communities in karst spring systems. Hydrobiologia;
16. Waringer, J., Graf, W.: Atlas der Österreichischen Köcherfliegenlarven. Facultas Univeritätsverlag, Wien (1997).