



UNIVERZITET U BANJOJ LUCI
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET



mr Dejan Dmitrović

**MAKROZOOBENTOS ODABRANIH KRENONA
SLIVA RIJEKE CVRCKE**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Banja Luka, 2017.



UNIVERSITY OF BANJA LUKA
FACULTY OF NATURAL SCIENCES
AND MATHEMATICS



Dejan Dmitrović, MSc

**MACROZOOBENTHOS OF SELECTED CRENS
OF THE CVRCKA RIVER BASIN**

DOCTORAL DISSERTATION

Banja Luka, 2017.

Mentor: dr Vladimir Pešić, redovni profesor, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet Crne Gore

Naslov doktorske disertacije: Makrozoobentos odabranih krenona sliva rijeke Cvrcke

Rezime: Makrozoobentos eukrenona 50 izvora sliva rijeke Cvrcke je sakupljan semikvantitativno. Sezonski je analiziran makrozoobentos reokrenog, reopsamokrenog i kaptiranog izvora, posebno za eukrenon i hipokrenon. Utvrđene su vrijednosti fizičkih i hemijskih parametara izvorskih biotopa, kao i osobine supstrata. Pronađeno je 120 taksona makrozoobentosa, među kojima su i tri vrste nove za nauku, najvjerovatnije endemi izvora sliva rijeke Cvrcke: *Belgrandiella bozidarcucici* Glöer & Pešić, 2014, *Dina sketi* Grosser & Pešić, 2014 i *Drusus crenophylax* Graf & Vitecek, 2015. Najfrekventniji i najabundantniji takson je *Gammarus fossarum* Koch, 1836, a najveći broj sakupljenih taksona pripada porodici Chironomidae, kao i naselju Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera (EPT). Faktori koji značajno utiču na naselje Diptera iz porodice Chironomidae su nadmorska visina, učešće i pokrovnost kamenja u supstratu i koncentracija rastvorenog kiseonika, a najvažniji faktori strukture EPT naselja su pokrovnost dna sa makrofitama, pH vrijednost, temperatura vode i elektroprovodljivost. Utvrđeno je da plavljenje značajno utiče na sastav naselja makrozoobentosa povećavajući udio ritrobionata u reokrenim izvorima koji su izloženi plavljenju. Nije utvrđena statistički značajna razlika između naselja makroinvertebrata eukrenala i hipokrenala. Ovi uglavnom mali kraški izvori sa kratkim tokom vjerovatno nemaju pravu izvorsku zonalnost, ali mogu, na osnovu faunističkih podataka, da pokazuju „kvazizonalnost“. Sprovedeno istraživanje pokazuje da postojeći kriterijumi za utvrđivanje zonalnosti u izvorima centralne Evrope trebaju biti modifikovani kako bi se opisali i različiti priobalni izvori u planinskom regionu zapadnog Balkana.

Ključne riječi: taksoni, makrozoobentos, sliv Cvrcke, tipovi izvora, eukrenon, hipokrenon

Naučna oblast: Prirodne nauke

Naučno polje: Biološke nauke

Klasifikaciona oznaka: B 000

Tip odabrane licence Kreativne zajednice: Autorstvo – nekomercijalno – bez prerada

Mentor: Vladimir Pešić, PhD, Full Professor, Faculty of Natural Sciences and Mathematics, University of Montenegro

Title of the doctoral dissertation: Macrozoobenthos of selected crenons of the Cvrcka River basin

Summary: Eucrenon macrozoobenthos of 50 springs of the Cvrcka River basin were collected semi-quantitatively. The macrozoobenthos of the rheocrene, rheopsammocrene and piped springs were seasonally analyzed, separately for eucrenon and hypocrenon. The values of physical and chemical parameters of river spring biotopes were determined, as well as composition of substrates. A total of 120 taxa of macrozoobenthos were discovered, including three species new to science, probably endemic species to the springs of the Cvrcka River basin: *Belgrandiella bozidarcucici* Glöer & Pešić, 2014, *Dina sketi* Grosser & Pešić, 2014 and *Drusus crenophylax* Vitecek & Graf, 2015. The most frequent and abundant taxon is *Gammarus fossarum* Koch, 1836, and the largest number of collected taxa belong to the family Chironomidae, as well as Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera assemblages (EPT). Factors that significantly influence the Diptera assemblages of the Chironomidae family are altitude, participation and rock cover in the substrate and the concentration of dissolved oxygen, and the most important structure factors of the EPT assemblages are bottom coverage with macrophytes, pH value, water temperature and conductivity. It was found that floodings significantly influence the composition of the species assemblages with a higher proportion of rhithrobiont taxa in flooded rheocrene springs. This study did not showed significant differences between the macroinvertebrate assemblages from the eucrenal and hypocrenal. Based on faunistic data we suggest that small karst spring with a short outflow likely do not exhibit true spring zonation but may show “quasi-zonation”. This study showed that existing criteria for regional spring zonation in Central Europe should be modified in order to sufficiently describe the variety of riparian springs in the mountainous region of western Balkans.

Key words: taxa, macrozoobenthos, Cvrcka River basin, types of springs, eucrenon, hypocrenon

Scientific area: Natural sciences

Scientific field: Biological sciences

Classification Code: B 000

Type the selected license Creative Communities: CC BY-NC-ND

Zahvalnica

Mentoru doktorske disertacije, dr Vladimiru Pešiću, profesoru Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta Crne Gore, zahvaljujem na vrhunskoj organizaciji i aktivnom učešću u svim fazama rada i pisanja disertacije, kao i na nesebičnim savjetima, neizmjernom strpljenju i vremenu koje mi je posvetio.

Hvala mentoru jer me je upoznao sa drugim naučnicima, specijalistima za određene grupe vodenih beskičmenjaka, a kojima takođe zahvaljujem na pomoći oko determinacije ili potvrde determinacije sakupljenih jedinki Amphipoda i larvi Diptera iz familije Chironomidae (dr Michal Grabowski i dr Mateusz Plóciennik, Departman za Zoologiju invertebrata i Hidrobiologiju Univerziteta u Lođu, Poljska), kao i Trichoptera i Plecoptera (dr Wolfram Graf, Institut za Hidrobiologiju i upravljanje vodenim ekosistemima u Beču, Austrija). Pomoć u determinaciji Hirudinea je pružio dr Clemens Grosser (Leipzig, Njemačka), a determinaciji Gastropoda dr Peter Glöer (Laboratorija za istraživanje biodiverziteta, Malakologija, Hetlingen, Njemačka), kojima takođe zahvaljujem.

Zahvaljujem svima onima koji su pomogli u terenskim istraživanjima i sakupljanju materijala: Slavenu Filipoviću, Goranu Šukalu, Siniši Škondriću i Jasminki Dmitrović. Dragom prijatelju Slavenu Filipoviću sam zahvalan i na prijedlogu lokaliteta istraživanja, a prijateljima Siniši Škondriću, Goranu Šukalu, Marinku Vekiću i Biljani Kukavici hvala na našim diskusijama i podršci koju ste mi pružili.

Dr Biljani Kukavici i Mireli Boroji sa Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci hvala na pomoći oko pripreme rastvora neophodnih za determinaciju Oligochaeta, a dr Veri Nikolić, profesoru Biološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu, hvala na pomoći oko nabavke literature za njihovu determinaciju.

Zahvaljujem i kolegama Dejanu Radoševiću i Goranu Paniću iz Odjeljena za prirodno nasljeđe Republičkog zavoda za zaštitu kulturno-istorijskog i prirodnog nasljeđa, kolegi Dejanu na ukazanom povjerenju prilikom pribavljanja Stručnog mišljenja na projektne aktivnosti u prirodi, a kolegi Goranu na razmjeni literature i pomoći prilikom pisanja dijela o opštim odlikama istraživnog područja.

Dr Ljiljani Tomović, profesoru Biološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu, hvala na sugestijama i pomoći tokom statističke obrade podataka i tumačenja dobijenih rezultata.

Dr Ani Savić, docentu Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Nišu, dr Stefanie Von Fumetti, profesoru Departmana za Nauke o životnoj sredini Univerziteta u Bazelu i

već pomenutom kolegi dr Mateušu iz Poljske hvala na saradnji tokom pisanja i publikovanja naučnih radova koji su proizašli iz podataka do kojih se došlo tokom realizacije ove doktorske disertacije.

Prve korake u proučavanju makrozoobentosa izvora sam napravio u timu koji su formirali i vodili dr Nevenka Pavlović i dr Boro Pavlović, profesori na Prirodno-matematičkom fakultetu Univerziteta u Banjoj Luci, kojima takođe zahvaljujem, kao i na ustupljenoj literaturi.

Članovima Komisije za pregled, ocjenu i odbranu doktorske disertacije, dr Ivici Radoviću, profesoru Fakulteta bezbednosti Univerziteta u Beogradu i dr Dragojli Golub, profesoru Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci, zahvaljujem na ukazanoj časti za učešće u Komisiji, čitanju rukopisa i sugestijama.

Mojoj porodici zahvaljujem na nesebičnoj podršci tokom nastajanja ove disertacije.

Jednokratnu stipendiju tokom izrade doktorske disertacije je obezbijedilo Ministarstvo nauke i tehnologije Republike Srpske, kome takođe zahvaljujem.

Riječ hvale zaslužuju i svi oni koji su na bilo koji način pomogli prilikom izrade disertacije, a nisu navedeni u zahvalnici.

Autor

SADRŽAJ

1.0. UVOD	1
2.0. PREGLED LITERATURE	3
2.1. Istraženost zoobentosa krenona sliva Vrbanje.....	3
2.2. Istraženost zoobentosa krenona ostalih tekućica Bosne i Hercegovine	4
3.0. HIPOTEZE I CILJ ISTRAŽIVANJA	8
3.1. Hipoteze istraživanja	8
3.2. Cilj istraživanja.....	9
4.0. OPŠTE ODLIKE ISTRAŽIVANOG PODRUČJA	10
4.1. Geografski položaj, reljefne i hidrološke osobine sliva Cvrčke	10
4.2. Geološka svojstva sliva Cvrčke	12
4.3. Klima u slivu Cvrčke	14
4.4. Pedološka svojstva sliva Cvrčke.....	14
4.5. Vegetacijske karakteristike sliva Cvrčke.....	14
5.0. MATERIJAL I METODE.....	16
5.1. Opis lokaliteta.....	16
5.2. Mjerenje fizičkih i hemijskih parametara krenala i procjena osobina supstrata...	20
5.3. Sakupljanje uzoraka makrozoobentosa.....	20
5.4. Analiza uzoraka makrozoobentosa	22
5.5. Formiranje zbirke sakupljenih organizama	24
5.6. Statistička obrada podataka	24
6.0. REZULTATI	27
6.1. Osobine krenonskih biotopa sliva rijeke Cvrčke	27
6.1.1. Osobine biotopa eukrenona	27
6.1.2. Osobine biotopa eukrenona reokrenih izvora.....	32

6.1.3. Osobine biotopa eukrenona i hipokrenona izvora koji su praćeni sezonski	34
6.2. Makrozoobentos krenona sliva rijeke Cvrcke	38
6.2.1. Makrozoobentos eukrenona.....	38
6.2.1.1. Naselje Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera eukrenona.....	49
6.2.1.2. Naselje Diptera iz familije Chironomidae eukrenona.....	53
6.2.2. Makrozoobentos eukrenona reokrenih izvora	60
6.3. Makrozoobentos eukrenona i hipokrenona izvora koji su praćeni sezonski	65
7.0. DISKUSIJA.....	72
7.1. Makrozoobentos eukrenona sliva rijeke Cvrcke.....	72
7.1.1. Naselje Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera eukrenona	76
7.1.2. Naselje Diptera iz familije Chironomidae eukrenona	78
7.2. Makrozoobentos eukrenona reokrenih izvora sliva rijeke Cvrcke	81
7.3. Makrozoobentos krenona Cvrcke na longitudinalnom profilu po sezonama	83
8.0. ZAKLJUČAK.....	88
9.0. LITERATURA	90

1.0. UVOD

Izvori su ekotoni između podzemnih i površinskih voda, terestričnih i akvatičnih ekosistema (Webb i sar., 1998). Na osnovu načina izbijanja vode na površinu izvršena je u ekologiji široko prihvaćena podjela izvora na: reokrene ili tekuće, limnokrene ili jezeraste (Steinmann i sar., 1915) i helokrene ili močvarne (Thienemann, 1924). Nova klasifikacija, koju je dao Gerecke (1996), takođe zasnovana na načinu izbijanja vode na površinu, prihvata navedenu podjelu, ali joj dodaje još tri grupe izvora. Voda ovih izvora izbija iz nekoliko tačaka: 1) sa stjenovite litice (higropetrični izvori), 2) na kosoj površini cureći kroz slojeve pijeska, šljunka i detritusa (reopsamokreni izvori) i 3) difuzno cureći kroz slojeve od mulja i organskog detritusa (reohelokreni izvori).

Izvorski region je označen kao krenal, a dijelovi toka tekućice nizvodno su ritral i potamal (Illies, 1961). Ovaj koncept zoniranja tekućice je zasnovan na razlici u temperaturi vode navedenih dijelova toka. Tako, amplituda variranja temperature vode, ali i ostalih abiotičkih ekoloških faktora, je u izvorskom regionu manja nego u zoni ritrala i potamala (Gooch i Glazier, 1991), pa se za izvore kaže da su “prirodne laboratorije” (Odum, 1971), staništa za mnoge stenotermne vrste (Fischer i sar., 1998; Zollhöfer, 1999), koje su često relikti (Fischer, 1996; Hayford i Herrmann, 1998; Di Sabatino i sar., 2003), ili endemi (Berberović, 1980; Boeters i sar., 2013; Karaman, 2010; Radoman, 1983; Čepić i Marinković-Gospodnetić, 1978).

Krenal se sastoji od dva dijela: eukrenala ili izvora u užem smislu i hipokrenala ili izvorskog potoka (Illies i Botosaneanu, 1963). Iako su ova dva dijela izvorskog regiona posebni ekosistemi njihove biocenoze (krenoni), eukrenon i hipokrenon, sa makrozoobentosom kao značajnom komponentom, su rijetko proučavane odvojeno (Erman i Erman, 1995; Von Fumetti i sar., 2007), tako da je ovo vjerovatno prvo istraživanje koncipirano na takav način i realizovano na području Bosne i Hercegovine.

Sastav, struktura i dinamika makrozoobentosa mnogih izvora na području Bosne i Hercegovine su sasvim neistraženi, ili nedovoljno istraženi. Djelimično su poznata bogatstva njihovog genetičkog, specijskog i ekosistemskog biodiverziteta. Mnogi izvori i njihove životne zajednice su suočeni sa mogućim nestankom, a da ih još nismo ni upoznali. O makrozoobentosu krenona rijeke Cvrčke, lijeve pritoke Vrbanje, postoji malo

pisanih podataka i to samo za Vilenska vrela (Filipović i sar., 2009), iako je broj izvora u slivu ove rijeke veliki.

Procjena nivoa povezanosti intenziteta dejstva abiotičkih ekoloških faktora sa kvalitativnim i kvantitativnim sastavom makrozoobentosa krenona jedan je od interesa naučne javnosti koja se bavi navedenom problematikom. Poznato je da na sastav i strukturu makrozoobentosa izvora utiče čitav niz abiotičkih ekoloških faktora: fizičko-hemijski (Orendt, 2000), hidrološki (Ilmonen i Paasivirta, 2005), sastav supstrata (Hahn, 2000), nadmorska visina (Barquín i Death, 2006), ali i biotičkih faktora (Fischer, 1996; Lindegaard i sar., 1998), sa naglaskom na antropogeni pritisak, a naročito kaptiranje izvora (Dmitrović, 2012; Dmitrović i sar. 2016; Marković, 1998). Sušni i kišni period mogu imati značajnu ulogu, naročito u kraškim izvorima, koji su često i povremeni (Meyer i sar., 2003). Izvori sliva Cvrčke su kraški (Rajčević i Crnogorac, 2011), a analizom dostupne literature nisu pronađeni podaci o intenzitetu dejstva abiotičkih i biotičkih ekoloških faktora izvora sliva Cvrčke, u čemu se, takođe, ogleda doprinos ove doktorske teze.

Nedostaju i faunističke zbirke pomoću kojih bi bilo moguće vršiti inventarizaciju faune, komparaciju sa materijalom koji je sakupljen na drugim lokalitetima, eventualne revizije, kao i potencijalni postupak opisivanja novih taksona, zatim filogeografska istraživanja posredstvom molekularnih markera i slično. U tom smislu je formiranje zbirke sakupljenih organizama tokom realizacije ove doktorske teze baza od značaja za provođenje navedenih, ali i drugih istraživačkih aktivnosti u budućnosti.

Nedovoljna istraženost makrozoobentosa krenona rijeke Cvrčke i ostalih vodotoka Republike Srpske i Bosne i Hercegovine, u kombinaciji sa sve većim uticajem antropogenog faktora u degradaciji izvorskih ekosistema, poznatih po visokom stepenu endemizma i reliktnosti vrsta koje ih naseljavaju, kao i aktuelna globalna problematika smanjenja resursa pitke vode, što izvori svakako jesu, jasno ukazuju na značaj izrade ove doktorske disertacije.

2.0. PREGLED LITERATURE

2.1. Istraženost zoobentosa krenona sliva Vrbanje

Rijeka Cvrcka je najveća lijeva pritoka Vrbanje. Površina sliva rijeke Cvrcke iznosi 72,70 km², a dužina glavnog toka 14,745 km. Međutim, zbog lijeve pritoke, rijeke Međurače, koja se na području Bokana ulijeva u Cvrcku, ukupna dužina njenog toka je 21,742 km. (Rajčević i Crnogorac, 2011).

Prema ribarskoj osnovi za slivno područje srednjeg i donjeg toka rijeke Vrbas (Aganović i sar., 1975) dominantna vrsta riba u Cvrckoj je bila potočna pastrmka sa učešćem od 95% u odnosu na ostalu ihtiofaunu (uglavnom peš i krkuš). Bogatstvo potočne pastrmke posredno ukazuje i na bogatstvo makrozoobentosa kojim se ova vrsta ribe dominantno hrani. Isti literaturni izvor navodi da je potočna pastrmka pokazala visoko učešće u ihtiofauni i drugih vodotoka iz slivnog područja Vrbanje, među kojima je: Maslovarska rijeka, Denička rijeka, Jakotinska rijeka i Grabovački potok.

Procjenjuje se da sliv rijeke Vrbanje obuhvata 1031 izvor, od čega najveći broj pripada stalnim izvorima, dok su periodični i povremeni izvori zastupljeni daleko manjim brojem. Najmanji broj izvora je u donjem toku (10,08%), pri čemu 41 izvor na lijevoj strani sliva i 104 na desnoj (Rajčević i Crnogorac, 2011).

Uprkos tako velikom broju izvora u slivu Vrbanje, slabo su proučeni, a stanje naselja njihovog makrozoobentosa istraživano je samo u nekoliko primjera. Prvo takvo istraživanje je novijeg datuma i odnosi se na praćenje stanja taksocena makrozoobentosa Vilenskih vrela u slivu Cvrcke, na području sela Rastik u Kotor Varošu (Filipović i sar., 2009).

Istraživanja makrozoobentosa krenona Vrbanje su nastavljena 2009. godine i u gornjem dijelu sliva, blizu toka Vrbanje kroz Kruševo Brdo i Prisočku, ispod Vlašića na području Kotor Varoša (Pavlović i sar., 2011a). Obuhvaćeno je pet izvora (Zapotci, Čudničko vrelo, Lopača, Trnovac i Lanišće) u različitoj podešenosti za snabdijevanje vodom, od izvora bez uređenja, preko izvora prije i poslije betoniranja i duže vremena betoniranog, zatim

moćnog izvora sa kaptažom koja uzima manji dio vode, pa sve do kaptiranog izvora za ribogojilište sa malo nezahvaćene vode.

Podaci o strukturi makrozoobentosa izvora Zapotci i Lanišće su uključeni i u istraživanje provedeno paralelno sa prethodno navedenim, a sa ciljem utvrđivanja stanja makrozoobentosa u uslovima rada malih hidroelektrana praćenjem njihovog slabijeg i jačeg uticaja (Pavlović i sar., 2011b).

2.2. Istraženost zoobentosa krenona ostalih tekućica

Bosne i Hercegovine

Predstavnici izvorske faune na području Bosne i Hercegovine su intenzivnije proučavani sedamdesetih godina prošlog vijeka. Publikovani radovi su nastali kao rezultat aktivnosti tima istraživača koji je okupila Smilja Mučibabić na Prirodno-matematičkom fakultetu Univerziteta u Sarajevu i Biološkom Institutu Univerziteta u Sarajevu (Pavlović i sar., 2011c). Članovi tima (Dragica Kaćanski, Mirjana Tanasijević, Mara Marinković-Gospodnetić i Salih Krek) su proučavali naselja insekata krenona i ritrona malih pritoka rijeke Sutjeske u području planina Maglića, Volujka i Zelengore. Kaćanski je proučavala red Plecoptera (1970a) i red Diptera iz familije Simuliidae (1970b), Tanasijević red Ephemeroptera (1970), Marinković-Gospodnetić red Trichoptera (1970a), a familijom Psychodidae iz reda Diptera bavio se Krek (1970a). Osim Diptera iz familije Simuliidae i dijela analiziranih Trihoptera, koje su determinisane u stadijumu larve i/ili lutke, ostali taksoni su određivani na osnovu imaga, tako da posredno ukazuju na potencijalni sastav makrozoobentosa krenona u čijoj su blizini sakupljeni.

Slijedi objavljivanje serije radova u kojima navedeni autori razmatraju faunistički aspekt i distribuciju pojedinih grupa vodenih insekata na longitudinalnom profilu tekućica Bosne i Hercegovine, uključujući i izvorsku zonu. Takve podatke daje Kaćanski za insekte iz reda Plecoptera sliva gornjeg toka rijeke Bosne (Kaćanski, 1971), sliva rijeke Neretve (Kaćanski, 1978) i rijeke Vrbas (Kaćanski, 1983), Marinković-Gospodnetić za insekte iz reda Trichoptera Hercegovine, uglavnom iz sliva rijeke Neretve (Marinković-

Gospodnetić, 1978) i Ljubovčića potoka, pritoke Zujevine (Marinković-Gospodnetić, 1961), a Krek (1972) za Psychodidae tekućica šireg područja jugoistočne Bosne.

Proučavana je i dinamika populacija Trichoptera vrste *Drusus klapaleki* iz potoka Toplice, pritoke Bistrice iz sliva Drine (Čepić, 1979), vrsta roda *Baetis* iz rijeke Stavnje (Tanasijević, 1977), kao i vrsta iz familije Simuliidae iz potoka Žunovnica, pritoke Zujevine (Kačanski, 1968).

Podatke o biodiverzitetu i distribuciji Hirudinea Bosne i Hercegovine, među kojima su i one pronađene u izvorima rijeke Bosne, daje Šapkarev (1978).

Prvi rad, na području Bosne i Hercegovine, u kome su objedinjeni podaci o ukupnom naselju zoobentosa izvora sa aspekta njegovog kvalitativnog i kvantitativnog sastava invertibrata je objavljen u *Godišnjaku Biološkog Instituta Univerziteta u Sarajevu* 1978. godine, pod nazivom „Zoobentos rijeke Toplice“, a nastao je u koautorstvu Velinke Čepić i Mare Marinković-Gospodnetić.

Biocenotički aspekt je razmatran i na primjeru familije Psychodidae krenona tekućica šireg područja jugoistočne Bosne (Krek, 1973), kao i Ephemeroptera, Plecoptera, Simuliidae i Psychodidae krenona sliva rijeke Sutjeske (Krek i sar., 1976).

Drugačiji pristup u proučavanju makrozoobentosa krenona pružaju radovi u kojima se analize zadržavaju na nivou taksocena (Pavlović i Pavlović, 1999; 2000). Navedena istraživanja makrozoobentosa su provedena u brojnim izvorima na području Bosne i Hercegovine: Vrelu Bosne, Paljanske Miljacke, Bistrice (Pavlović i sar., 2006), Usore (Pavlović i sar., 2008), Vilenskim vrelima u slivu Cvrčke (Filipović i sar., 2009), kao i izvorima sliva Sutjeske (Pavlović i sar., 2009a), Strižne i Vojskove (Mršić i sar., 2009), Sane (Savić i sar., 2011), Plive i Ribnika (Pavlović i sar., 2011d). Analize u ovim istraživanjima su obuhvatile i procjenu gustine naselja svakog taksocena.

U novije vrijeme je analizirana gustina naselja, sezonska dinamika i distribucija taksona makrozoobentosa 19 malih izvora koji ne formiraju nadzemni tok duži od nekoliko metara, ili ga ne formiraju uopšte, pri čemu neki od njih presušuju tokom ljeta, a smješteni su na području međuvoda srednjeg toka Vrbasa i donjeg toka Vrbanje (Dmitrović, 2012).

Podaci o makrozoobentosu krenona Bosne i Hercegovine nerijetko su sastavni dio rezultata do kojih se došlo proučavanjem makrozoobentosa tekućica, kao što su: Toplica (Čepić i Marinković-Gospodnetić, 1978), Bosna (Trožić-Borovac i Hafner, 2004; Trožić-

Borovac, 2005a), Vrbas (Trožić-Borovac, 2005b), Lašva (Trožić-Borovac, 2005c), potok Stojčevac, pritoka Večerice (Trožić-Borovac i sar., 2008), potok Žunovnica (Trožić-Borovac, 2009), Neretva i Cetina (Trožić-Borovac i sar., 2010), Sana (Pavlović i sar., 2012a), Krupa, pritoka Vrbasa (Pavlović i sar., 2012b; Balta i Bilbija, 2015) i rijeka Kozica na Manjači (Pavlović i sar. 2012c).

U izvorima Bosne i Hercegovine su pronalazene i opisivane mnoge do tad nepoznate vrste insekata za nauku, a čiji predstavnici kao larve žive u zoobentosu. Tako, na izvoru Miljacke je otkrivena vrsta *Annitella triloba*, Trichoptera, čiji je opis dala Mara Marinković (1955). Isti autor (1970b) daje opširnije i detaljnije opise više vrsta Trichoptera, među kojima je i *Plectrocnemia smiljae* sa izvora Žunovnice i *Psylopteryx bosniaca* sa izvora rijeke Stavnje. Marinković-Gospodnetić (1988) opisuje i novu vrstu *Glossosoma bunae*, a koja je pronalazena samo u izvorištu rijeke Bune u blizini Mostara. Krek opisuje nove vrste Diptera iz familije Psychodidae: *Philosepedon balkanicus* i *Threticus optabilis* čiji holotipovi potiču sa malih izvora sliva Perućice (Krek, 1970b), *Panimerus bosnicus* sa izvorišta rijeke Bioštica pritoke Krivaje (Krek, 1977), *Pericoma bunae* sa izvorišta rijeke Kruščice pritoke Vrbasa (Krek, 1979), *Pericoma antennata* iz pećine u kojoj izvire kraška rijeka Ričina (Krek, 1983). Tanasijević (1974) daje prvi opis larvi Ephemeroptera od ranije poznate vrste *Siphonurus croaticus* (Ulmer, 1920), pri čemu je materijal sakupljen u Vrelu Bosne.

Pored insekata, u izvorima Bosne i Hercegovine su pronalazene i opisivane za nauku nove vrste Gastropoda, *Islamia dmitroviciana* i *Bosnidilhia vreloana*. Obje vrste su pronađene u izvorima međuvoda Vrbasa i Vrbanje, a porijeklom su iz podzemnih voda, od kojih druga vrsta sa novim za nauku rodnom *Bosnidilhia* pripada familiji Moitessieriidae, a čiji je pronalazak popunio prazninu u, kako se do tad smatralo, prekinutom arealu ove familije puževa, između Italije i Grčke (Boeters i sar., 2013).

Dvije godine kasnije opisano je šest za nauku novih vrsta puževa iz familije Hydrobiidae, od čega pet iz roda *Bythiospeum* (*B. blihensis*, *B. hrustovoensis*, *B. maroskoi*, *B. plivensis*, *B. petroedei*) i jedna vrsta iz roda *Islamia* (*I. steffeki*), iz izvora sjeverozapadnog dijela Bosne i Hercegovine (Glöer i Grego, 2015).

Prije desetak godina je faunistički spisak invertebrata dna krenona Bosne i Hercegovine dopunjen sa dvije od ranije za nauku poznate vrste vodenih grinja (*Protzia rugosa* i

Atractides pennatus), pri čemu su predstavnici obje vrste pronađeni u izvoru rijeke Plive u Šipovu, a druga vrsta i u Janjskom vrelu sela Babići na Kupresu (Pešić, 2003).

Značajno mjesto u fauni Bosne i Hercegovine zauzimaju endemične vrste i podvrste (Mikšić i sar., 1970; Mučibabić, 1980a; Pavlović, 1981; Pavlović i sar., 2009b) na šta već krajem 19. vijeka ukazuje Apfelbeck (1896). Endemizam je prisutan i među članovima makrozoobentosa krenona iz više grupa, kao što su planarije (Mučibabić, 1980b), mekušci (Berberović, 1980), a naročito puževi iz familije Hydrobiidae (Radoman, 1983), amfipodni rakovi (Karaman, 2010; Trožić-Borovac i sar., 2012), kao i vodeni insekti iz reda Trichoptera (Čepić i Marinković-Gospodnetić, 1978) i Plecoptera (Trožić-Borovac i Gajević, 2011) i familije Psychodidae iz reda Diptera (Marinković-Gospodnetić i sar., 1980).

3.0. HIPOTEZE I CILJ ISTRAŽIVANJA

3.1. Hipoteze istraživanja

Makrozoobentos tekućica uglavnom čini veći broj grupa invertebrata, među kojima je moguće pronaći predstavnike iz sljedećih filuma: Spongia, Plathelminthes, Nematoda, Nematomorpha, Mollusca, Annelida, Arthropoda i Bryozoa. Pretpostavlja se da će se u sakupljenim uzorcima makrozoobentosa krenona sliva Cvrčke pronaći predstavnici iz većeg broja navedenih grupa.

Sastav makrozoobentosa varira kvalitativno i kvantitativno u zavisnosti od tipa izvora i njegovih dijelova. Polazi se od pretpostavke da će se naći razlike u sastavu makrozoobentosa u odnosu na tip izvora, kao i njegov dio (eukrenon i hipokrenon reokrenog, reopsamokrenog i kaptiranog izvora). Očekuje se uočavanje sličnosti, ali i razlika u kvalitativnom sastavu i strukturi zoobentocenoza ispitivanih izvora kako u okviru iste sezone, tako i po sezonama.

Korelacija osnovnih karakteristika krenonskog biotopa (sastav i učešće komponenata dna, nadmorska visina, protok vode, temperatura vode izvora i vazduha iznad izvora, koncentracija kiseonika, konduktivitet i pH vrijednost vode) i sastava zajednice makrozoobentosa, u nekim dosadašnjim istraživanjima, na drugim lokalitetima, se pokazala problematičnom i neujednačenom, tako da će se na osnovu prikupljenih i obrađenih podataka dati kritički osvrt u odnosu na datu problematiku.

Balkansko poluostrvo, kao evropski refugijalni centar, se karakteriše visokim specijskim diverzitetom i endemičnošću. Razlog je specifična kombinacija klimatskih, edafskih i orografskih karakteristika Balkanskog poluostrva, kao i naročita geološka istorija ovog područja. Između planinskih lanaca rijeke su usjekle svoje kanjone i klisure, koje naseljavaju i reliktni i/ili endemični takoni. Klisurasto-kanjonasta dolina rijeke Cvrčke se nalazi u sastavu Dinarskog planinskog sistema poznatog po naročitoj reliktnosti i endemizmu, te se na osnovu toga očekuju nalazi balkanskih i subbalkanskih endemita, kao i stenoendemičnih predstavnika makrozoobentosa krenona. Na osnovu sastava, porijekla i diverziteta endemičnih predstavnika daje se kritički osvrt na probleme zaštite i

unaprijeđenja ekosistema Cvrčke, koji je od neprocijenjivog značaja kako za našu Republiku, tako i za svjetsku prirodnu baštinu.

S obzirom na složenost tematike, a u vezi sa značajnim nivoom specijskog diverziteta makrozoobentosa tekućica uopšte, a čiji su izvori početni i sastavni dio, formirana zbirka sakupljenih organizama bi u budućnosti mogla poslužiti kao baza za dalja specijalistička taksonomska, ekološka i biogeografska istraživanja, što bi upotpunilo znanja o raznovrsnosti i distribuciji invertebrata dna krenona Bosne i Hercegovine, limnofaunističkog područja 5 (Dinarski Zapadni Balkan), kao i faune Evrope u cjelini.

3.2. Cilj istraživanja

Uvažavajući prethodno navedene hipoteze od kojih se polazi formirani su sljedeći ciljevi istraživanja:

- Inventarizacija taksona makrozoobentosa krenona sliva rijeke Cvrčke
- Sezonsko praćenje sastava makrozoobentosa eukrenona i hipokrenona reokrenog, reopsamokrenog i kaptiranog izvora
- Utvrđivanje osobina krenonskih biotopa koje naseljavaju članovi zajednice makrozoobentosa (sastav i učešće komponenata dna, nadmorska visina, protok vode, temperatura vode izvora i vazduha iznad izvora, koncentracija kiseonika, konduktivitet i pH vrijednost vode)
- Analiza povezanosti sastava makrozoobentosa sa navedenim faktorima sredine
- Formiranje zbirke sakupljenih organizama za buduća istraživanja

4.0. OPŠTE ODLIKE ISTRAŽIVANOG PODRUČJA

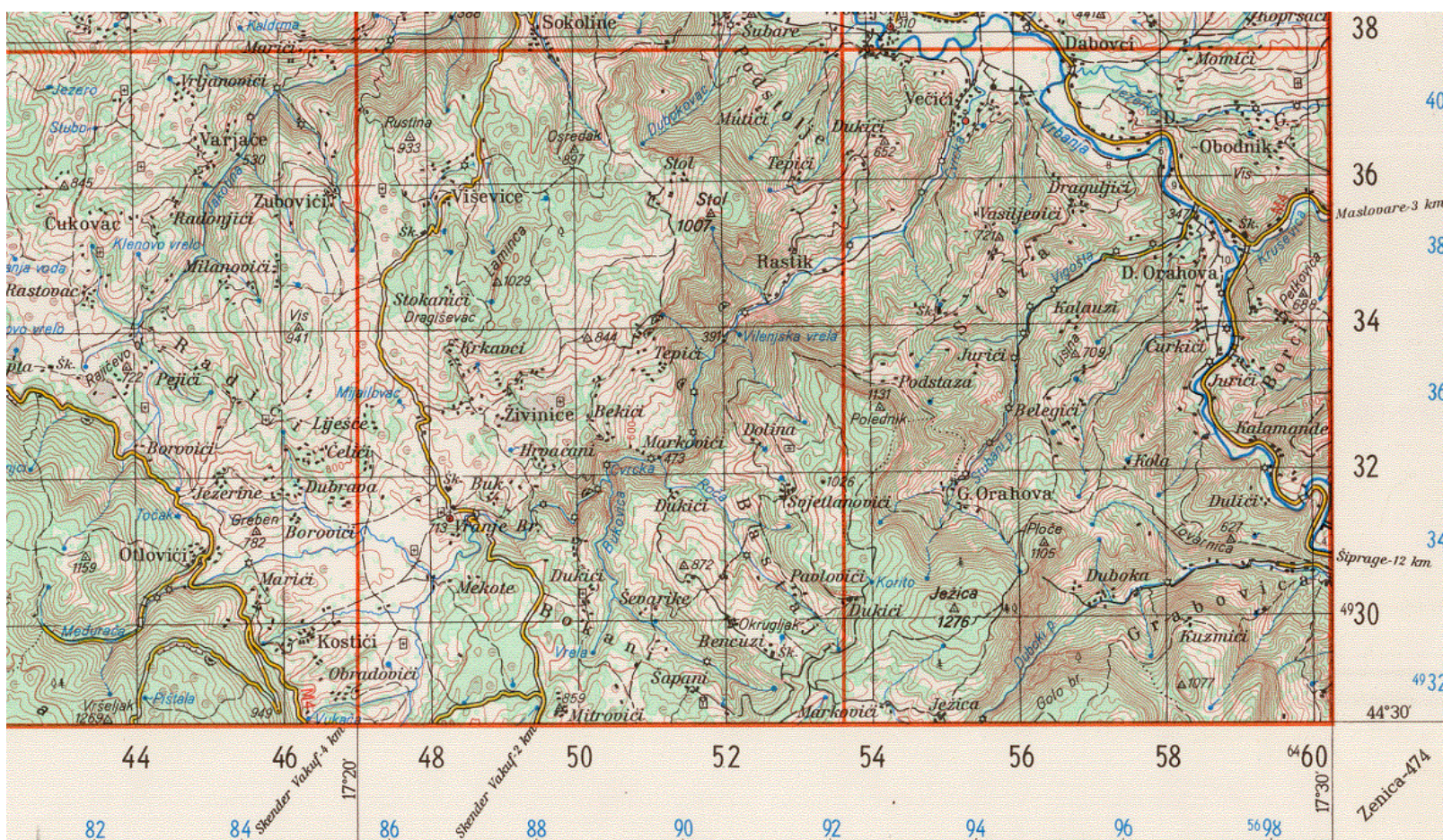
4.1. Geografski položaj, reljefne i hidrološke osobine sliva Cvrcke

Sliv rijeke Cvrcke se nalazi u zapadnom dijelu Republike Srpske, odnosno jugoistočnom dijelu banjalučke regije. U pogledu administrativno teritorijalne podjele sliv rijeke Cvrcke najvećim dijelom površine pripada opštini Kneževo, zatim opštini Kotor Varoš. Na istoku se sliv rijeke Cvrcke graniči sa slivom rijeke Vogošća, na jugoistoku sa vodotokom Duboki potok, a sjeveroistoku sa rijekom Vrbanjom. Sjeverozapadno je sliv rijeke Jakotine (sl. 1). Zapadno i jugozapadno planina Čemernica odvaja sliv rijeke Cvrcke od dijela toka Vrbasa i rijeke Ugar.

Prema podacima koje u formi hipsometrijske karte sliva rijeke Vrbanje daju Rajčević i Crnogorac (2011) najveći dio sliva Cvrcke je u visinskom pojasu od 600 do 1000 m. Dio sliva oko glavnog toka nizvodno od Živinica je u visinskom pojasu od 200 do 600 m, a zapadni i jugoistočni dio sliva su na 1000 do 1500 m.

Rijeka Cvrcka je najveća lijeva pritoka Vrbanje, sa površinom sliva 72,70 km². Ušće u Vrbanju je na 315 m nadmorske visine, u Večićkom polju, nizvodno od istoimenog sela, Večići. Dužina glavnog toka Cvrcke od izvora, na 785 m nadmorske visine u ataru sela Kostići na jugoistočnim padinama Čemernice, do ušća, iznosi 14,745 km. Međutim, zbog lijeve pritoke, rijeke Međurače, koja se na području Bokana ulijeva u Cvrcku, ukupna dužina njenog toka je 21,742 km. Nizvodno od ušća Međurače rijeka Cvrcka formira nekoliko dolinskih meandara, a značajna osobina ovog središnjeg dijela vodotoka, na prelazu doline iz planinske u brdsku oblast, je i duboka klisurasto-kanjonasta dolina sa brzacima i slapovima. U Cvrcku se, pored Međurače, a nizvodno od nje, ulijevaju još dvije stalne lijeve pritoke na području Živinica, bezimeni potok i potok Vodica. Najznačajnije desne pritoke Cvrcke su potok Vukača, a nizvodno potok Bukovica, potok Roca i Duboki potok, koji je za razliku od prethodno navedenih periodičan vodotok (Rajčević i Crnogorac, 2011).

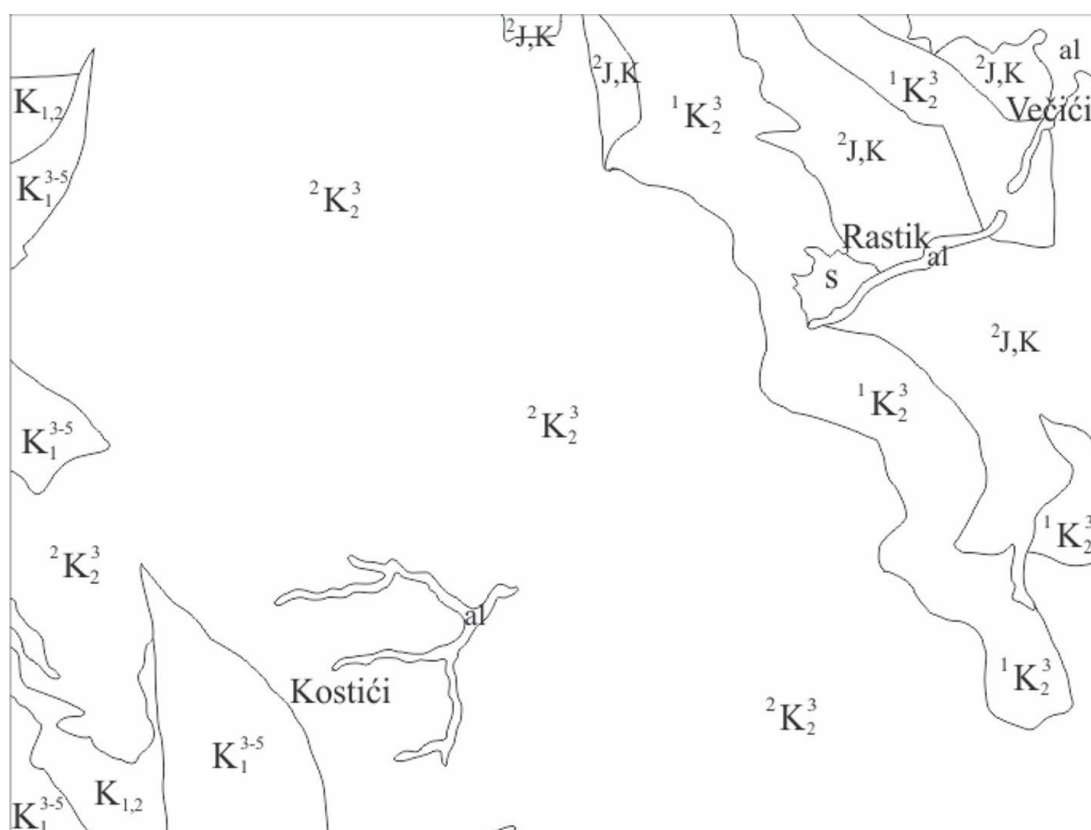
Isti autori navode da ukupan pad toka Cvrcke iznosi 470 m, prosječni pad 21,61‰, dok je koeficijent razvitka toka 1,74.



Sl. 1: Topografska karta sliva rijeke Cvrcke (iz Karta 1:100 000. Banja Luka, Broj lista 423. Vojnogeografski institut, 1971)

4.2. Geološka svojstva sliva Cvrcke

Prema podacima koje daju Marinković i Ahac (1979) i Marinković i Đorđević (1981) najstariji sedimenti u površinskom dijelu predmetnog obuhvata su jursko-kredni klastiti (2J,K) u sjeveroistočnom dijelu, u širem području Rastika. Riječ je o laporovito-pjeskovito-kalkarenitskom paketu koji je facijalno vrlo raznovrstan i predstavljen je laporcima, laporovitim mikritima, pješčarima i kalkarenitima (sl. 2).



Legenda kartiranih jedinica

al	Aluvijum	$^2K_2^3$	Fliš: konglomerati, kalkareniti, laporoviti mikriti i laporci; breče
s	Sipar	K_1^{3-5}	Krečnjaci sa salpingoporelama i orbitolinama
$^1K_2^3$	Fliš: laporoviti mikriti i kalkareniti	2J,K	Fliš: laporci, laporoviti mikriti, pješčari i kalkareniti
$K_{1,2}$	Uslojeni do bankoviti krečnjaci		

Sl. 2: Geološka karta sliva Cvrcke (prilagođeno prema Marinković i Ahac, 1979)

Karbonatni razvoj predstavljen je krečnjacima donje krede (K_1^{3-5}) koji su zastupljeni u malom procentu u jugozapadnom dijelu. To su pločasti, tanko do debelo slojeviti krečnjaci sivosmeđe, svijetlosive i tamnosive boje. Starost je određena na osnovu karakterističnih vrsta mikrofosila – salpigoporela i orbitolina.

Na jursko-krednim klastičnim sedimentima leže klastične tvorevine gornje krede ($^1K_2^3$), u sjeveroistočnom dijelu obuhvata. Laporovito-kalkarenitski paket se sastoji od dva osnovna litološka člana: pločastih do slojevitih laporovitih mikrita i bankovitih kalkarenita.

Najveće prostranstvo zauzimaju klastični sedimenti gornje krede ($^2K_2^3$). U sastav ove jedinice ulaze konglomerati, kalkareniti, laporoviti mikriti, laporci, pješčari i brečasti krečnjaci. Konglomerati su sastavljeni pretežno od valutaka rudistnih krečnjaka i vezani su glinovito-karbonatnom supstancom. Mjestimično sadrže uloške krečnjačkih breča. Kalkareniti su uglavnom sive boje. Laporoviti mikriti su sivoplavičaste ili crvenkaste boje i dobro su uslojeni. Pješčari su obično uloženi u konglomerate. Brečasti krečnjaci koji ulaze u sastav ove jedinice grafički su posebno izdvojeni (sl. 2). Nalaze se u pojasevima u istočnom i jugoistočnom te sjeverozapadnom dijelu predmetnog obuhvata.

Na Čemernici su izdvojene sivosmeđe, svjetlosmeđe, žućkaste ili sive krečnjačke naslage $K_{1,2}$, uslojeni do bankoviti krečnjaci, koje leže na krečnjacima sa salpingoporelama i orbitolinama.

Kvartarne tvorevine predstavljene su aluvijumom (al) i siparima (s). Aluvijalni nanosi se prostiru u užim pojasevima duž riječnih tokova. Nalaze se na dijelu toka rijeke Cvrcke, nakon njenog izlaska iz klisurasto-kanjonske doline, u zaseoku Rastik. Zastupljeni su i u južnom dijelu obuhvata, uz tokove čijim spajanjem nastaje Cvrcka. To su Međurača, Pašinac, Miljanovac i Vukača. Aluvion je na izlazu iz klisurasto-kanjonske doline Cvrcke sastavljen od nešto krupnijih valutaka, dok je u dolinskim proširenjima sastavljen od materijala finije granulacije. Sipari se nalaze u podnožju strmih dolinskih strana u zaseoku Rastik, nizvodno od Vilenjskih vrela. Riječ je pretežno o krečnjačkim tvorevinama.

4.3. Klima u slivu Cvrcke

Prema podacima koje daju Rajčević i Crnogorac (2011), a u skladu sa Kepenovom klimatskom klasifikacijom, veći dio sliva Vrbanje pripada umjereno toplom, odnosno C klimatu, tačnije posavskoj varijanti umjereno toplog i vlažnog klimata (*Cfwbx*). Osnovne odlike takvog klimata su sljedeće: nema sušnih razdoblja; najsuvlje godišnje doba je zima; srednja temperatura vazduha najtoplijeg mjeseca je niža od 22°C, ali je u toku najmanje četiri mjeseca viša od 10°C. Maksimumi padavina su u proljeće i jesen. Navedene osobine klime su prisutne u središnjem i donjem dijelu sliva Vrbanje. Isti autori navode da brdsko planinski dijelovi sliva Vrbanje pripadaju D klimatu, gdje je srednja temperatura vazduha najhladnijeg mjeseca niža od -3°C, a srednja temperatura vazduha najtoplijeg mjeseca iznad 10°C. Na osnovu ovih podataka, a usljed nepokrivenosti prostora sliva Cvrcke sa odgovarajućim monitoringom, može se pretpostaviti da dio oboda sliva Cvrcke, npr. zapadni dio sliva, na središnjem dijelu planine Čemernice, pripada D klimatu, dok preostali dio sliva Cvrcke, dolinski, prema ušću u Vrbanju, pripada C klimatu.

4.4. Pedološka svojstva sliva Cvrcke

Dominantni tipovi zemljišta na planini Čemernici su kalkokambisol i mozaik kalkomelanosol. Između njih, na području Rađića i Bokana, je pseudoglej, koji je prisutan i na području Bastaja. Uz vodotok Cvrcke, na ušću u Vrbanju, kod sela Večići, je prisutan fluvisol, koga ima i između Bokana i Rađića. Uzvodno od ušća Cvrcke u Vrbanju je pojas distričnog kambisola, sve do sela Rastik (Burlica i Vukorep, 1979; 1983).

4.5. Vegetacijske karakteristike sliva Cvrcke

Kanjonasto-klisurasta dolina rijeke Cvrcke je smještena u ilirskoj provinciji evropske podregije u okviru evrosibirsko-sjevernoameričke florističke regije (Horvatić, 1967). Klimatogenu vegetaciju ilirske provincije čine šume. Sjevernim dijelovima ilirska

provincija se naslanja na panonski sektor srednjeevropske provincije, a na jugu se sučeljava sa mediteranskom florističkom regijom.

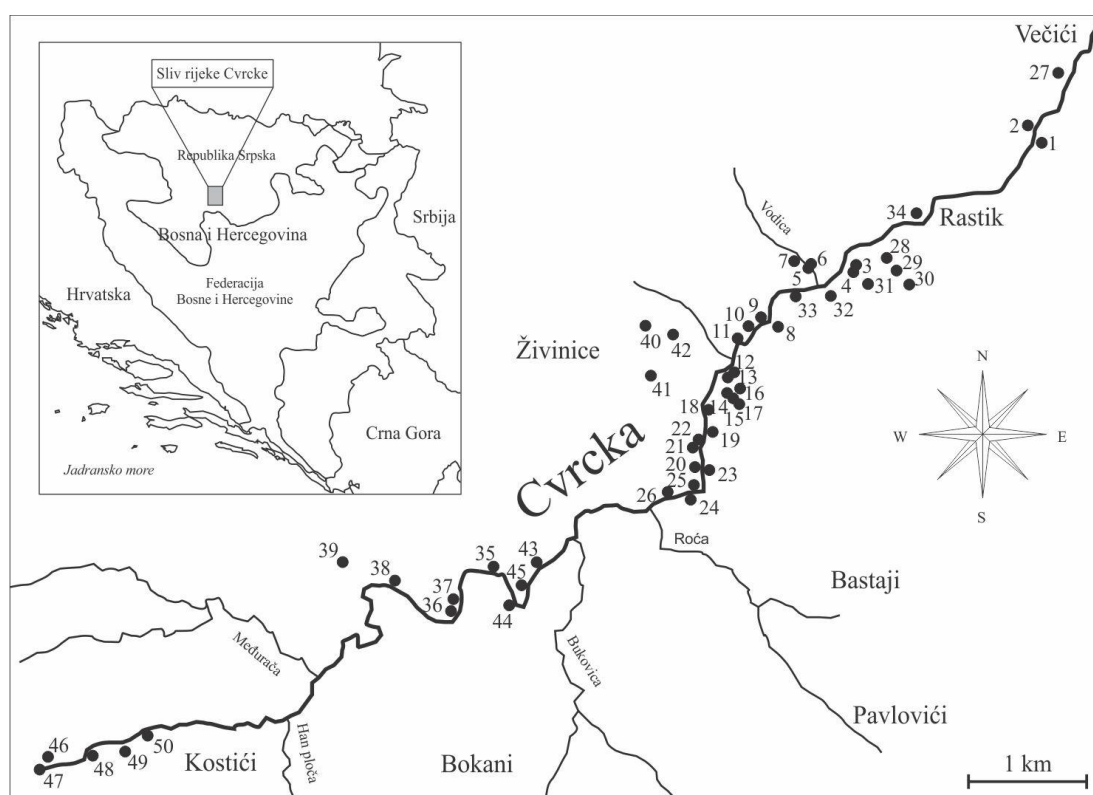
Svojim položajem na Balkanskom poluostrvu, specifičnim klimatskim i orografskim karakteristikama, područje sliva rijeke Cvrcke se odlikuje značajnim vegetacijskim i florističkim bogatstvom. Na osnovu ekološko-vegetacijske rejonizacije Bosne i Hercegovine najveći dio sliva Cvrcke pripada Skender Vakufskom rejonu, a samo dio sliva, oko sela Večići, kod ušća Cvrcke u Vrbanju, Vrandučkom rejonu (Beus i sar., 1983; Stefanović i sar., 1983). Najveću površinu pod šumama, na području sliva Cvrcke, zauzimaju šume bukve (*Fagetum montanum*) i šume bukve i jele (*Abieti-Fagetum*). Slijede šume bukve i jele sa smrčom (*Piceo-Abieti-Fagetum*), na višim predjelima, zatim šume jele i smrče (*Abieti-Piceetum*), na južnom dijelu sliva, te šume kitnjaka i običnog graba (*Quercus-Carpinetum*), kod sela Večići, na lijevoj strani rijeke Cvrcke (Stefanović i Beus, 1983a). U pogledu potencijalne šumske vegetacije najveća površina sliva Cvrcke pripada klimaregionalnoj fitocenozi bukve i jele sa smrčom u višim predjelima, a u nižim predjelima fitocenozi bukve i jele, osim na lijevoj strani sliva, na toplijim položajima, koja pripada šumama kitnjaka i običnog graba (Stefanović i Beus, 1983b).

Kanjonasta dolina rijeke Cvrcke je stanište endemične vrste *Symphyandra hofmannii* Pant. (1881) (Campanulaceae) (Škondrić i sar., 2013), koja je rasprostranjena i na jugozapadnim i jugoistočnim padinama Čemernice, prema rijekama Vrbas i Ugar (Redžić i sar., 1986).

5.0. MATERIJAL I METODE

5.1. Opis lokaliteta

Ovim istraživanjem je obuhvćeno naselje makrozoobentosa 50 kraških izvora sliva rijeke Cvrčke na potezu dužine oko 13 km glavnog toka, uzvodno od sela Večići do sela Kostići (sl. 3).

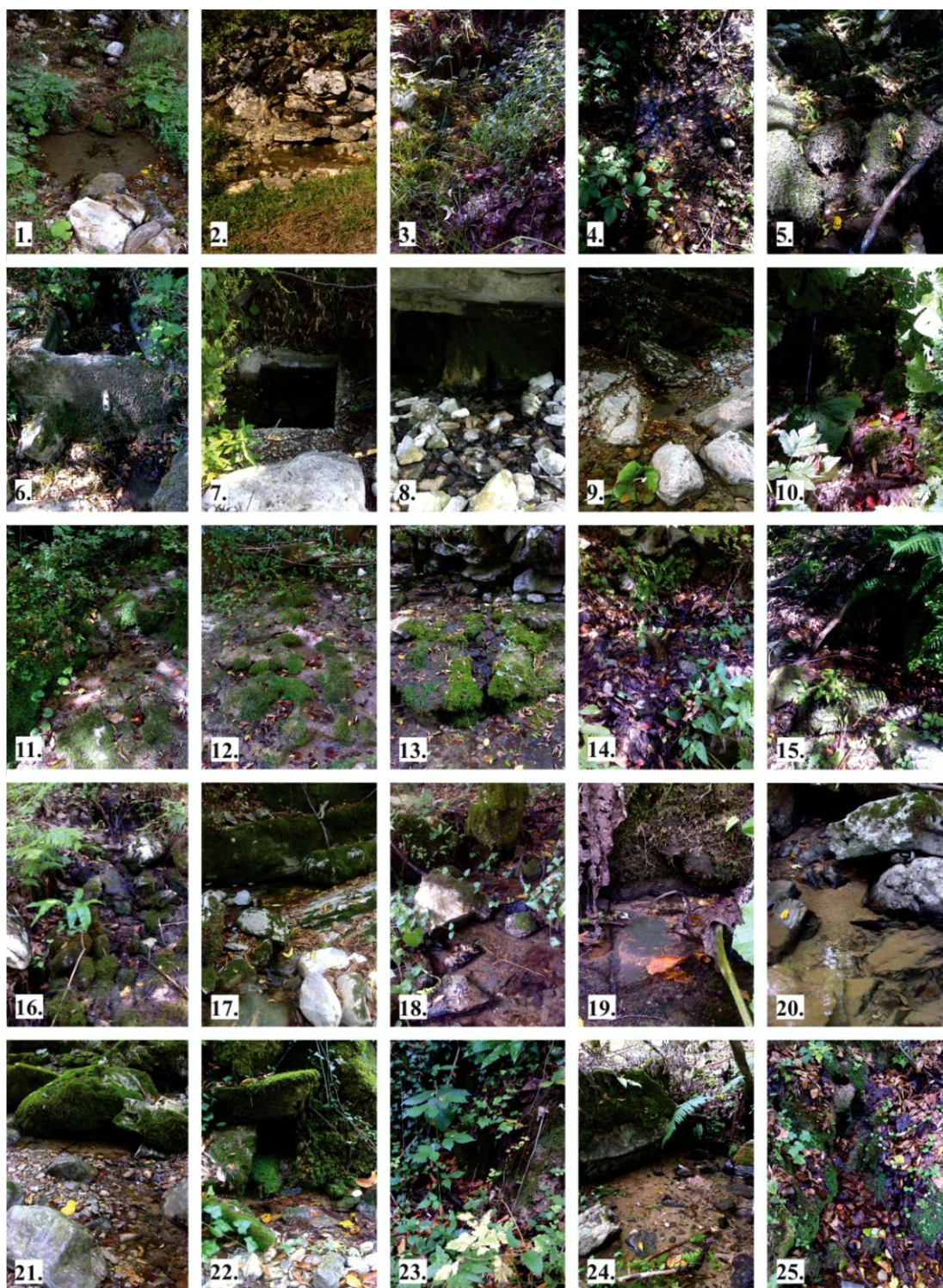


Sl. 3: Područje istraživanja sa pozicijom izvora

Određen je tip izvora i zabilježeni podaci o njegovom okruženju. Pozicija svakog izvora je utvrđena primjenom GPS uređaja Oregon 550 (tab. 1), kojim su svi izvori fotografisani (sl. 4 i 5). Izvori su numerisani na osnovu redosljeda sakupljanja uzoraka makrozoobentosa.

Tab. 1: Topografski položaj izvora i tip izvora

Oznaka izvora	Sjeverna geografska dužina	Istočna geografska širina	Nadmorska visina	Tip izvora
I 1	44° 33.856'	17° 25.529'	429 m	reokreni
I 2	44° 33.935'	17° 25.530'	344 m	reokreni
I 3	44° 33.216'	17° 24.100'	372 m	reokreni
I 4	44° 33.214'	17° 24.092'	371 m	reokreni
I 5	44° 33.156'	17° 23.872'	403 m	reokreni
I 6	44° 33.162'	17° 23.870'	405 m	kaptirani
I 7	44° 33.171'	17° 23.853'	408 m	reokreni
I 8	44° 33.003'	17° 23.580'	456 m	reokreni
I 9	44° 32.932'	17° 23.562'	393 m	reokreni
I 10	44° 32.797'	17° 23.386'	421 m	reokreni
I 11	44° 32.785'	17° 23.399'	424 m	reokreni
I 12	44° 32.676'	17° 23.244'	441 m	reokreni
I 13	44° 32.659'	17° 23.240'	444 m	reokreni
I 14	44° 32.547'	17° 23.277'	487 m	reopsamokreni
I 15	44° 32.548'	17° 23.292'	487 m	reopsamokreni
I 16	44° 32.654'	17° 23.334'	486 m	reopsamokreni
I 17	44° 32.556'	17° 23.298'	438 m	reokreni
I 18	44° 32.453'	17° 23.156'	453 m	reokreni
I 19	44° 32.381'	17° 23.157'	459 m	reokreni
I 20	44° 32.254'	17° 23.117'	455 m	reokreni
I 21	44° 32.256'	17° 23.121'	501 m	reokreni
I 22	44° 32.273'	17° 23.133'	517 m	reokreni
I 23	44° 32.149'	17° 23.150'	492 m	reokreni
I 24	44° 32.001'	17° 22.944'	513 m	reokreni
I 25	44° 32.018'	17° 23.015'	588 m	reokreni
I 26	44° 32.017'	17° 22.854'	489 m	reokreni
I 27	44° 34.224'	17° 25.765'	338 m	kaptirani
I 28	44° 33.219'	17° 24.428'	437 m	reokreni
I 29	44° 33.174'	17° 24.476'	455 m	reokreni
I 30	44° 33.088'	17° 24.555'	491 m	reokreni
I 31	44° 33.135'	17° 24.160'	431 m	reopsamokreni
I 32	44° 33.131'	17° 24.000'	382 m	kaptirani
I 33	44° 33.067'	17° 23.780'	402 m	reokreni
I 34	44° 33.490'	17° 24.654'	394 m	reopsamokreni
I 35	44° 31.619'	17° 21.510'	649 m	reokreni
I 36	44° 31.422'	17° 21.405'	666 m	reokreni
I 37	44° 31.385'	17° 21.294'	688 m	reokreni
I 38	44° 31.567'	17° 20.993'	720 m	reokreni
I 39	44° 31.660'	17° 20.635'	707 m	kaptirani
I 40	44° 32.870'	17° 22.721'	745 m	kaptirani
I 41	44° 32.621'	17° 22.765'	681 m	kaptirani
I 42	44° 32.834'	17° 22.866'	666 m	reokreni
I 43	44° 31.648'	17° 21.955'	604 m	reokreni
I 44	44° 31.509'	17° 21.855'	610 m	reokreni
I 45	44° 31.557'	17° 21.940'	625 m	reopsamokreni
I 46	44° 30.634'	17° 18.708'	802 m	reokreni
I 47	44° 30.619'	17° 18.696'	808 m	kaptirani
I 48	44° 30.625'	17° 18.789'	780 m	kaptirani
I 49	44° 30.631'	17° 18.928'	784 m	reopsamokreni
I 50	44° 30.737'	17° 19.043'	734 m	reokreni



Sl. 4: Izvori od broja 1 do 25 (orig. D. Dmitrović)



Sl. 5: Izvori od broja 26 do 50 (orig. D. Dmitrović)

Tri izvora (I 39, I 40 i I 41) su smještena u središtu sela, a svi ostali izvori su u šumi ili na rubu šume.

5.2. Mjerenje fizičkih i hemijskih parametara krenala i procjena osobina supstrata

Temperatura vazduha dva metra iznad izvora, u sjeni, je mjerena živinim termometrom preciznosti 0,5°C. Koncentracija rastvorenog kiseonika u izvorskoj vodi je utvrđena oksimetrom HI 9142 preciznosti 0,1 mg/l, a pH vrijednost i temperatura vode pH-metrom HI 98127 preciznosti 0,1. Elektroprovodljivost je mjerena konduktimetrom Nahita preciznosti 2 cF. Vrijednosti elektroprovodljivosti vode izvora su prevedene u $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Procjena protoka vode i klasifikacija izvora po tom osnovu je izvršena prema Hoffsten i Malmqvist (2000) i Fumetti i sar. (2006) u tri klase: 1 (<1 l/min), 2 (>1 i <5 l/min), 3 (>5 i <20 l/min), 4 (>20 l/min), a tip supstrata je kategorisan u pet klasa na osnovu pokrovnosti po Hahn (2000): 0 (odsutan), 1 (malo), 2 (srednje), 3 (mnogo) i 4 (potpuno pokriva).

5.3. Sakupljanje uzoraka makrozoobentosa

Uzorci makrozoobentosa eukrenona su sakupljeni iz 50 izvora sliva rijeke Cvrčke tokom septembra i oktobra 2012. i 2013. godine (tab. 2). Iz tri odabrana izvora (reokreni – izvor I 3, reopsamokreni – izvor I 31 i kaptirani – izvor I 6), u selu Rastik, uzorci su uzimani sezonski (proljeće, ljeto, jesen i zima) posebno za eukrenon i hipokrenon (tab. 3).

Makrozoobentos krenona je sakupljan semikvantitativno prema Gerecke i sar. (1998) ručnom mrežom sa dijametrom okaca 350 μm . Tokom uzorkovanja otvor mreže je orijentisan nasuprot vodenoj struji, a pokretima prstiju ruku su pomjerani dijelovi površine dna ispred njega. Nošeni vodom članovi zajednice makrozoobentosa, zajedno sa dijelovima supstrata, su ostajali u mreži. U izvorima malog kapaciteta i reopsamokrenim izvorima dijelovi supstrata sa makrozoobentosom su rukom sakupljeni i odlagani u mrežu. Postupkom uzorkovanja su obuhvaćeni svi tipovi mikrostaništa svakog izvora proporcionalno pokrovnosti prisutnih tipova supstrata. Sakupljeni sadržaj u mreži (makrozoobentos sa dijelovima supstrata) je ispiran vodom iz izvora, ili rijeke Cvrčke, u slučaju izvora malog kapaciteta i reopsamokrenih izvora, a zatim stavljan u plastičnu kadu bijele boje prethodno napunjenu izvorskom vodom ili vodom iz rijeke. Uočeni

organizmi su izdvajani iz dijelova supstrata pipetom i pincetom, a zatim razvrstavani prema sistematskoj pripadnosti u plastične flakone napunjene 96% etanolom.

Tab. 2: Vrijeme uzorkovanja makrozoobentosa eukrenona 50 izvora

Oznaka izvora	Datum uzorkovanja	Oznaka izvora	Datum uzorkovanja
I 1	11.09.2012.	I 26	19.09.2012.
I 2	11.09.2012.	I 27	23.09.2012.
I 3	11.09.2012.	I 28	23.09.2012.
I 4	11.09.2012.	I 29	23.09.2012.
I 5	11.09.2012.	I 30	23.09.2012.
I 6	11.09.2012.	I 31	23.09.2012.
I 7	11.09.2012.	I 32	23.09.2012.
I 8	12.09.2012.	I 33	23.09.2012.
I 9	12.09.2012.	I 34	23.09.2012.
I 10	12.09.2012.	I 35	26.09.2012.
I 11	12.09.2012.	I 36	26.09.2012.
I 12	12.09.2012.	I 37	26.09.2012.
I 13	12.09.2012.	I 38	26.09.2012.
I 14	17.09.2012.	I 39	06.10.2012.
I 15	17.09.2012.	I 40	06.10.2012.
I 16	17.09.2012.	I 41	06.10.2012.
I 17	17.09.2012.	I 42	06.10.2012.
I 18	17.09.2012.	I 43	06.10.2012.
I 19	17.09.2012.	I 44	06.10.2012.
I 20	19.09.2012.	I 45	06.10.2012.
I 21	19.09.2012.	I 46	20.09.2013.
I 22	19.09.2012.	I 47	20.09.2013.
I 23	19.09.2012.	I 48	20.09.2013.
I 24	19.09.2012.	I 49	20.09.2013.
I 25	19.09.2012.	I 50	20.09.2013.

Pri sortiranju organizama je korišten ključ za determinaciju slatkovodnih invertebrata (Croft, 1986), kao i priručnik za upoznavanje invertebrata naših potoka i rijeka koji daje Kerovec (1986), a kojim su planarije do nivoa roda determinisane u živom stanju na terenu.

Flakoni sa razvrstanim organizmima su etiketirani ceduljicama od hamer papira na kojima su grafitnom olovkom ispisani podaci o vremenu, mjestu i načinu uzorkovanja, kao i korištenom fiksativu, koji je ujedno poslužio i kao konzervans.

Entomološkom mrežom su, neposredno oko izvora, sakupljani i adulti Trichoptera i Plecoptera, koji su fiksirani i konzervisani 96% etanolom u etiketiranim flakonima.

Ovako spremljeni uzorci su transportovani do laboratorije Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci, gdje su čuvani u uslovima odsustva svjetlosti za detaljnu kvalitativnu analzu.

Tab. 3: Vrijeme uzorkovanja makrozoobentosa eukrenona i hipokrenona u izvorima I 3, I 6 i I 31 tokom 2013. godine

Oznaka izvora	Datum uzorkovanja	Uzorkovana biocenoza	Oznaka
I 3	10.03.2013.	eukrenon	e3103
		hipokrenon	h3103
	10.06.2013.	eukrenon	e3106
		hipokrenon	h3106
	14.08.2013.	eukrenon	e3148
		hipokrenon	h3148
I 6	24.09.2013.	eukrenon	e3249
		hipokrenon	h3249
	10.03.2013.	eukrenon	e6103
		hipokrenon	h6103
	10.06.2013.	eukrenon	e6106
		hipokrenon	h6106
I 31	14.08.2013.	eukrenon	e6148
		hipokrenon	h6148
	24.09.2013.	eukrenon	e6249
		hipokrenon	h6249
	10.03.2013.	eukrenon	e31103
		hipokrenon	h31103
I 31	10.06.2013.	eukrenon	e31106
		hipokrenon	h31106
	14.08.2013.	eukrenon	e31148
		hipokrenon	h31148
	24.09.2013.	eukrenon	e31249
		hipokrenon	h31249

5.4. Analiza uzoraka makrozoobentosa

Determinacija sakupljenih organizama je obavljena u laboratoriji Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci pod uvećanjem stereomikroskopa Leica EZ4D i mikroskopa Leica DM500 sa kamerom Leica EC3 i odgovarajuće literature (tab. 4).

Tab. 4: Literatura korištena pri determinaciji taksona makrozoobentosa

Takson	Nivo do kojeg je izvršena determinacija	Literatura
Turbellaria	rod	Kerovec (1986)
Mollusca	rod i/ili vrsta	Radoman (1983), Kerovec (1986), Glöer (2002), Glöer i Pešić (2014)
Nematomorpha	vrsta	Schmidt-Rhaesa (2010)
Acari	rod i/ili vrsta	Pešić i sar. (2010)
Annelida	rod i/ili vrsta	Brinkhurst (1971), Brinkhurst i Jamieson (1971), Neesemann i Neubert (1999), Timm (1999), Grosser i sar. (2014)
Crustacea	rod i/ili vrsta	Gledhill i sar. (1976)
Ephemeroptera	rod i/ili vrsta	Grandi (1960), Belfiore (1983), Bauernfeind i Soldán (2012)
Odonata	rod (grupa)	Skvortsov (2010)
Plecoptera	rod i/ili vrsta	Hynes (1977), Zwick (2004)
Heteroptera	rod	Jansson (1996)
Megaloptera	rod	Meinander (1996a)
Neuroptera	vrsta	Meinander (1996b)
Coleoptera	familija	Nilsson (1996a)
Dytiscidae	rod	Nilsson (1996b)
Hydrophiloidea i Hydraenidae	rod	Hansen (1996)
Elmidae	vrsta	Nilsson (1996c)
Scirtidae	rod	Klausnitzer (1996)
Chrysomelidae	rod	Nilsson (1996d)
Trichoptera	rod	Wallace i sar. (2003), Waringer i Graf (2013), Vitecek i sar. (2015)
Diptera	familija	Smith (1997)
Tipulidae	rod	Hofsvang (1997)
Limoniidae i Pediciidae	rod	Reusch i Oosterbroek (1997)
Dixidae	rod i/ili vrsta	Wagner (1997)
Ptychopteridae	rod	Andersson (1997)
Chironomidae	rod i/ili vrsta	Wiederholm (1983), Moller Pillot i Klink (2003), Brooks i sar. (2007), Moller Pillot (2009)
Athericidae	rod	Thomas (1997)
Stratiomyidae	rod	Rozkošný (1997)

Obzirom na složenost tematike, koja se ogleda u bogatstvu specijskog biodiverziteta većine grupa invertebrata koje ulaze u sastav makrozoobentosa, kao i nepostojanju ključeva za determinaciju predstavnika većine grupa, čak ni za šire područje, ostvarena je saradnja sa specijalistima za određene grupe, kao što je navedeno u zahvalnici.

5.5. Formiranje zbirke sakupljenih organizama

Predstavnici Nematomorpha, Acarina, Gastropoda i Hirudinea su pohranjeni u zbirci na Prirodno-matematičkom fakultetu Univerziteta Crne Gore u Podgorici. Tipiski materijal novoopisane vrste Gastropoda se čuva u zbirci Zoološkog muzeja u Hamburgu, a tipiski materijal novoopisane vrste Hirudinea u Senckenberg muzeju u Frankfurtu. Predstavnici Amphipoda su pohranjeni u zbirci Departmana za Zoologiju invertebrata i Hidrobiologiju Univerziteta u Lođu u Poljskoj. Jedinke Trichoptera i Plecoptera se čuvaju u zbirci Instituta za Hidrobiologiju i upravljanje vodenim ekosistemima u Beču, a Chironomidae u zbirci Departmana za Zoologiju invertebrata i Hidrobiologiju Univerziteta u Lođu u Poljskoj.

Ostali sakupljeni organizmi se čuvaju u zbirci na Prirodno-matematičkom fakultetu Univerziteta u Banjoj Luci. Predstavnici Oligochaeta se čuvaju u formi trajnih mikroskopskih preparata, osim krupnijih jedinki vrste *Eiseniella tetraedra*, a svi ostali sakupljeni organizmi su razvrstani na osnovu taksonomske pripadnosti u etiketirane plastične flakone sa originalnim zatvaračima i konzervisani 96% etanolom, uključujući i krupne jedinke vrste *Eiseniella tetraedra*.

5.6. Statistička obrada podataka

Deskriptivna statistika (minimalna vrijednost, maksimalna vrijednost, srednja vrijednost, standardna devijacija i koeficijent variranja) je urađena za temperaturu vazduha iznad izvora, fizičke i hemijske parametre vode izvora, kao i za vrijednosti Šenonovog indeksa diverziteta.

Nivo povezanosti prethodno navedenih fizičkih i hemijskih parametara izvora međusobno, kao i sa nadmorskom visinom na kojoj su locirani izvori, analiziran je primjenom Spirmanovog koeficijenta korelacije.

Multipnim poređenjem srednjih rangova, a nakon primjene Kruskal-Wallis testa testirana je značajnost razlika između fizičkih i hemijskih osobina izvorske vode između eukrenala reokrenih, reopsamokrenih i kaptiranih izvora. Multivarijantna analiza varijanse

MANOVA (eng. Multivariate analysis of variance) je primjenjena za ispitivanje razlika fizičkih i hemijskih osobina izvorske vode između tipova izvora i izvorskih zona (eukrenala i hipokrenala) onih izvora koji su praćeni sezonski.

Analizirana je učestalost stanja osobina supstrata u izvorima obuhvaćenim istraživanjem. Korespondentnom analizom je predstavljen uticaj stanja osobina supstrata na definisanje razlika između tipova izvora.

Kvalitativna i kvantitativna svojstva zajednice su opisana Šenonovim indeksom diverziteta, a razlika testirana primjenom t-testa i analizom varijanse ANOVA (eng. Analysis of variance), u slučaju normalne raspodjele podataka, ili primjenom Kruskal-Wallis testa i Fišerovog LSD testa (eng. Least significant difference), u svojstvu post hoc testa, u slučaju odstupanja od normalne raspodjele podataka. Normalnost raspodjele podataka je testirana primjenom Kolmogorov-Smirnov testa.

Naselje izvorskih Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera (EPT) je opisano i sa EPT indeksom, koji predstavlja količnik ukupnog broja sakupljenih jedinki Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera i ukupnog broja svih sakupljenih jedinki makrozoobentosa, a izražava se u procentima (Lewin i sar., 2013). Analiza korelacije i Pirsonov koeficijent korelacije su korišteni da bi se odredila zavisnost EPT indeksa i broja EPT taksona u odnosu na faktore sredine.

Podaci o osobinama biotopa naselja Chironomidae su klasifikovani primjenom Euklidove distance, a podaci o zajednicama primjenom Braj-Kurtisovog indeksa i predstavljeni u vidu dendrograma. Žakardov indeks je korišten za procjenu sličnosti naselja makrozoobentosa izvora koji su praćeni sezonski i po zonama. Upotrebom ovog indeksa je procijenjena i međusobna sličnost makrozoobentosa eukrenona svih 50 izvora obuhvaćenih ovim istraživanjem. Za klaster analizu je korištena UPGMA metoda (eng. Unweighted pair group method with arithmetic mean). Analiza odnosa (eng. RELATE), zasnovana na Mantel testovima, je primjenjena za testiranje korelacija matrica sličnosti naselja makrozoobentosa i osobina supstrata eukrenona reokrenih izvora.

Sveukupna varijabilnost uzoraka je opisivana na multivarijantnom nivou primjenom PCA analize (eng. Principal component analysis), a SIMPER analiza (eng. Similarity percentages) je korištena za testiranje sličnosti između biocenoza, kao i ANOSIM (eng. Analysis of similarity) procedura.

Kanonijska korespondentna analiza ili CCA analiza (eng. Canonical correspondence analysis) i NMDS analiza (eng. Non-metric multidimensional scaling) su korištene kako bi se pronašla relacija između osobina izvorskih biotopa i distribucije taksona u uzorcima. Nulta hipoteza da su faktori sredine nevezani za strukturu zajednice je testirana primjenom neograničenih Monte Karlo testova permutacije.

Statistika je urađena u statističkim programima: STATISTICA 5.1., CANOCO 4.5, PAST 3.14, PRIMER 6 i FLORA.

6.0. REZULTATI

6.1. Osobine krenonskih biotopa sliva rijeke Cvrcke

6.1.1. Osobine biotopa eukrenona

Deskriptivna statistika (minimum, maksimum, srednja vrijednost, standardna devijacija i koeficijent variranja) za četiri fizička i hemijska parametra vode (temperatura vode, pH vrijednost, koncentracija kiseonika rastvorenog u vodi i elektroprovodljivost), kao i za temperaturu vazduha, 50 izvora, je predstavljena tabelarno (tab. 5).

Tab. 5: Temperatura vazduha iznad izvora, fizičke i hemijske osobine vode eukrenala 50 izvora sliva rijeke Cvrcke

	Minimum	Maksimum	Srednja vrijednost	Standardna devijacija	Koeficijent variranja (%)
Temperatura vazduha (°C)	15	27	20,63	3,36	16,29
Temperatura vode (°C)	7,9	17,1	12,30	2,04	16,58
pH	7,3	8,2	7,85	0,21	2,67
Elektroprovodljivost (μS/cm)	300	800	386,00	90,37	23,41
Koncentracija O ₂ (mg/l)	4,0	9,0	6,77	1,03	15,21

Vrijednosti temperature vode 50 izvora sliva rijeke Cvrcke, obuhvaćenih ovim istraživanjem, se kreću od 7,9°C do 17,1°C, a vazduha iznad izvora od 15°C do 27°C. Srednja vrijednost temperature vode izvora je 12,30°C, a vazduha iznad izvora 20,63°C. Najnižu vrijednost koeficijenta variranja (2,67%) ima pH vode, sa najužim rasponom između minimalnih i maksimalnih vrijednosti (pH=7,3-8,2). Najniža izmjerena vrijednost elektroprovodljivosti je 300 μS/cm, dok je najviša izmjerena vrijednost elektroprovodljivosti 800 μS/cm. Koncentracija kiseonika rastvorenog u vodi se kreće od 4,0 mg/l do 9,0 mg/l, pri čemu je srednja vrijednost koncentracije kiseonika 6,77 mg/l.

Deskriptivna statistika za iste parametre je analizirana i po tipovima izvora (tab. 6).

Tab. 6: Temperatura vazduha iznad izvora, fizičke i hemijske osobine vode eukrenala reokrenih, reopsamokrenih i kaptiranih izvora sliva rijeke Cvrcke

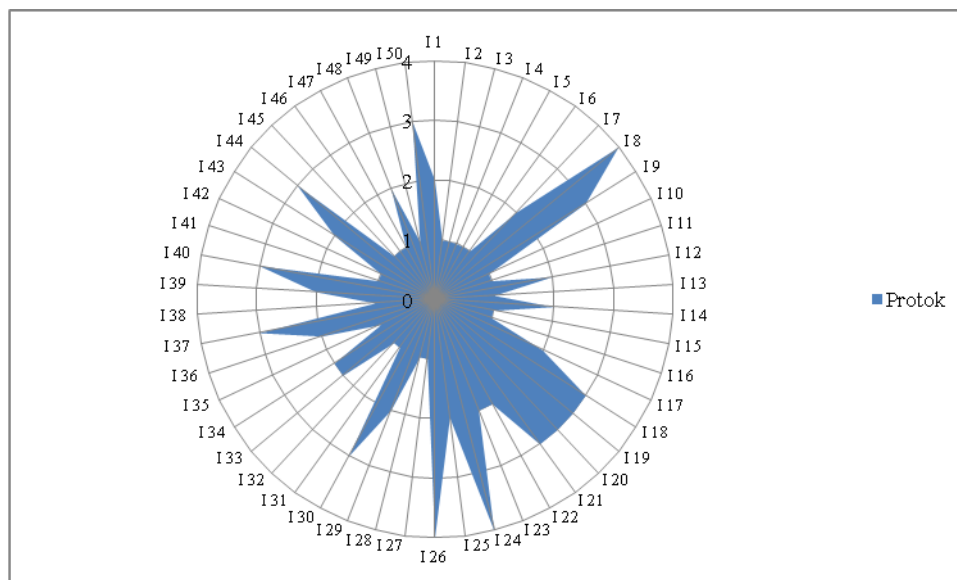
Tip izvora	Parametar	Minimum	Maksimum	Srednja vrijednost	Standardna devijacija	Koeficijent variranja (%)
Reokreni	Temperatura vazduha (°C)	15,5	27,0	21,21	3,44	16,20
	Temperatura vode (°C)	9,5	17,1	12,39	1,92	15,49
	pH	7,3	8,2	7,85	0,21	2,70
	Elektroprovodljivost (μS/cm)	300	500	362,86	59,83	16,49
	Koncentracija O ₂ (mg/l)	4,3	9,0	6,76	1,07	15,78
Reopsamokreni	Temperatura vazduha (°C)	17	23	18,86	2,27	12,03
	Temperatura vode (°C)	9,9	14,0	11,49	1,37	11,89
	pH	7,7	8,2	7,94	0,24	2,98
	Elektroprovodljivost (μS/cm)	300	500	400,00	81,65	20,41
	Koncentracija O ₂ (mg/l)	6,3	7,6	6,94	0,52	7,48
Kaptirani	Temperatura vazduha (°C)	15	26	19,63	3,34	17,00
	Temperatura vode (°C)	7,9	16,9	12,61	2,96	23,48
	pH	7,7	8,0	7,76	0,11	1,37
	Elektroprovodljivost (μS/cm)	300	800	475,00	148,80	31,33
	Koncentracija O ₂ (mg/l)	4,0	7,6	6,65	1,26	18,88

Kaptirani izvori imaju najvišu srednju vrijednost temperature vode (12,61°C), a reopsamokreni najnižu (11,49°C). Najniže srednje vrijednosti za pH vode pokazuju kaptirani izvori (pH=7,76), a najviše vrijednosti reopsamokreni (pH=7,94), sa najužim rasponom između minimalnih i maksimalnih vrijednosti kod kaptiranih izvora (pH=7,7-8,0), a najširim kod reokrenih (pH=7,3-8,2). Srednja vrijednost elektroprovodljivosti za reokrene izvore je 362,86 μS/cm, reopsamokrene 400,00 μS/cm, a za kaptirane izvore 475,00 μS/cm. Najniža izmjerena vrijednost elektroprovodljivosti je ista u sva tri tipa izvora (300 μS/cm), dok je najviša vrijednost izmjerena u kaptiranom izvoru (800 μS/cm). Reopsamokreni izvori imaju najvišu srednju vrijednost koncentracije kiseonika rastvorenog u vodi (6,94 mg/l).

Multipnim poređenjem srednjih rangova, a nakon primjene Kruskal-Wallis testa utvrđena je statistički značajna razlika (p=0,020) između reokrenih i kaptiranih izvora u elektroprovodljivosti, dok za ostale parametre između različitih tipova izvora nije utvrđena statistički značajna razlika.

Protok vode najvećeg broja izvora, odnosno 22 izvora ili 44% od ukupnog broja izvora koji su obuhvaćeni istraživanjem tokom septembra i oktobra 2012. i 2013. godine, je manji od jedne litre u minuti (sl. 6). Najveći protok, preko 20 l/m, imaju samo tri izvora ili

6% od ukupnog broja. Najširi opseg variranja protoka vode imaju reokreni izvori, od 1 l/min do preko 20 l/min, a najuži opseg variranja protoka je pronađen kod reopsamokrenih izvora, od 1 l/min do 5 l/min.



Sl. 6: Protok vode 50 izvora sliva rijeke Cvrčke:

1 (<1 l/min), 2 (>1 i <5 l/min), 3 (>5 i <20 l/min), 4 (>20 l/min)

Primjenom Spirmanovog koeficijenta korelacije utvrđena je umjerena negativna povezanost između nadmorske visine i temperature vode ($r=-0,52$; $p<0,05$), a slaba negativna povezanost između nadmorske visine i temperature vazduha ($r=-0,32$; $p<0,05$), protoka i temperature vode ($r=-0,31$; $p<0,05$), kao i između protoka i elektroporovdljivosti ($r=-0,45$; $p<0,05$). Slaba pozitivna korelacija je pronađena između temperature vazduha iznad izvora i temperature izvorske vode ($r=0,32$; $p<0,05$) (tab. 7).

Pored fizičkih i hemijskih parametara krenonskog biotopa analizirani su sastav i pokrovnost supstrata izvora. U sastav supstrata izvora koji su obuhvaćeni ovim istraživanjem ulaze: anoksični mulj, detritus, opalo lišće, opale grančice, mahovina, korijenje, makrofite, glina, pijesak, šljunak, kamenje, krečnjačke naslage, sedra, alge, otpad. Najveću učestalost pojavljivanja ima opalo lišće, u 48 od 50 izvora, a najmanju otpad, samo u jednom izvoru (I 39) (tab. 8).

Tab. 7: Nivo povezanosti mjerenih parametara krenonskih biotopa; podvučene i podebljane vrijednosti označavaju da je $p < 0,05$

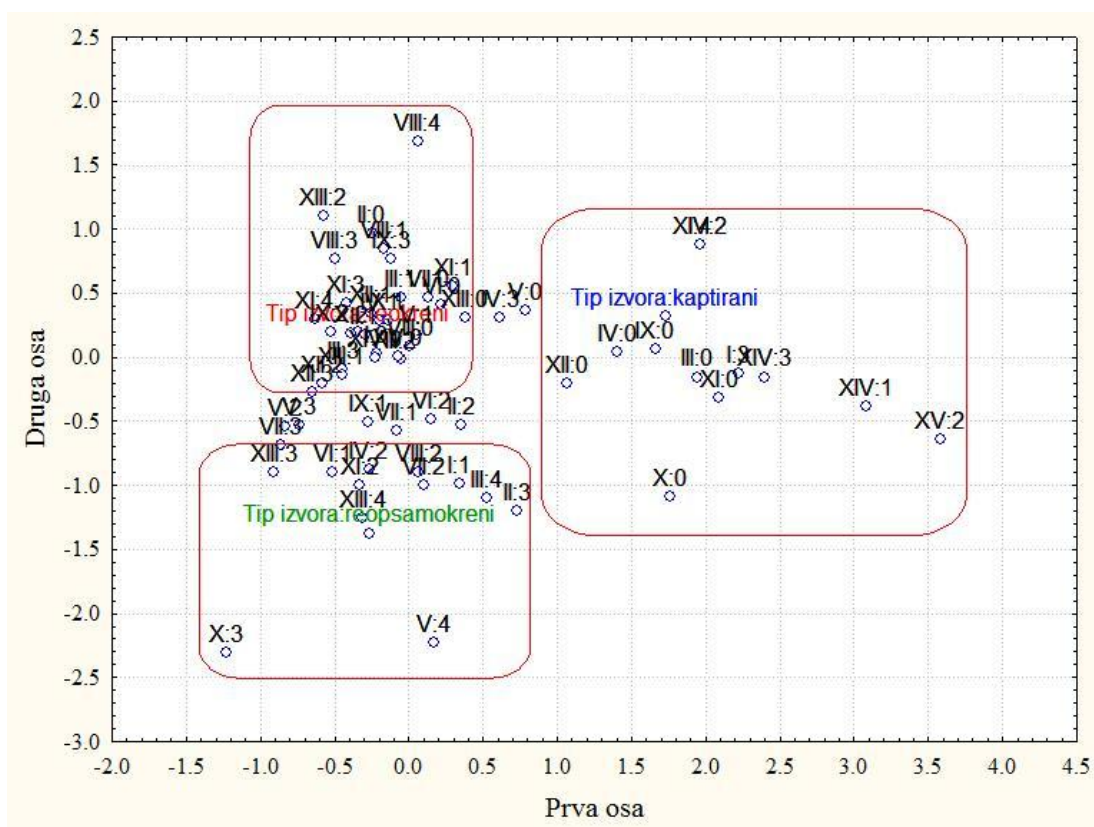
Parametri	Nadmorska visina (m)	Protok (l/min)	Temperatura vazduha (°C)	Temperatura vode (°C)	pH	Elektroprovodljivost (μS/cm)	Koncentracija O ₂ (mg/l)
Nadmorska visina (m)		0,17	<u>-0,32</u>	<u>-0,52</u>	0,03	0,11	-0,03
Protok (l/min)	0,17		-0,15	<u>-0,31</u>	-0,12	<u>-0,45</u>	-0,01
Temperatura vazduha (°C)	<u>-0,32</u>	-0,15		<u>0,32</u>	-0,08	-0,04	-0,06
Temperatura vode (°C)	<u>-0,52</u>	<u>-0,31</u>	<u>0,32</u>		0,04	0,19	-0,16
pH	0,03	-0,12	-0,08	0,04		-0,09	0,18
Elektroprovodljivost (μS/cm)	0,11	<u>-0,45</u>	-0,04	0,19	-0,09		-0,11
Koncentracija O ₂ (mg/l)	-0,03	-0,01	-0,06	-0,16	0,18	-0,11	

Tab. 8: Sastav i pokrovnost supstrata 50 izvora sliva rijeke Cvrčke; 0 (odsutan), 1 (malo), 2 (srednje), 3 (mnogo) i 4 (potpuno pokriva)

Od I 1 do I 25	I 1	I 2	I 3	I 4	I 5	I 6	I 7	I 8	I 9	I 10	I 11	I 12	I 13	I 14	I 15	I 16	I 17	I 18	I 19	I 20	I 21	I 22	I 23	I 24	I 25
Anoksični mulj																									
Detritus																									
Opalo lišće																									
Opale grančice																									
Mahovina																									
Korijenje																									
Makrofite																									
Glina																									
Pijesak																									
Šljunak																									
Kamenje																									
Krečnjačka naslaga																									
Sedra																									
Alge																									
Otpad																									
Od I 26 do I 50	I 26	I 27	I 28	I 29	I 30	I 31	I 32	I 33	I 34	I 35	I 36	I 37	I 38	I 39	I 40	I 41	I 42	I 43	I 44	I 45	I 46	I 47	I 48	I 49	I 50
Anoksični mulj																									
Detritus																									
Opalo lišće																									
Opale grančice																									
Mahovina																									
Korijenje																									
Makrofite																									
Glina																									
Pijesak																									
Šljunak																									
Kamenje																									
Krečnjačka naslaga																									
Sedra																									
Alge																									
Otpad																									

Ocjena pokrovnosti: 0 1 2 3 4

Korespondentnom analizom je predstavljen uticaj različitih stanja osobina supstrata na definisanje razlika između tipova izvora sliva rijeke Cvrčke (sl. 7). Prva korespondentna osa opisuje 11,34%, a druga 7,42% asociranosti. Analize učestalosti su pokazale da kaptirane izvore u najvećoj mjeri definišu učestalosti osobina XIV sa stanjem 1 i XV sa stanjem 2, zatim osobina XI sa stanjem 4 i V sa stanjem 2, kao i osobine III i XI sa stanjem 0 i osobine I i XIV sa stanjem 3. Reokrene izvore u najvećoj mjeri definišu učestalosti osobina VIII sa stanjem 4, XIII sa stanjem 2 i II sa stanjem 0, a reopsamokrene izvore u najvećoj mjeri definišu učestalosti osobina X sa stanjem 3 i osobina V sa stanjem 4. Ostale osobine supstrata i njihova stanja su podjednako zastupljeni u sva tri tipa izvora i ne doprinose njihovom međusobnom razdvajanju.



Osobine (tip supstrata): I (anoksični mulj), II (detritus), III (opalo lišće), IV (opale grančice), V (mahovina), VI (korijenje), VII (makrofite), VIII (glina), IX (pijesak), X (šljunak), XI (kamenje), XII (krečnjačke naslage), XIII (sedra), XIV (alge), XV (otpad); Stanja osobina (pokrovnost supstrata): 0 (odsutan), 1 (malo), 2 (srednje), 3 (mnogo) i 4 (potpuno pokriva)

Sl. 7: Tipovi izvora u odnosu na osobine supstrata u prostoru
prve i druge korespondentne ose

6.1.2. Osobine biotopa eukrenona reokrenih izvora¹

Najveći broj izvora sliva rijeke Cvrcke koji su obuhvaćeni ovim istraživanjem su reokreni izvori. Obradeno je 35 reokrenih izvora čiji su prostorni odnosi sa glavnim tokom rijeke Cvrcke detaljnije analizirani (tab. 9).

Rastojanje između reokrenih izvora i glavnog toka rijeke Cvrcke se kreće u rasponu od jednog metra do 617 metara (tab. 9). Više od polovine reokrenih izvora je locirano u blizini glavnog toka rijeke Cvrcke, na udaljenosti manjoj od 10 metara. Izvorski tok 16 reokrenih izvora ne ostvaruje direktnu vezu sa glavnim tokom rijeke Cvrcke, već njihova voda ponire u podlogu. Rijeka Cvrcka pri povećanju nivoa vode vjerovatno plavi 14 reokrenih izvora.

Deskriptivna statistika za četiri fizička i hemijska parametra vode (temperatura vode, pH vrijednost, koncentracija kiseonika rastvorenog u vodi i elektroprovodljivost), kao i za temperaturu vazduha, 35 reokrenih izvora, je predstavljena tabelarno (tab. 6). Srednja vrijednost temperature vazduha iznad reokrenih izvora je 21,21°C, a temperatura varira u rasponu od 15,5 do 27,0°C, dok je srednja vrijednost temperature vode izvora 12,39°C. Minimalna izmjerena vrijednost temperature vode reokrenih izvora je 9,5°C, a maksimalna 17,1°C. Srednja vrijednost elektroprovodljivosti je 363 µS/cm, a varira u rasponu od 300 do 500 µS/cm, dok je srednja vrijednost pH 7,85 i varira u rasponu od 7,3 do 8,2. Koncentracija kiseonika rastvorenog u vodi se kreće u rasponu od 4,3 do 9,0 mg/l, pri čemu je srednja vrijednost koncentracije kiseonika 6,76 mg/l. Najveća vrijednost koeficijenta variranja je 16,49% i odnosi se na elektroprovodljivost.

Protok vode reokrenih izvora se kreće od 1 l/min do preko 20 l/min (sl. 6).

Sastav supstrata reokrenih izvora čini pet do 11 različitih komponenata (tab. 8). Dominantna komponenta supstrata većine reokrenih izvora u pogledu pokrovnosti je kamenje, koje je sa opalim lišćem i najfrekventnija komponenta.

¹ Poslan u časopis: Von Fumetti, S., Dmitrović, D., Pešić, V. The influence of flooding and river connectivity on macroinvertebrate assemblages in rheocene springs along a third-order river. Fundamental and Applied Limnology.

Tab. 9: Prostorni odnosi reokrenih izvora i glavnog toka rijeke Cvrčke

Oznaka izvora	Udaljenost izvora od rijeke (m)	Dužina izvorskog toka (m)	Dužina hipokrenala (m)	Povezanost izvora sa rijekom	Vjerovatno plavljenje izvora
I 1	17,9	4,0	2,0	Ne	Ne
I 2	20,3	12,0	10,0	Ne	Ne
I 3	7,0	6,0	4,0	Ne	Ne
I 4	10,3	5,0	3,0	Ne	Ne
I 5	100,6	5,0	3,0	Ne	Ne
I 7	131,9	1,2	-	Ne	Ne
I 8	111,8	111,8	109,8	Da	Ne
I 9	1,0	1,0	-	Da	Da
I 10	1,2	1,2	-	Da	Da
I 11	1,3	1,3	-	Da	Da
I 12	1,4	1,4	-	Da	Ne
I 13	4,2	4,2	2,2	Da	Ne
I 17	147,1	22,0	20,0	Ne	Da
I 18	1,9	1,9	-	Da	Da
I 19	1,3	1,3	-	Da	Da
I 20	4,1	4,1	2,1	Da	Da
I 21	1,2	1,2	-	Da	Da
I 22	3,6	3,6	1,6	Da	Ne
I 23	1,2	1,2	-	Da	Ne
I 24	15,9	15,9	13,9	Da	Da
I 25	4,4	4,0	2,0	Ne	Ne
I 26	14,8	14,8	12,8	Da	Da
I 28	258,2	2,0	-	Ne	Ne
I 29	354,5	4,0	2,0	Ne	Ne
I 30	574,4	5,0	3,0	Ne	Ne
I 33	25,0	10,0	8,0	Ne	Da
I 35	3,9	3,9	1,9	Da	Ne
I 36	5,0	5,0	3,0	Da	Da
I 37	2,8	2,8	0,8	Da	Da
I 38	15,1	2,0	-	Ne	Ne
I 42	617,5	2,0	-	Ne	Ne
I 43	15,0	4,0	2,0	Ne	Ne
I 44	5,8	5,8	3,8	Da	Da
I 46	19,5	4,0	2,0	Ne	Ne
I 50	3,0	3,0	1,0	Da	Ne

6.1.3. Osobine biotopa eukrenona i hipokrenona izvora koji su praćeni sezonski²

Rezultati mjerenja četiri fizička i hemijska parametra vode (temperatura vode, pH vrijednost, koncentracija kiseonika rastvorenog u vodi i elektroprovodljivost), kao i temperature vazduha iznad izvora koji su praćeni sezonski i po zonama (I 3, I 6 i I 31) su dati tabelarno (tab. 10).

Tab. 10: Temperatura vazduha iznad izvora I 3, I 6 i I 31, fizičke i hemijske osobine njihove vode

Oznaka izvora	Temperatura vazduha (°C)	Temperatura vode (°C)	pH vrijednost	Elektroprovodljivost (μS/cm)	Koncentracija kiseonika (mg/l)
e3103	14	10,4	7,7	300	7,0
h3103	14	9,6	7,9	300	7,4
e3106	25,5	10,5	7,7	400	6,1
h3106	25,5	10,6	7,7	300	6,6
e3148	27	12,7	7,4	400	6,4
h3148	27	14,2	7,6	400	6,9
e3249	22	15,2	7,8	600	4,0
h3249	22	14,8	7,8	400	5,9
e6103	16	8,2	7,4	400	6,9
h6103	16	8,7	7,4	400	6,7
e6106	23	10,9	7,6	400	7,4
h6106	23	10,9	7,7	400	7,4
e6148	26	13,3	7,3	500	7,0
h6148	26	13,6	7,5	500	6,7
e6249	19	13,0	7,8	500	7,2
h6249	19	12,6	7,8	500	7,2
e31103	14	9,5	7,6	300	7,5
h31103	14	9,6	7,8	300	7,8
e31106	22	11,0	7,7	300	7,2
h31106	22	10,9	7,7	300	7,8
e31148	22	15,2	7,8	400	7,0
h31148	22	15,2	7,8	400	7,1
e31249	13,8	13,9	8,0	400	7,5
h31249	13,8	13,4	8,0	400	7,8

Deskriptivna statistika (minimum, maksimum, srednja vrijednost, standardna devijacija i koeficijent variranja) za četiri navedena fizička i hemijska parametra vode eukrenala i hipokrenala izvora I 3, I 6 i I 31 je predstavljena tabelarno (tab. 11).

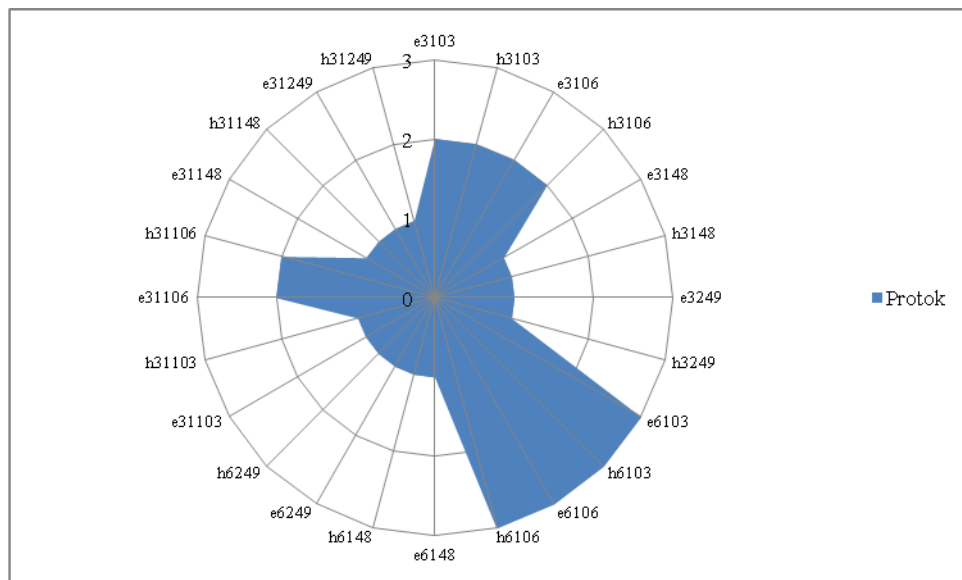
² Objavljeno u: Pešić, V., Dmitrović, D., Savić, A., Von Fumetti, S. (2016): Studies on eucrenal-hypocrenal zonation of springs along the river mainstream: A case study of a karst canyon in Bosnia and Herzegovina. *Biologia*, 71(7): 809-817.

Tab. 11: Fizičke i hemijske osobine vode eukrenala i hipokrenala izvora I 3, I 6 i I 31

Zona	Minimum		Maksimum		Srednja vrijednost		Standardna devijacija		Koeficijent variranja (%)	
	Eukrenal	Hipokrenal	Eukrenal	Hipokrenal	Eukrenal	Hipokrenal	Eukrenal	Hipokrenal	Eukrenal	Hipokrenal
Temperatura vode (°C)	8,2	8,7	15,2	15,2	12,0	12,0	2,24	2,23	18,66	18,55
pH	7,3	7,4	8,0	8,0	7,65	7,72	0,2	0,17	2,64	2,15
Elektroprovodljivost (μS/cm)	300	300	600	500	408,33	383,33	90,03	71,77	18,66	18,55
Koncentracija O ₂ (mg/l)	4,0	5,9	7,5	7,8	6,77	7,11	0,97	0,58	14,28	8,17

Vrijednost temperature vode varira između 8,2°C i 15,2°C. Najstabilniji praćeni parametar je pH vrijednost (koeficijent variranja: 2,64% u eukrenalu, 2,15% u hipokrenalu). Koncentracija kiseonika se kreće od 4,0 mg/l do 7,8 mg/l, a variranja koncentracije su veća u eukrenalu u odnosu na hipokrenal (koeficijent variranja: 14,28% u eukrenalu, 8,18% u hipokrenalu). Vrijednost elektroprovodljivosti se kreće od 300 do 600 μS/cm i veća je u eukrenalu u odnosu na hipokrenal.

U izvorima koji su praćeni sezonski najmanji protok tokom godine ima reopsamokreni izvor I 31, a najveći protok ima kaptirani izvor I 6 (sl. 8).



Sl. 8: Protok vode izvora I 3, I 6 i I 31:

1 (<1 l/min), 2 (>1 i <5 l/min), 3 (>5 i <20 l/min)

Opalo lišće je najfrekventnija komponenta supstrata i u izvorima koji su praćeni sezonski (I 3, I 6 i I 31), zajedno sa opalim grančicama, šljunkom i kamenjem (tab. 12). Otpada i algi nema, a sedra je najmanje frekventna komponenta supstrata sa malom pokrovnošću u kaptiranom izvoru.

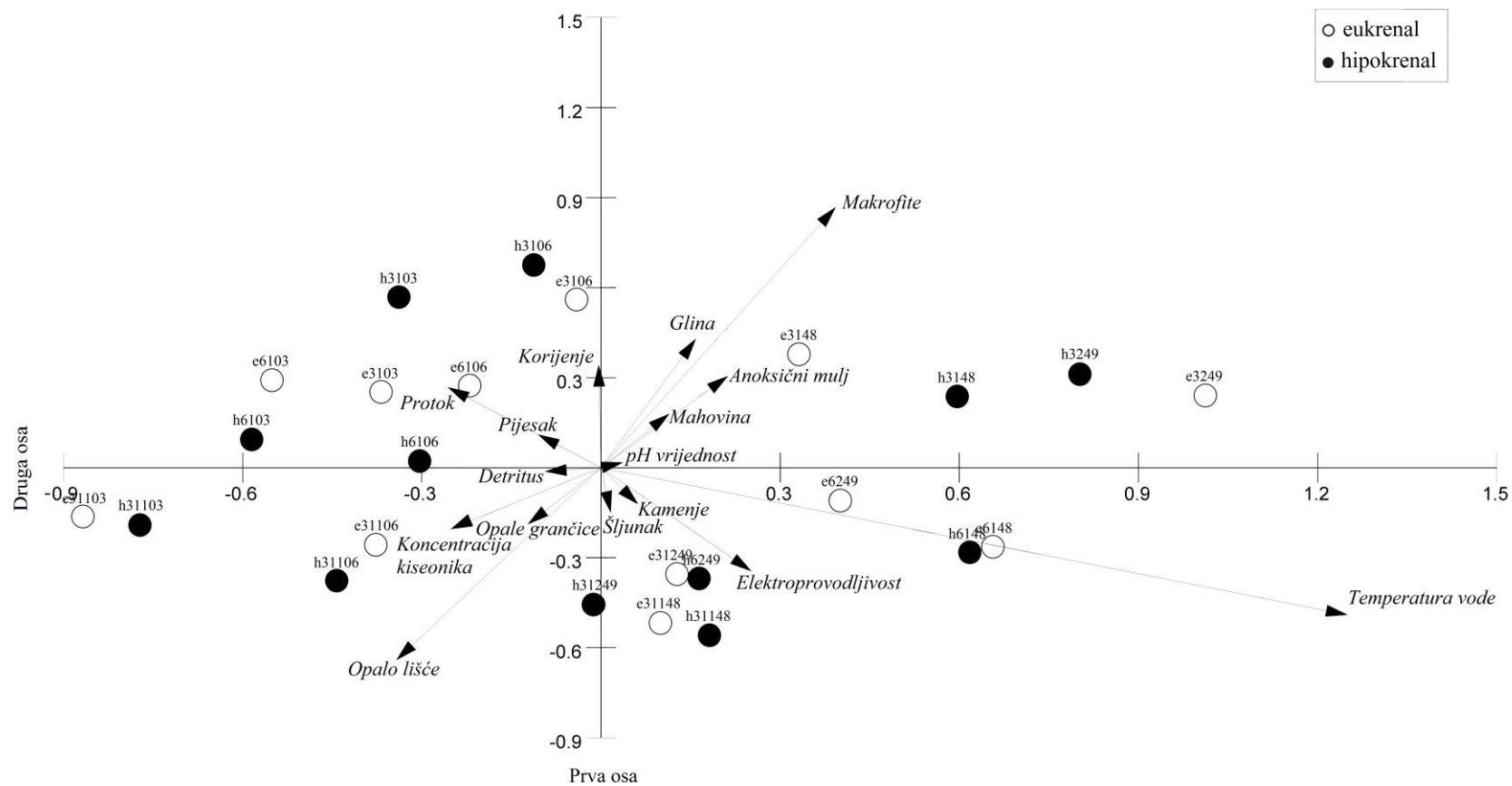
Tab. 12: Sastav i pokrovnost supstrata izvora I 3, I 6 i I 31 po zonama i sezonama; 0 (odsutan), 1 (malo), 2 (srednje), 3 (mnogo) i 4 (potpuno pokriva)

	e3103	h3103	e3106	h3106	e3148	h3148	e3249	h3249	e6103	h6103	e6106	h6106	e6148	h6148	e6249	h6249	e31103	h31103	e31106	h31106	e31148	h31148	e31249	h31249
Anoksični mulj																								
Detritus																								
Opalo lišće																								
Opale grančice																								
Mahovina																								
Korijenje																								
Makrofite																								
Glina																								
Pijesak																								
Šljunak																								
Kamenje																								
Krečnjački talog																								
Sedra																								

Ocjena pokrovnosti: 0 1 2 3 4

Primjenom MANOVA testa pronađeno je da se temperatura vode, elektroprovodljivost i pH vrijednost statistički značajno razlikuju između izvora ($p=0,001$). Post-hok test (LSD) pokazuje statistički značajnu razliku između I 6 i I 31 u odnosu na elektroprovodljivost ($p=0,011$) i pH vrijednost ($p=0,008$). Nije pronađena statistički značajna razlika u fizičkim i hemijskim parametrima vode i sastavu i pokrovnosti supstrata između eukrenala i hipokrenala ($p=0,822$).

Prva PCA osa objašnjava 41,14%, a druga osa 21,96% od ukupne varijabilnosti. Temperatura i makrofite su identifikovane kao najznačajniji faktori. Na grafičkom prikazu (sl. 9) se jasno uočavaju dvije glavne grupe: uzorci sakupljeni tokom zime i proljeća, naspram uzoraka sakupljenih tokom ljeta i jeseni.



Sl. 9: PCA analiza izvora koji su praćeni sezonski i po zonama na bazi fizičkih i hemijskih parametara vode i osobina supstrata

6.2. Makrozoobentos krenona sliva rijeke Cvrčke

6.2.1. Makrozoobentos eukrenona

Broj taksona makrozoobentosa eukrenona 50 izvora sliva rijeke Cvrčke, koji su obuhvaćeni ovim istraživanjem tokom septembra i oktobra 2012. i 2013. godine, se kreće od jedan u izvoru I 28 do 28 taksona u izvoru I 10, dok je ukupan broj pronađenih taksona 103 (tab. 13 i 14), među kojima su i tri vrste nove za nauku. Novoopisane vrste su: *Belgrandiella bozidarcucici* Glöer & Pešić, 2014 - Gastropoda (sl. 10), *Dina sketi* Grosser & Pešić, 2014 – Hirudinea (sl. 11) i *Drusus crenophylax* Graf & Vitecek, 2015 – Trichoptera (sl. 12).

Predstavnici reda Diptera su zastupljeni sa najvećim brojem pronađenih taksona, 36 taksona, ili 35% od ukupnog broja sakupljenih taksona. Na drugom mjestu su insekti iz reda Trichoptera sa 16 taksona ili 16%, a na trećem insekti iz reda Coleoptera sa osam taksona ili 8% (sl. 13). U okviru Diptera najveći biodiverzitet pokazuju predstavnici iz familije Chironomidae, 23 taksona, koji čine 64% od ukupnog broja pronađenih taksona Diptera (sl. 14). Grupe sa najvećim brojem pronađenih taksona, Chironomidae i Trichoptera (uključujući larve Plecoptera i Ephemeroptera), će biti posebno detaljnije razmatrane sa ekološkog aspekta.

Najveću frekvenciju pojavljivanja, u 38 izvora, pokazuju račići vrste *Gammarus fossarum* Koch, 1836. Na drugom mjestu po učestalosti pojavljivanja, u 22 izvora, su puževi vrste *Bythinella schmidtii* (Küster, 1852), a na trećem mjestu, u 20 izvora, su račići iz roda *Niphargus*. Ostali taksoni imaju manju frekvenciju pojavljivanja.

Sakupljeno je ukupno 2307 jedinki, čiji se broj kretao od tri jedinke u izvoru I 28 do 171 u izvoru I 40 (tab. 14). Najviše je jedinki, 482 jedinke, vrste *Gammarus fossarum* Koch, 1836., slijede Chironomidae iz istoimenog roda *Chironomus* sa 252 jedinke. Na trećem mjestu su insekti iz reda Coleoptera vrste *Elmis aenea* (Müller, 1806) sa 221 jedinkom, od čega 19 larvi i 202 adulata.

Vrijednost Šenonovog indeksa diverziteta se kreće od 0,14 u izvoru I 40 do 4,33 u izvoru I 10 (tab. 13 i 14).

Tab. 13: Makrozoobentos izvora sliva rijeke Cvrcke (od I 1 do I 25)

TAKSON	I 1	I 2	I 3	I 4	I 5	I 6	I 7	I 8	I 9	I 10	I 11	I 12	I 13	I 14	I 15	I 16	I 17	I 18	I 19	I 20	I 21	I 22	I 23	I 24	I 25
TRICLADA																									
<i>Crenobia</i> sp.									8			1													
<i>Dugesia gonocephala</i> (Dugès, 1830)									7	2	3	3					14		1	5					
GASTROPODA																									
<i>Bythinella schmidtii</i> (Küster, 1852)		9	12	6		4	1							11	21	5		11					4	7	4
<i>Belgrandiella bozidarcucici</i> Glöer & Pešić, 2014			18		13			8		3				10	38	9									4
<i>Radix balthica</i> (Linnaeus, 1758)			9							1										1					
<i>Ancylus recurvus</i> Martens, 1873									6			2					22		4					8	
BIVALVIA																									
<i>Pisidium</i> sp.			13																						
NEMATOMORPHA																									
<i>Gordius aquaticus</i> Linné, 1758					1						1														
OLIGOCHAETA																									
<i>Tubifex ignotus</i> (Štolc, 1886)					2																				
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> Claparède, 1862					2								1												
<i>Mesenchytraeus</i> sp.																							3		
<i>Lumbriculus variegatus</i> (Müller, 1774)					1	1	1			3	1		2					1		3		1			
<i>Eiseniella tetraedra</i> (Savigny, 1826)									3	1										3	3	1			
HIRUDINEA																									
<i>Dina sketi</i> Grosser & Pešić, 2014		2						3																	
<i>Dina</i> sp.																		2							
<i>Trocheta dalmatina</i> Sket, 1968	1																								
ACARI																									
<i>Atractides nodipalpis</i> Thor, 1899																								1	
AMPHIPODA																									
<i>Gammarus fossarum</i> Koch, 1836	5	18			16	9	15	19	12	11	11	11	7		2		20	9	11		2	19	6	12	13
<i>Niphargus</i> sp.			3	2									1	13	6	3		4					5		
EPHEMEROPTERA																									
<i>Baetis rhodani</i> (Pictet, 1843)								2				1					1				2			10	
<i>Ecdyonurus</i> sp.					8	1		4	1										2		2			2	
<i>Electrogena</i> sp.		7								2								2		2	2			4	
<i>Habroleptoides confusa</i> Sartori & Jacob, 1996					1					5							1			2	2				
<i>Ephemera danica</i> Müller, 1764										1										10	1	1			
<i>Caenis</i> sp.	1																								
ODONATA																									
<i>Cordulegaster</i> gr. <i>boltoni</i>																									
<i>Cordulegaster</i> gr. <i>bidentatus</i>										1															
PLECOPTERA																									
<i>Nemurella pictetii</i> Klapálek, 1900			24	10																					
<i>Leuctra</i> cf. <i>hirsuta</i>							2						1												
MEGALOPTERA																									
<i>Sialis</i> sp., larva										1															
NEUROPTERA																									
<i>Osmylus fluvicephalus</i> (Scopoli, 1763), larve								2																	
COLEOPTERA																									
<i>Hygrotus</i> sp., adult										1															

<i>Hydraena</i> sp., adulti										2		2												4
<i>Anacaena</i> sp., adult										1														
<i>Elmis aenea</i> (Müller,1806), larve		3					1	1			1						1	1					7	
<i>Elmis aenea</i> (Müller,1806), adulti	7	3		1			6	3	1		3						37	33			3		16	7
<i>Limnius volckmari</i> (Panzer, 1793), larva								1																
<i>Limnius volckmari</i> (Panzer, 1793), adult									1															
<i>Riolus cupreus</i> (Müller,1806), larve								1	4															
<i>Riolus cupreus</i> (Müller,1806), adulti									2															
<i>Elodes</i> sp., larve			1						1				2											1
TRICHOPTERA																								
<i>Diplectrona atra</i> McLachlan, 1878, larva													1											
<i>Plectrocnemia</i> sp., larve				1	1																			
<i>Polycentropus</i> sp., larve													2											
<i>Rhyacophila</i> sp., larve									1									3						
<i>Crunoecia</i> sp., larve													1								1			
<i>Drusus crenophylax</i> Graf & Vitecek, 2015, larve		2					8	8			5						2	3				5		
<i>Halesus</i> sp., larve																	3							
<i>Potamophylax</i> sp., larve	1			2			2		2								9	1						
<i>Chaetopteryx</i> sp., larve																	2					5		
<i>Chaetopteryx</i> sp., lutka																						1		
<i>Goera pilosa</i> (Fabricius, 1775), larve		1						1																
<i>Silo</i> sp., larva																						1		
<i>Ernodes</i> sp., larva																							1	
<i>Sericostoma</i> sp., larve										3		1				1		1	9			1		
DIPTERA																								
<i>Prinocera</i> sp., larva											1													
<i>Tipula</i> sp., larve						1			1				1								1		1	
<i>Eloeophila</i> sp., larva									1															
Psychodidae, larve																					4			
<i>Dixa</i> sp., larve									2	1	1							1					1	
<i>Dixa puberula</i> Loew, 1843, larve														1	1						3			
Thaumaleidae, larve										2														
<i>Ptychoptera</i> sp., larve			3	10																				
Ceratopogonidae, larva											1													
<i>Macropelopia</i> sp., larve			3	1					4			1												
<i>Zavrelimyia</i> sp., larve		3			6		3		1							1								
<i>Prodiamesa olivacea</i> (Meigen, 1818), larve			1	3		5	4			1														
<i>Brillia bifida</i> (Kieffer, 1909), larve				1												1					1		1	
<i>Corynoneura</i> sp. 1, larva										1														
<i>Corynoneura</i> cf. <i>antennalis</i> , larva									1															
<i>Paraphaenocladus</i> sp. A, larve					1					2		5		1										
<i>Paratrissocladius excerptus</i> (Walker, 1856), larve			2			1			1									3						
<i>Rheocricotopus effusus</i> – tip, larve								2								1								
<i>Rheocricotopus fuscipes</i> – tip, larva				1																				
<i>Chironomus</i> sp., larva			1																					
<i>Polypedilum bicrenotum</i> – tip, larve				2	1	3																		
<i>Micropsectra</i> tip A, larve			3	5		18	18			2	14				5									
<i>Micropsectra bidentata</i> – tip, larva			1																					
<i>Micropsectra contracta</i> – tip, larve			1				2																	
<i>Micropsectra insignilobus</i> – tip, larve										1				1										
<i>Micropsectra junci</i> – tip, larva														1										

<i>Ibis</i> sp., larve									1											4	7				
<i>Oxyera</i> sp., larve		1	1							1															
UKUPNO JEDINKI	15	49	94	47	49	45	48	55	56	60	40	32	20	39	78	18	62	83	60	43	22	25	28	80	37
UKUPNO TAKSONA	5	9	15	14	10	9	10	9	14	28	12	10	9	7	10	4	9	11	9	11	9	5	9	12	10
ŠENONOV INDEKS DIVERZITETA	1,82	2,60	3,11	3,29	2,52	2,56	2,45	2,74	3,29	4,33	2,75	2,86	2,66	2,17	2,15	1,68	2,12	2,58	2,06	3,11	2,90	1,23	2,93	3,06	2,73

Tab. 14: Makrozoobentos izvora sliva rijeke Cvrcke (od I 26 do I 50)

TAKSON	I 26	I 27	I 28	I 29	I 30	I 31	I 32	I 33	I 34	I 35	I 36	I 37	I 38	I 39	I 40	I 41	I 42	I 43	I 44	I 45	I 46	I 47	I 48	I 49	I 50
TRICLADA																									
<i>Dugesia gonocephala</i> (Dugès, 1830)	6										2														
GASTROPODA																									
<i>Bythinella schmidtii</i> (Küster, 1852)						5	13	17	1	1								6			7	2		15	1
<i>Belgrandiella bozidarcucici</i> Glöer & Pešić, 2014					14	1			1			3		12				13				3		2	
<i>Radix balthica</i> (Linnaeus, 1758)		9												12			1								
<i>Ancylus recurvus</i> Martens, 1873	2											1							2						
BIVALVIA																									
<i>Pisidium</i> sp.		6									4											1		2	
NEMATOMORPHA																									
<i>Gordius aquaticus</i> Linné, 1758																1									
OLIGOCHAETA																									
<i>Cognettia</i> sp.																						1			
<i>Henlea</i> sp.																					1				
<i>Lumbriculus variegatus</i> (Müller, 1774)												1						1	1		6				
<i>Eiseniella tetraedra</i> (Savigny, 1826)	1	1																		1		4			
HIRUDINEA																									
<i>Dina sketi</i> Grosser & Pešić, 2014																1									
<i>Dina</i> sp.				1														3							
<i>Trocheta dalmatina</i> Sket, 1968																								1	
ACARI																									
<i>Protzia</i> sp.																			3	1		1			
<i>Sperchon</i> sp.																		1							
<i>Sperchonopsis verrucosa</i> (Protz, 1896)									1																
<i>Mideopsis roztoczensis</i> Biesiadka & Kowalik, 1979		1																							
AMPHIPODA																									
<i>Gammarus fossarum</i> Koch, 1836	8		3	2	4	8	6	13	5	2	47	18					24		6	16	34	1	28		29
<i>Niphargus</i> sp.		6					2	4				1	2	19		5	1	4	1	2		1			
DECAPODA																									
<i>Austropotamobius torrentium</i> (Schränk, 1803)																							2		
EPHEMEROPTERA																									
<i>Baetis rhodani</i> (Pictet, 1843)											1	3						1	2				2	1	
<i>Ecdyonurus</i> sp.	3										2	2													
<i>Electrogena</i> sp.											1												1		
ODONATA																									
<i>Cordulegaster</i> gr. <i>bidentatus</i>						2																			
PLECOPTERA																									

<i>Perla marginata/pallida</i>					1																			
<i>Perla</i> sp.									1															
Nemouridae											1										1			
<i>Leuctra</i> cf. <i>hirsuta</i>																			1					
<i>Leuctra</i> sp.																						1		
HETEROPTERA																								
<i>Micronecta</i> sp., larve		1					1	4																
NEUROPTERA																								
<i>Osmylus fluviccephalus</i> (Scopoli, 1763), larva				1																				
COLEOPTERA																								
<i>Agabus</i> sp., larva														1										
<i>Agabus</i> sp., adult													1											
<i>Hydraena</i> sp., adulti				2					1		1	2								3		1		
<i>Anacaena</i> sp., adult		1																						
<i>Elmis aenea</i> (Müller,1806), larve									1									3						
<i>Elmis aenea</i> (Müller,1806), adulti	3								6		26					38	8						1	
<i>Limnius volckmari</i> (Panzer, 1793), adulti	1			1							1													
<i>Riolus cupreus</i> (Müller,1806), adult											1													
<i>Elodes</i> sp., larve		8													1	1		1	1			2	2	
TRICHOPTERA																								
<i>Diplectrona</i> sp., larve				2												1		1						
<i>Diplectrona atra</i> McLachlan, 1878, larva				1																				
<i>Plectrocnemia</i> sp., larve										3									7			1		
<i>Wormaldia</i> sp., larve																		1				1		
<i>Rhyacophila</i> sp., larve			2															1						
<i>Crunoecia</i> sp., larve					1			1																
<i>Limnephilus</i> sp., lutke																						9		
<i>Potamophylax</i> sp., larve																19								
<i>Chaetopteryx</i> sp., larva													1			1								
<i>Goera pilosa</i> (Fabricius, 1775), larva															1									
<i>Silo</i> sp., larve									4															
<i>Ernodes</i> sp., larve																				31				
<i>Sericostoma</i> sp., larve				1					1															
DIPTERA																								
<i>Tipula</i> sp., larve		1																11	1	4				
Psychodidae, larve																			2	1				
<i>Dixa</i> sp., larve				1				2														2		
Thaumaleidae, larve				1												1	2							
<i>Ptychoptera</i> sp., larve						2																1		
Ceratopogonidae, larve																			1	2				
<i>Apsectrotanypus trifascipennis</i> (Zetterstedt, 1838), l.																			2					
<i>Zavrelimyia</i> sp., larve												1							8					
<i>Prodiamesa olivacea</i> (Meigen, 1818), larve						3				5												3		
<i>Heterotrissocladius marcidus</i> – tip, larve										3														
<i>Limnophyes</i> sp., larva													1											
<i>Metriocnemus fuscipes</i> – tip, larva																			1					
<i>Paraphaenocladius</i> sp. A, larve		1										1				2			3					
<i>Paratrissocladius excerptus</i> (Walker, 1856), larve						2																		
<i>Rheocricotopus effusus</i> – tip, larva												1												
<i>Rheocricotopus fuscipes</i> – tip, larva																	1							
<i>Synorthocladius semivirens</i> (Kieffer, 1909), larva										1														

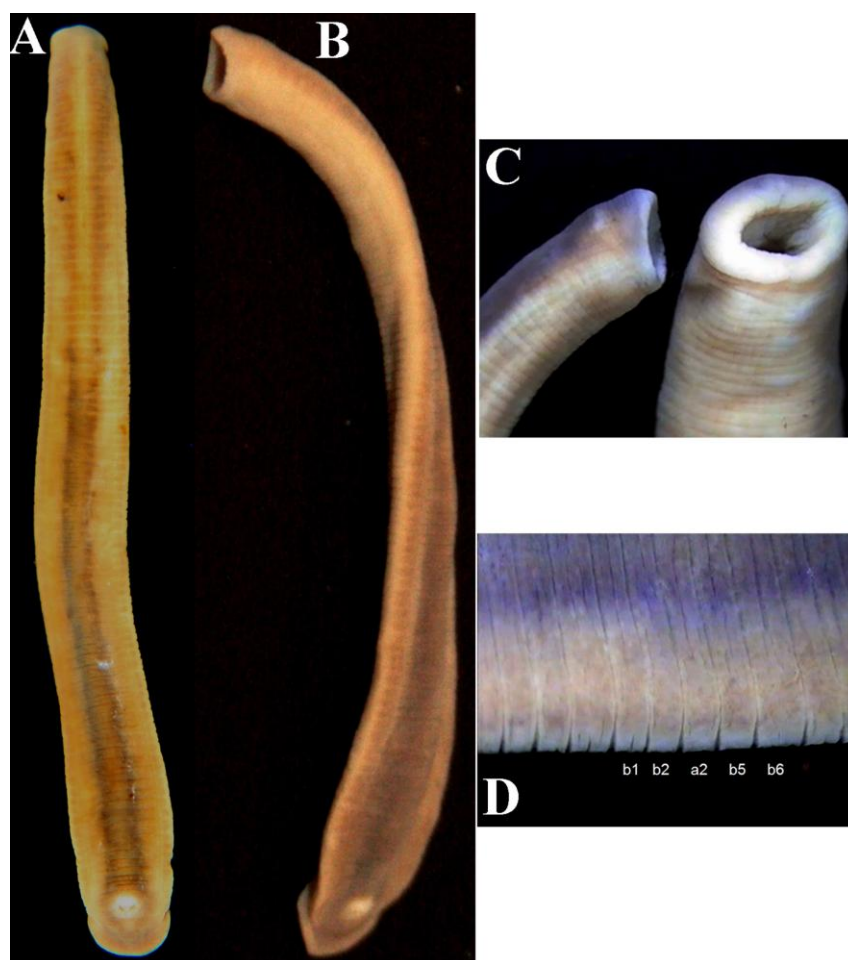
Thienemannia sp., larva																		1								
Chironomus sp., larve														2	168	81										
Micropsectra tip A, larve			3					2				14									2			1		
Micropsectra contracta – tip, larve												7			6							1				
Micropsectra insignilobus – tip, larve												2										1				
Micropsectra junci – tip, larva																								1		
Tabanidae, larva										1																
Ibisia sp., larve	2																									
Nemotelus sp., larva														1												
Oxycera sp., larve				5					1										1							
UKUPNO JEDINKI	26	38	3	18	7	30	31	35	16	18	92	59	5	53	171	90	28	93	29	35	79	55	39	39	33	
UKUPNO TAKSONA	8	11	1	11	3	5	8	4	8	8	13	12	3	7	3	6	5	15	9	9	17	13	8	13	4	
ŠENONOV INDEKS DIVERZITETA	2,66	2,92	-	3,19	1,38	1,88	2,49	1,54	2,65	2,52	2,51	2,34	1,52	2,25	0,14	0,66	0,88	2,68	2,64	2,16	2,98	2,45	1,61	2,85	0,71	

Najveću sličnost u pogledu osobina naselja makrozoobentosa eukrenona sliva rijeke Cvrcke, a na osnovu Žakardovog indeksa sličnosti, pokazuju dva reokrena izvora (I 9 i I 26), međusobno udaljena oko dva kilometra. Oba izvora su smještena neposredno uz glavni tok rijeke Cvrcke, u njenom kanjonskom dijelu toka. Najmanju sličnost sa ostalim izvorima pokazuje makrozoobentos velikog kaptiranog izvora I 40, koji se nalazi u središtu sela. U središtu sela su još dva kaptirana izvora (I 39 i I 41), koji pokazuju međusobnu sličnost, a izdvajaju se od ostalih izvora (sl. 15).

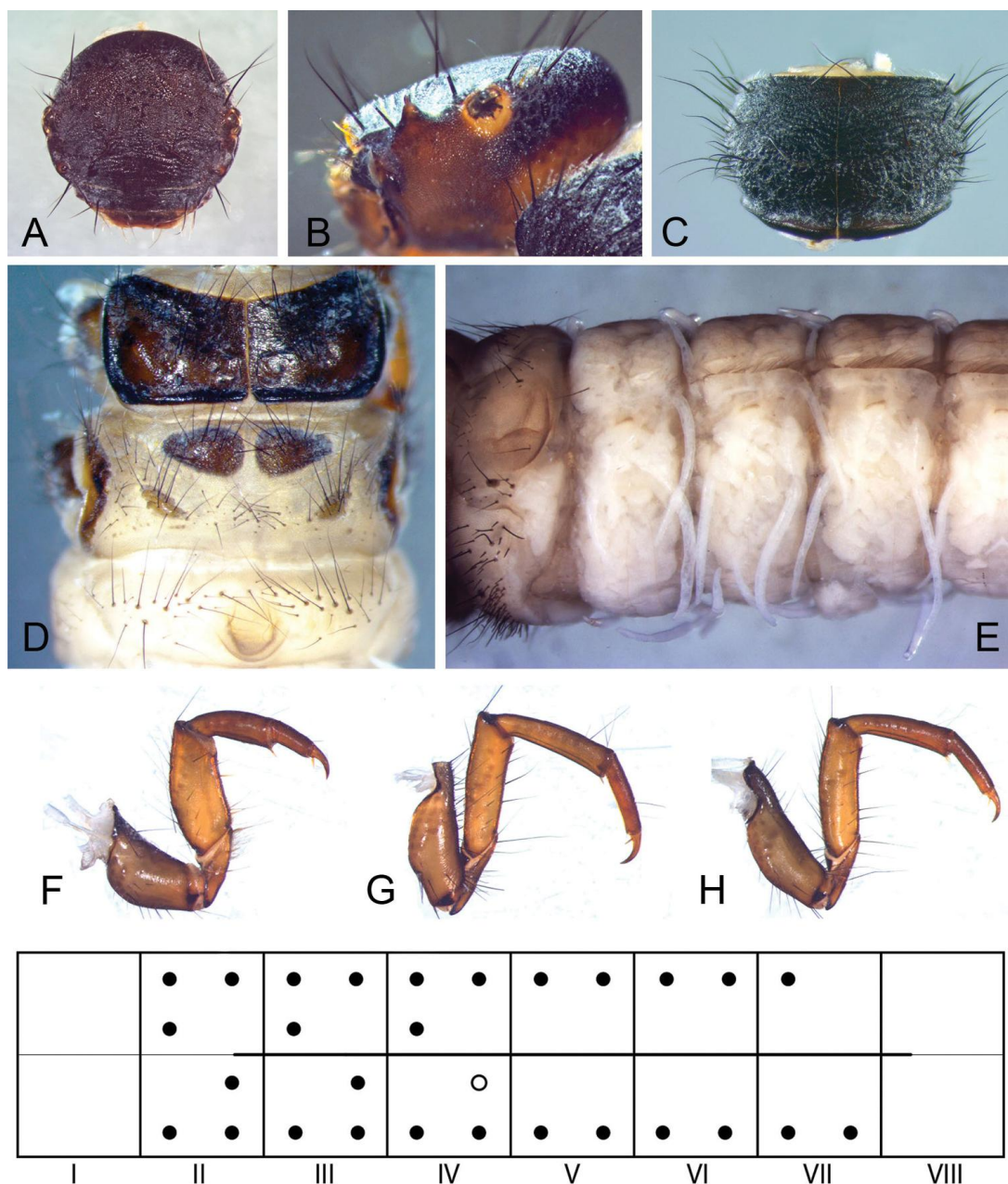
Najveći broj taksona makrozoobentosa je pronađen u reokrenim izvorima sliva rijeke Cvrcke (90 taksona), a najmanji u reopsamokrenim izvorima (31 takson), dok su u kaptiranim izvorima pronađeni predstavnici makrozoobentosa iz 42 taksona (tab. 15).



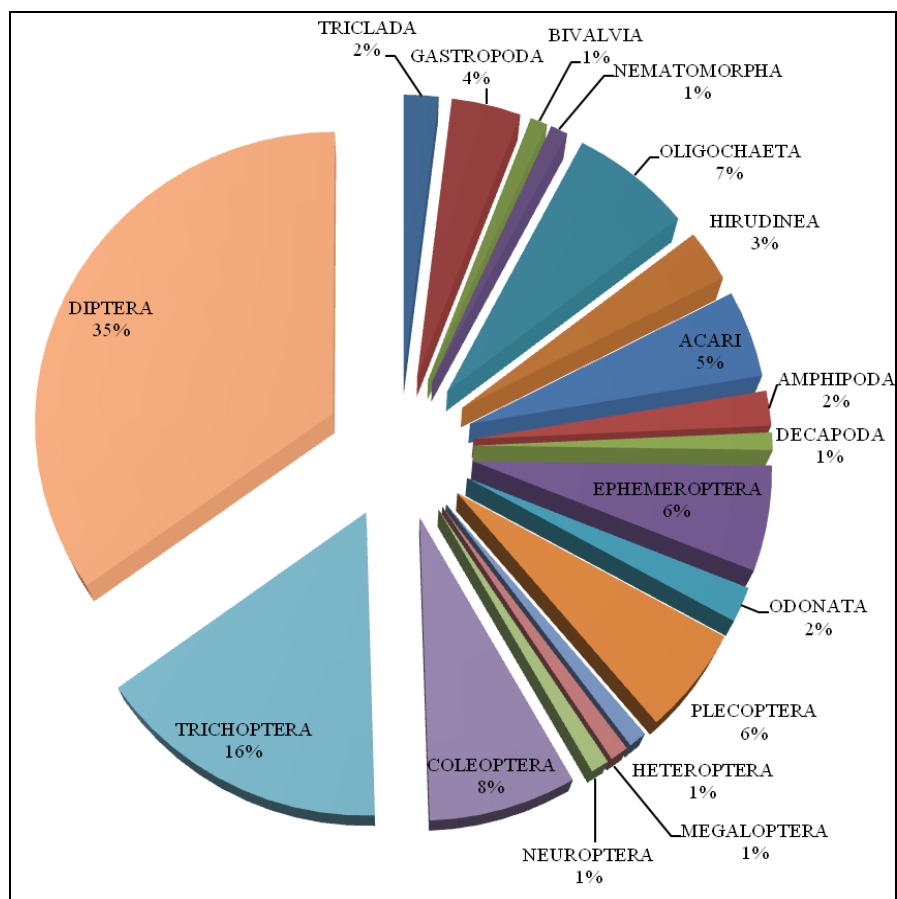
Sl. 10: Paratipovi (1-3) i holotip (4) novoopisane vrste puža *Belgrandiella bozidarcucici* Glöer & Pešić, 2014 (iz Glöer i Pešić, 2014)



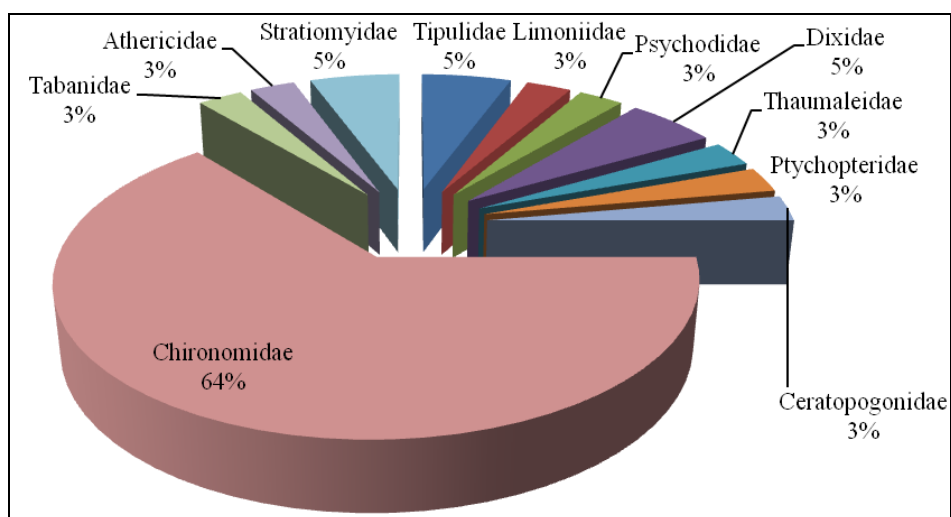
Sl. 11: Holotip dorzalno (A), paratip lateralno (B), usni otvor paratipa lijevo i holotipa desno (C) i tjelesna segmentacija holotipa novoopisane vrste *Dina sketi* Grosser & Pešić, 2014 (iz Grosser i sar., 2014)



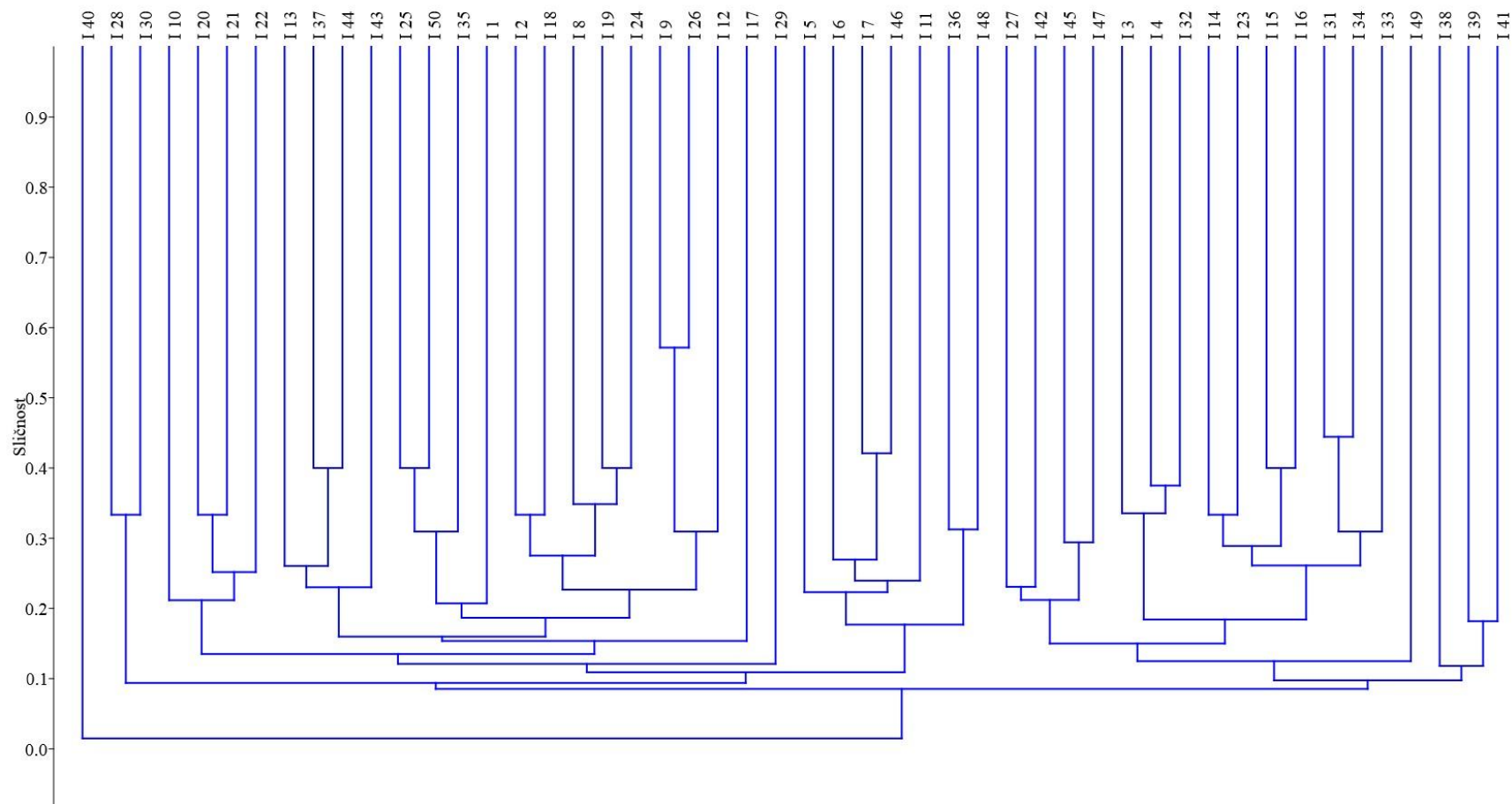
Sl. 12: Morfološke karakteristike larve novoopisane vrste trihoptera *Drusus crenophylax* Graf & Vitecek, 2015: glava frontalno (A), glava lateralno - lijeva strana (B), pronotum dorzalno (C), mezotoraks i metatoraks sa prvim abdominalnim segmentom dorzalno (D), abdominalni segmenti I-V lateralno – lijeva strana (E), prvi (F), drugi (G) i treći (H) lijevi torakalni ekstremitet frontalno. Dolje: dijagram škrge i lateralne linije, pozicija škrge je predstavljena krugovima, a pozicija bočne linije je podebljana (iz Vitecek i sar., 2015).



Sl. 13: Procentualno učešće taksona makrozoobentosa u eukrenonu izvora (N=50) sliva rijeke Cvrcke u septembru i oktobru 2012. i 2013. godine



Sl. 14: Procentualno učešće taksona iz reda Diptera u makrozoobentosu eukrenona (N=50) sliva rijeke Cvrcke u septembru i oktobru 2012. i 2013. godine



Sl. 15: Sličnost makrozoobentosa eukrenona 50 izvora sliva rijeke Cvrčke

Tab. 15: Procentualno učešće taksona makrozoobentosa u eukrenonu reokrenih, reopsamokrenih i kaptiranih izvora sliva rijeke Cvrčke

Takson	Reokreni izvori		Reopsamokreni izvori		Kaptirani izvori	
	Broj taksona	%	Broj taksona	%	Broj taksona	%
Triclada	2	2,22	-	-	-	-
Gastropoda	4	4,44	2	6,45	3	7,14
Bivalvia	1	1,11	1	3,23	1	2,38
Nematomorpha	1	1,11	-	-	1	2,38
Oligochaeta	5	5,56	1	3,23	5	11,90
Hirudinea	3	3,33	1	3,23	1	2,38
Acari	3	3,33	1	3,23	2	4,76
Amphipoda	2	2,22	2	6,45	2	4,76
Decapoda	-	-	-	-	1	2,38
Ephemeroptera	6	6,67	1	3,23	3	7,14
Odonata	2	2,22	1	3,23	-	-
Plecoptera	5	5,56	1	3,23	1	2,38
Heteroptera	1	1,11	1	3,23	1	2,38
Megaloptera	1	1,11	-	-	-	-
Neuroptera	1	1,11	-	-	-	-
Coleoptera	7	7,78	2	6,45	4	9,52
Trichoptera	13	14,44	8	25,81	2	4,76
Diptera	33	36,67	9	29,03	15	35,71
Ukupno taksona	90	100,00	31	100,00	42	100,00

Predstavnici Diptera su zastupljeni sa najvećim brojem taksona u sva tri tipa izvora. Na drugom mjestu su Trichoptera u reokrenim i reopsamokrenim izvorima, a Oligochaeta u kaptiranim. Insekti iz reda Coleoptera su na trećem mjestu u sva tri tipa izvora, a njima se pridružuju Amphipoda i Gastropoda u reopsamokrenim izvorima. Predstavnici Triclada, Megaloptera i Neuroptera su pronađeni samo u reokrenim izvorima, a Decapoda samo u jednom kaptiranom izvoru (I 48).

Srednja vrijednost Šenonovog indeksa diverziteta se kreće od 1,89 za kaptirane izvore do 2,54 za reokrene, dok je 2,22 vrijednost ovog indeksa za reopsamokrene izvore sliva rijeke Cvrčke. Primjenom Kruskal-Wallis testa nije pronađena statistički značajna razlika ($p=0,072$) između ova tri tipa izvora u odnosu na Šenonov indeks diverziteta.

6.2.1.1. Naselje Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera eukrenona³

Naselje Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera (EPT) eukrenona 50 izvora sliva rijeke Cvrcke, koji su obuhvaćeni ovim istraživanjem tokom septembra i oktobra 2012. i 2013. godine, čini 28 taksona u nivou roda i/ili vrste, među kojima je najviše Trichoptera (16 iz devet familija), za kojima slijede Ephemeroptera (šest iz pet familija) i Plecoptera (pet iz tri familije) (tab. 16).

Tab. 16: Spisak taksona Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera koji su sakupljeni u izvorima sliva Cvrcke

Red	Familija	Rod i/ili vrsta	Skraćenica
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetis rhodani</i> (Pictet, 1843)	Br
	Heptageniidae	<i>Ecdyonurus</i> sp.	Ec
	Heptageniidae	<i>Electrogena</i> sp.	El
	Leptophlebiidae	<i>Habroleptoides confusa</i> Sartori & Jacob, 1986	Hc
	Ephemeridae	<i>Ephemera danica</i> Müller, 1764	Ed
	Caenidae	<i>Caenis</i> sp.	Ca
Plecoptera	Perlidae	<i>Perla marginata/pallida</i>	Pm
	Perlidae	<i>Perla</i> sp.	Pe
	Nemouridae	<i>Nemurella pictetii</i> Klapálek, 1900	Np
	Leuctridae	<i>Leuctra</i> cf. <i>hirsuta</i>	Lh
	Leuctridae	<i>Leuctra</i> sp.	Le
Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Diplectrona</i> sp., larve	Di
	Hydropsychidae	<i>Diplectrona atra</i> McLachlan, 1878, larve	Da
	Polycentropodidae	<i>Plectrocnemia</i> sp., larve	Pl
	Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i> sp., larve	Po
	Philopotamidae	<i>Wormaldia</i> sp., larve	Wo
	Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila</i> sp., larve	Rh
	Lepidostomatidae	<i>Crunoecia</i> sp., larve	Cr
	Limnephilidae	<i>Limnephilus</i> , lutke	Li
	Limnephilidae	<i>Drusus crenophylax</i> Graf & Vitecek, 2015, larve	Dr
	Limnephilidae	<i>Halesus</i> sp., larve	Ha
	Limnephilidae	<i>Potamophylax</i> sp., larve	Pt
	Limnephilidae	<i>Chaetopteryx</i> sp., larve	Ch
	Limnephilidae	<i>Chaetopteryx</i> sp., lutke	Cp
	Goeridae	<i>Goera pilosa</i> (Fabricius, 1775), larve	Gp
	Goeridae	<i>Silo</i> sp., larve	Si
	Beraeidae	<i>Ernodes</i> sp., larve	Er
	Sericostomatidae	<i>Sericostoma</i> sp., larve	Sr

Najfrekventniji EPT taksoni su iz reda Ephemeroptera, *Baetis rhodani* (Pictet, 1843), vrsta pronađena u 11 izvora i *Ecdyonurus* sp. u 10 izvora sliva Cvrcke. Prvo mjesto na osnovu

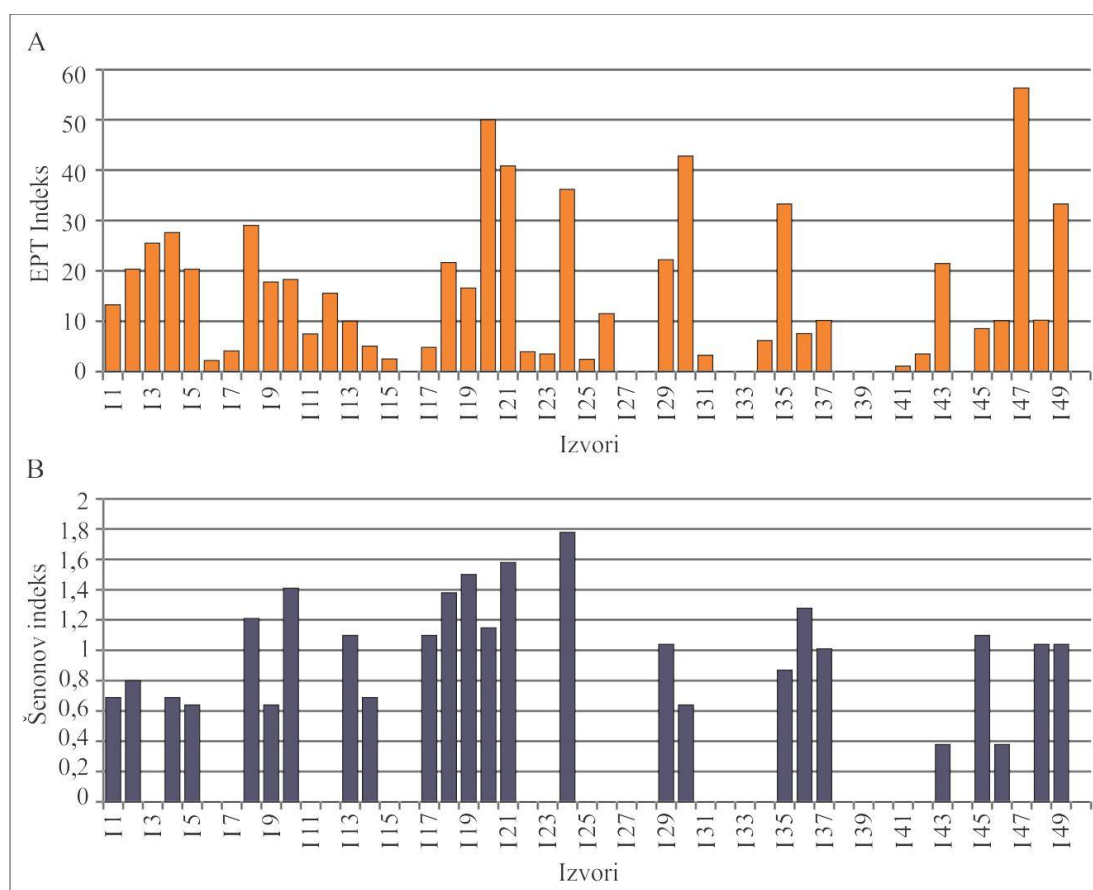
³ Objavljeno u: Savić, A., Dmitrović, D., Pešić, V. (2017): Ephemeroptera, Plecoptera, and Trichoptera assemblages of karst springs in relation to some environmental factors: a case study in central Bosnia and Herzegovina. *Turkish Journal of Zoology*, 41: 119-129.

frekventnosti pojavljivanja među predstavnicima reda Trichoptera zauzima *Sericostoma* sp. u osam izvora, dok tu poziciju među predstavnicima Plecoptera zauzima *Leuctra* cf. *hirsuta* u tri izvora.

Jedina vrsta pronađena u sva tri tipa izvora koji su obuhvaćeni istraživanjem je *Baetis rhodani* (Pictet, 1843), dok je 17 taksona pronađeno u jednom od tipova izvora: 13 taksona je ograničeno na reokrene izvore, a četiri taksona su isključivo vezana za reopsamokrene izvore. Ni jedan takson nije ograničen isključivo na kaptirane izvore.

Najveći broj taksona je pronađen u izvoru I 24, osam taksona, dok je u četiri izvora (I 10, I 18, I 19 i I 21) pronađeno po pet taksona.

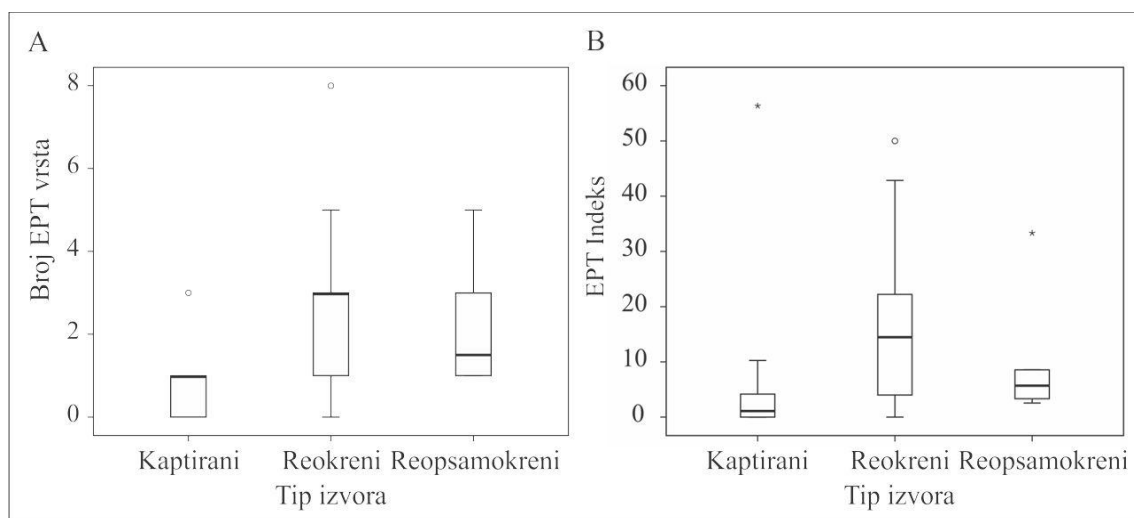
Najveća vrijednost EPT indeksa je pronađena za naselje izvora I 47, dok najveću vrijednost Šenonovog indeksa diverziteta ima EPT naselje izvora I 24 (sl. 16).



Sl. 16: Vrijednosti EPT indeksa (A) i Šenonovog indeksa diverziteta (B) izvora sliva Cvrcke

Šenonov indeks diverziteta varira od 0 do 1,78. Primjenom Kruskal-Wallis testa pronađena je statistički značajna razlika ($p=0,040$) između tri tipa izvora u odnosu na Šenonov indeks diverziteta. Najveću srednju vrijednost Šenonovog indeksa diverziteta imaju reokreni izvori, dok kaptirani imaju najmanju.

Primjenom ANOVA testa potvrđeno je da se elektroprovodljivost ($p=0,005$) i broj EPT taksona ($p=0,039$) statistički značajno razlikuju između izvora različitog tipa (sl. 17).



Sl. 17: Broj EPT taksona (A) i vrijednost EPT indeksa (B) po tipovima izvora sliva Cvrčke

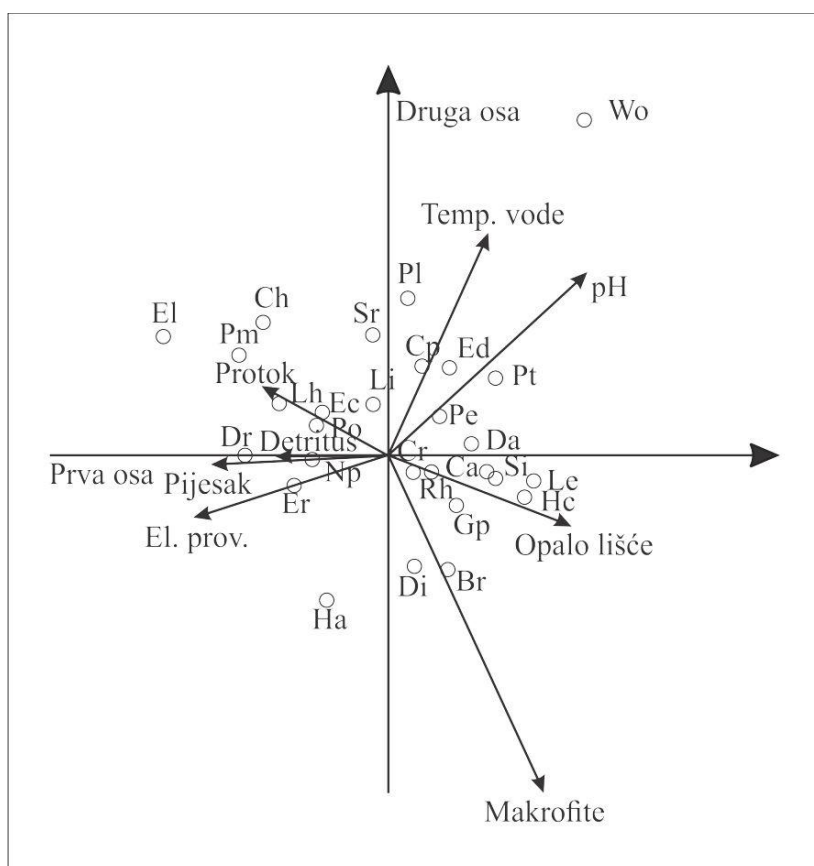
Post-hoc analiza, primjenom LSD testa, pokazala je da se kaptirani izvori statistički značajno razlikuju od reokrenih i reopsamokrenih izvora u odnosu na elektroprovodljivost ($p=0,001$) i broj EPT taksona ($p=0,011$).

Kruskal-Wallis test nije pokazao da postoje statistički značajne razlike između tipova izvora u odnosu na protok i pokrovnost dna izvora makrofitama. Ostali parametri (mahovina, opalo lišće, detritus, anoksični mulj, glina, pijesak, šljunak i kamenje) ukazuju na postojanje statistički značajnih razlika između tipova izvora, pri čemu je najveća razlika utvrđena za pokrovnost dna izvora algama ($p=0,000$) i anoksičnim muljem ($p=0,002$).

Pirsonov koeficijent korelacije pokazuje da su EPT indeks i pokrovnost dna izvora detritusom negativno korelisani ($r=-0,281$; $p=0,048$).

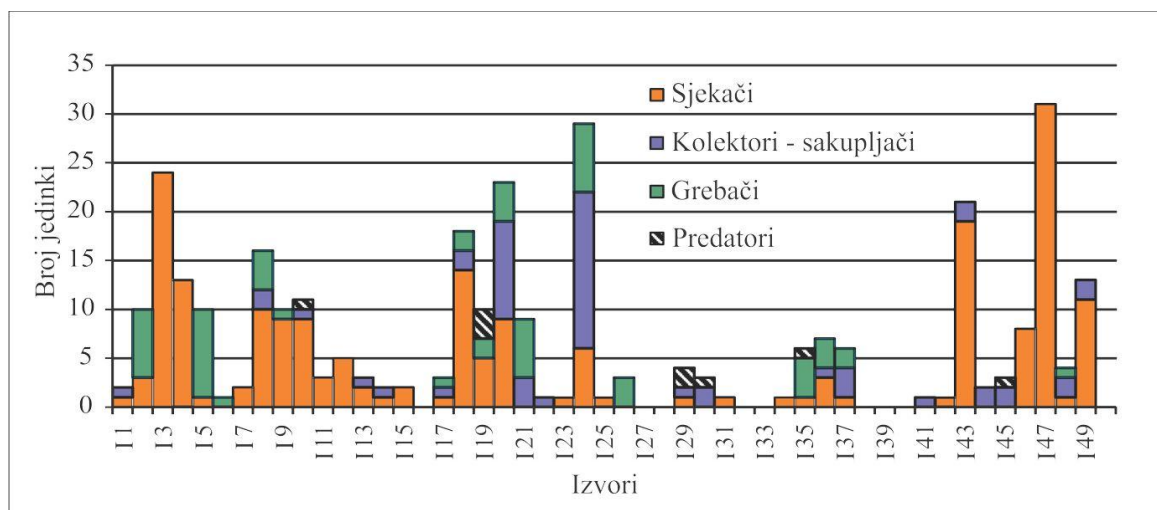
Broj EPT taksona pokazuje značajnu pozitivnu korelaciju sa protokom vode ($r=0,315$; $p=0,027$) i pokrovnošću dna izvora pijeskom ($r=0,345$; $p=0,015$), kao i kamenjem ($r=0,310$; $p=0,030$), dok je negativna korelacija utvrđena za pokrovnost dna izvora sa algama ($r=-0,297$; $p=0,038$).

Kanonijska korespodentna analiza (sl. 18) pokazuje da su najvažniji faktori spoljašnje sredine koji određuju varijabilnost EPT naselja pokrovnost dna izvora makrofitama, pH vrijednost i temperatura vode.



Sl. 18: Kanonijska korespodentna analiza EPT zajednice sliva rijeke Cvrčke

Makrozoobentos je na osnovu funkcionalnog tipa ishrane prema Von Fumetti i Nagel (2011) klasifikovan u sedam grupa. Od sedam očekivanih grupa četiri su registrovane u izvorima sliva Cvrčke: sjekači, kolektori-sakupljači, grebači i predatori. U ovom istraživanju EPT naselje 12 izvora ima tri kategorije funkcionalnih tipova ishrane, 11 izvora ima dva tipa ishrane, dok je po jedan tip ishrane pronađen u ostalim izvorima (sl. 19).



Sl. 19: Funkcionalni tipovi ishrane EPT zajednice sliva rijeke Cvrčke

U EPT naselju izvora koji su obuhvaćeni ovim istraživanjem dominiraju sjekači sa 62,04%, slijede u jednakim procentima kolektori-sakupljači i grebači (17,58%), dok je predatora najmanje (2,78%).

6.2.1.2. Naselje Diptera iz familije Chironomidae eukrenona⁴

Larve Diptera iz familije Chironomidae su pronađene u makrozoobentosu eukrenona 26 od ukupno 50 izvora koji su obuhvaćeni ovim istraživanjem tokom septembra i oktobra 2012. i 2013. godine (tab. 13 i 14).

Sakupljene su 473 jedinke iz 23 taksona u okviru četiri podfamilije: Tanypodinae, Prodiamesinae, Orthocladiinae i Chironominae (tab. 17). Na prvom mjestu po brojnosti taksona su predstavnici podfamilije Orthocladiinae sa 12 taksona zastupljeni sa 52% od ukupnog broja sakupljenih jedinki, slijede Chironominae sa sedam taksona i 30%, Tanypodinae (tri taksona i 13%) i Prodiamesinae (jedan takson i 4%).

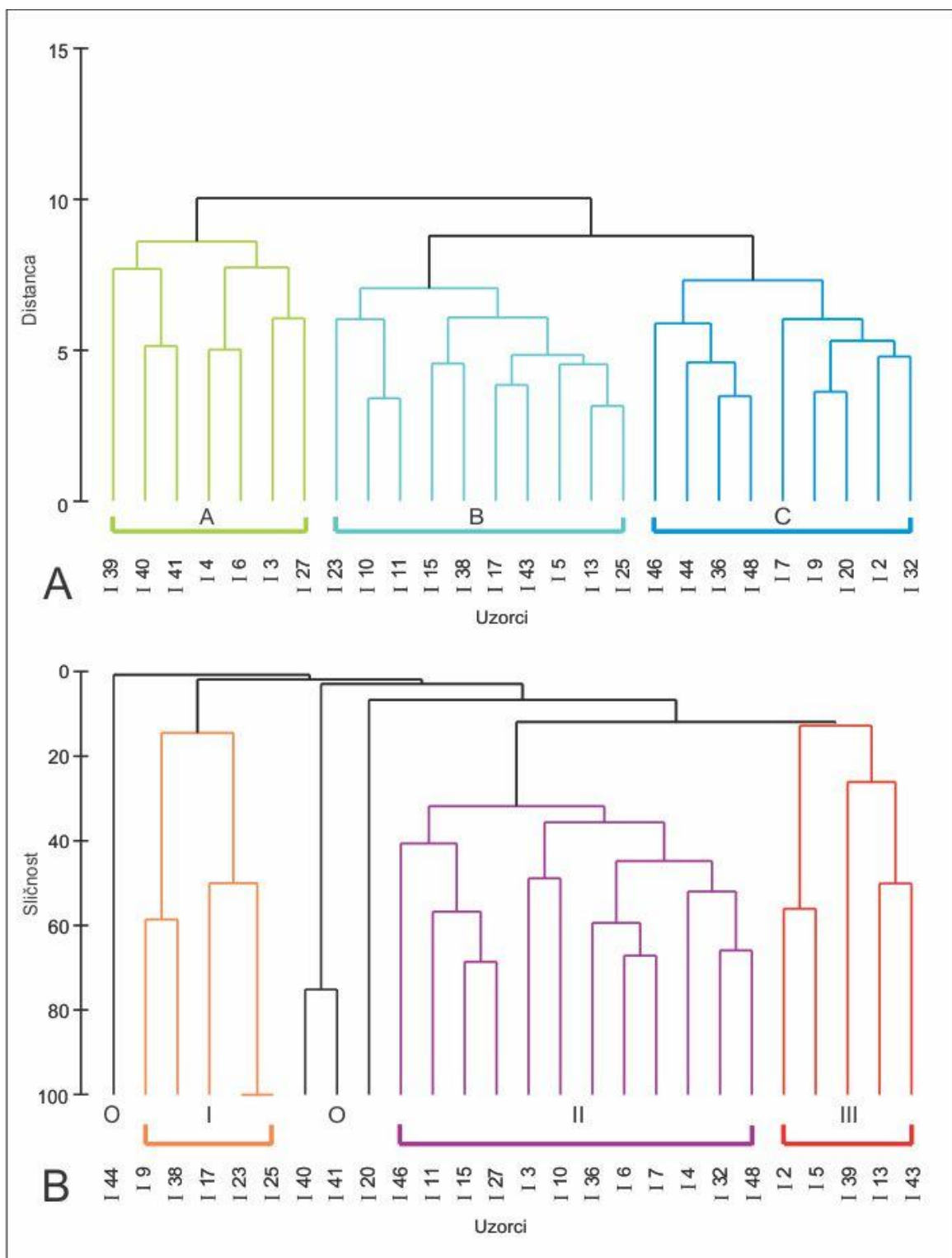
⁴ Objavljeno u: Płóciennik, M., Dmitrović, D., Pešić, V., Gadawski, P. (2016): Ecological patterns of Chironomidae assemblages in Dinaric karst springs. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 417(11): 1-19.

Tab. 17: Popis taksona Chironomida koji su sakupljeni u eukrenonu 50 izvora sliva Cvrcke

Podfamilija	Takson	Skraćenica
Tanypodinae	<i>Apsectrotanypus trifascipennis</i> (Zetterstedt, 1838), larva	<i>Aps tri</i>
	<i>Macropelopia</i> sp., larve	<i>Macpel</i>
	<i>Zavreliomyia</i> , sp., larve	<i>Zavrelim</i>
Prodiamesinae	<i>Prodiamesa olivacea</i> (Meigen, 1818), larve	<i>Proliv</i>
Orthocladiinae	<i>Brillia bifida</i> (Kieffer, 1909), larve	<i>Brbif</i>
	<i>Corynoneura</i> sp. 1, larva	<i>Corn 1</i>
	<i>Corynoneura</i> cf. <i>antennalis</i> , larva	<i>Coryn an</i>
	<i>Heterotrissocladius marcidus</i> – tip, larva	<i>Het mar</i>
	<i>Limnophyes</i> sp., larva	<i>Limnop</i>
	<i>Metriocnemus fuscipes</i> – tip, larva	<i>Metfus</i>
	<i>Paraphaenocladius</i> sp. A, larve	<i>ParaphA</i>
	<i>Paratrissocladius excerptus</i> (Walker, 1856), larve	<i>Part ex</i>
	<i>Rheocricotopus effusus</i> – tip, larve	<i>Rheeff</i>
	<i>Rheocricotopus fuscipes</i> – tip, larve	<i>Rhefus</i>
	<i>Synorthocladius semivirens</i> (Kieffer, 1909), larva	<i>Synsem</i>
	<i>Thienemannia</i> sp., larva	<i>Thienm</i>
	<i>Chironomus</i> sp., larve	<i>Chirono</i>
Chironominae	<i>Polypedilum bicrenotum</i> – tip, larve	<i>Pol bic</i>
	<i>Micropsectra</i> – tip A, larve	<i>Mic A</i>
	<i>Micropsectra bidentata</i> – tip, larva	<i>Mic bid</i>
	<i>Micropsectra contracta</i> – tip, larve	<i>Mic con</i>
	<i>Micropsectra insignilobus</i> – tip, larve	<i>Mic ins</i>
	<i>Micropsectra junci</i> – tip, larve	<i>Micjun</i>

Sve sakupljene jedinke su larve. Broj taksona se kretao od jednog do sedam po izvoru, a najviše jedniki, preko 50, je sakupljeno u izvorima 40 i 41. Najveću frekvenciju pojavljivanja pokazuje takson *Micropsectra* tip A (87 jedinki u 12 izvora ili 46% od 26 izvora u kojima su Chironomidae pronađene). Najabundantniji takson je *Chironomus* (252 jedinke).

Na osnovu osobina biotopa 26 izvora, u kojima su pronađene Chironomidae, izvore je moguće razvrstati u tri grupe (A, B i C), kao i na osnovu osobina zajednice Chironomida (I, II i III) (sl. 20).



Sl. 20: Sličnost izvora na osnovu osobina biotopa (A) i zajednice Chironomidae (B)

PCA analizom je utvrđeno da prva, druga i treća PC osa opisuju oko 21,8%, 17,3% i 10,6% varijabilnosti osobina biotopa (sl. 21 A).

mulja. U okviru grupe C su izvori sa manjom varijabilnošću u sastavu supstrata, većim protokom, sadržajem makrofita, sedre i nižom temperaturom.

Rezultati SIMPER analize (tab. 18) ukazuju da je *Micropsectra* tip A karakteristična za grupe A i C. *Chironomus* je karakterističan za izvore grupe A, *Prodiamesa olivacea* pokazuje veću pripadnost grupi C, dok su *Paraphaeonocladus* tip A i *Brillia bifida* karakteristični za grupu B.

Tab. 18: Rezultati SIMPER analize za 26 izvora Cvrčke svrstanih u A, B i C grupu

Prosječna sličnost unutar grupe u %	Takson	Prosječna abundancija	Prosječna sličnost	Doprinos %	Kumulativno %
Grupa A: 20,00	<i>Mic A</i>	1,42	7,63	38,17	38,17
	<i>Chirono</i>	3,48	6,96	34,81	72,99
	<i>Proliv</i>	0,71	2,08	10,38	83,37
	<i>Paraph A</i>	0,29	1,25	6,27	89,64
	<i>Mic con</i>	0,49	0,77	3,86	93,50
Grupa B: 15,51	<i>Paraph A</i>	0,71	5,73	36,98	36,98
	<i>Br bif</i>	0,30	4,44	28,66	65,64
	<i>Mic A</i>	0,74	1,80	11,58	77,22
	<i>Zavrelin</i>	0,44	1,58	10,16	87,38
	<i>Rheeff</i>	0,20	1,11	7,17	94,55
Grupa C: 14,23	<i>Mic A</i>	1,31	4,91	34,52	34,52
	<i>Proliv</i>	0,86	4,10	28,83	63,35
	<i>Part ex</i>	0,46	2,08	14,60	77,96
	<i>Zavrelin</i>	0,70	2,05	14,41	92,37
Prosječna različitost između grupa: C i A=85,42%; C i B=89,36%; A i B=87,92%					

Na osnovu osobina zajednice hironomida izvore u kojima su pronađene (26 izvora) je moguće razvrstati u tri grupe (I, II i III) (sl. 21 B). Najveći broj izvora je sakupljen u grupu II, a dvije manje grupe su I i III. Četiri izvora (I 44, I 40, I 41 i I 20) nisu grupisane. PCA (sl. 21 B) pokazuje uslove sredine koji odgovaraju tako oformljenim grupama. Zajednice u izvorima koji pripadaju grupi I žive na sedrenom dnu. Vrste koje pripadaju grupi I izbjegavaju anoksični mulj. Alge i otpad nisu u korelaciji sa ovom grupom. Zajednice u izvorima koji pripadaju grupi II su pronađene na različitim tipovima podloge sa izraženom varijabilnošću u protoku, temperaturi, pokrovnosti makrofitama i sadržaju sedre. Vrste iz ove grupe jasno izbjegavaju otpad i alge. Vrste iz grupe III javljaju se uglavnom na osedrenom dnu, bez anoksičnog mulja i čini se da nemaju jasnu preferencu za protok, temperaturu, otpad, alge ili makrofite. Zajednice izvora koji nisu grupisani pokazuju veću povezanost sa algama i otpadom. Vrste iz ovih izvora preferiraju veći protok, nižu temperaturu i izbjegavaju staništa sa makrofitama.

Rezultati SIMPER analize (tab. 19) ukazuju da je grupisanje izvora na osnovu zajednica hironomida (I, II i III) mnogo bolje definisano, ima veću unutrašnju sličnost i veće razlike između grupa nego grupisanje na osnovu osobina staništa (A, B i C). *Brillia bifida* i *Rheocricotopus effusus* su karakteristični za grupu I, dok su *Micropsectra* tip A i *Prodiamesa olivacea* za grupu II. *Paraphaenocladus* tip A i *Zavreliomyia* su tipični za izvore iz grupe III, a *Chironomus* za izdvojene izvore, koji nisu grupisani.

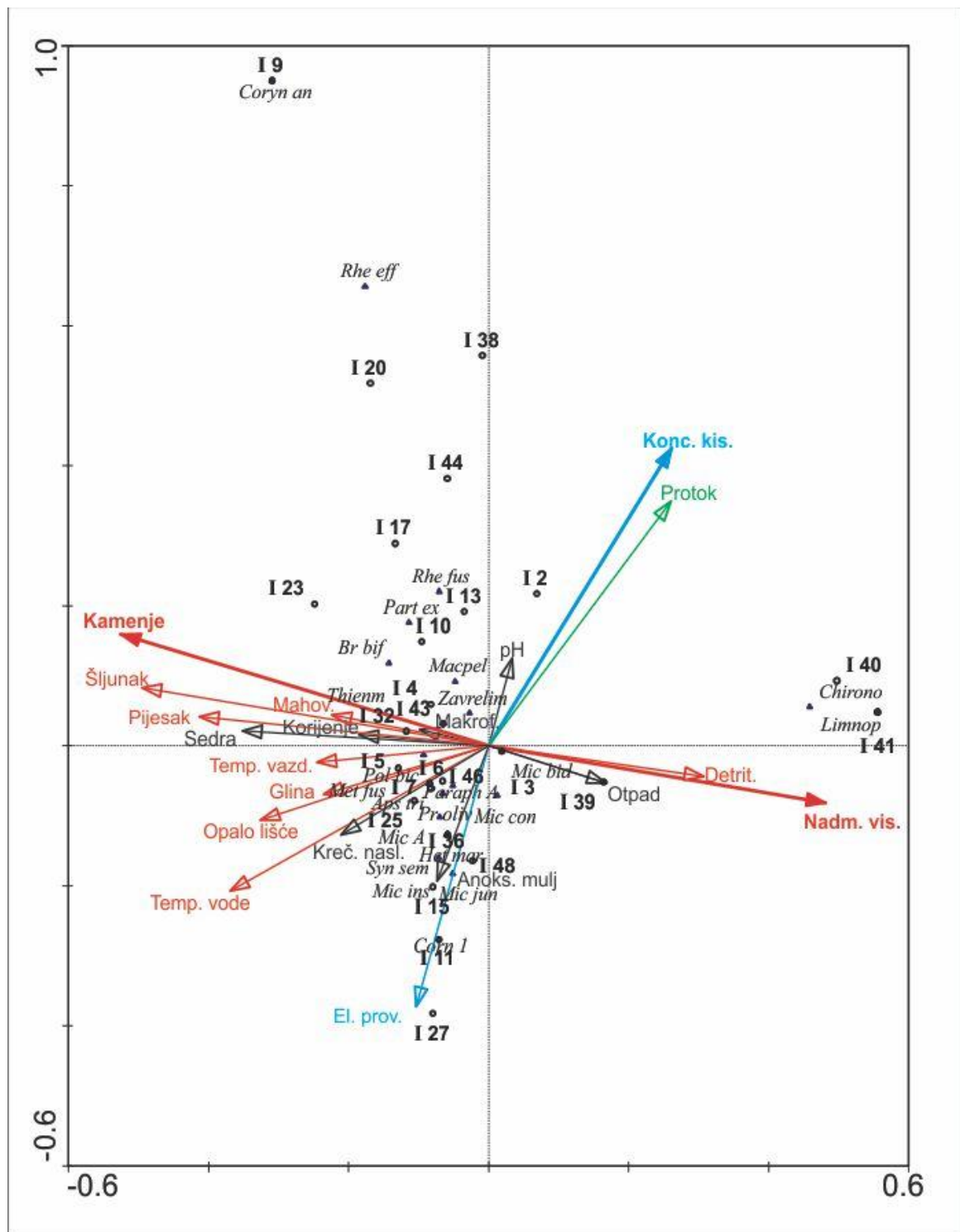
Tab. 19: Rezultati SIMPER analize za 26 izvora Cvrčke svrstanih u I, II i III grupu

Prosječna sličnost unutar grupe u %	Takson	Prosječna abundancija	Prosječna sličnost	Doprinos %	Kumulativno %
Grupa I: 34,55	<i>Br bif</i>	0,60	20,00	57,88	57,88
	<i>Rheeff</i>	0,68	14,55	42,12	100,00
Grupa II: 38,74	<i>Mic A</i>	2,43	24,04	62,06	62,06
	<i>Proliv</i>	1,14	7,84	20,23	82,29
	<i>Paraph A</i>	0,43	1,54	3,98	86,27
	<i>Part ex</i>	0,40	1,35	3,47	89,74
	<i>Mic ins</i>	0,37	1,03	2,65	92,40
	<i>Paraph A</i>	1,13	17,89	76,14	76,14
Grupa III: 23,49	<i>Zavreli</i>	0,84	5,60	23,86	100,00
	<i>Chirono</i>	5,49	12,52	100,00	100,00
Prosječna različitost između grupa: II i I=98,23%; III i I=97,24%; III i II=88,09%; Negrupisani i I; i II; i III=99,41%; 96,25%; 97,12%					

Primjenom ANOVA testa utvrđena je vrlo visoko statistički značajna razlika ($p=0,000$) za Šenonov indeks diverziteta između grupa I, II i III. Najveću srednju vrijednost Šenonovog indeksa diverziteta ima grupa II (1,19; SD: 0,35), najnižu grupa I (0,35; SD: 0,45), dok je između srednja vrijednost grupe III (0,53; SD: 0,30).

Rezultati CCA (sl. 22) prikazuju glavne trendove na relaciji Chironomidae – sredinski uslovi.

Prve dvije ose objašnjavaju 32,5% ove relacije. Dva sredinska faktora značajno utiču na zajednicu hironomida: kamenje (objašnjava 6,98% varijabilnosti; $p=0,012$) i nadmorska visina (objašnjava 7,34% varijabilnosti; $p=0,014$). Faktor sa sličnim nivoom značajnosti na zajednicu hironomida je koncentracija kiseonika (objašnjava 5,19% varijabilnosti; $p=0,011$). Deset faktora je asocirano sa prvom osom: nadmorska visina i detritus pozitivno, dok kamenje, mahovina, šljunak, pijesak, temperatura vazduha, glina, opalo lišće i temperatura vode negativno. Dva faktora su asocirana sa drugom osom: koncentracija kisenika pozitivno i konduktivitet negativno. Protok je asociran sa prvom i drugom osom pozitivno.



Iako je većina faktora sredine, uključujući one statistički značajne, asocirana sa prvom osom, oni razlikuju samo zajednice izvora 40 i 41 od izvora koji nisu grupisani i taksona *Chironomus* i *Limnophyes* od svih ostalih zajednica izvora i vrsta. *Chironomus* i *Limnophyes* se obično pojavljuju u izvorima na većim nadmorskim visinama, a čije je dno

bogato detritusom. Prema rezultatima CCA svi ostali taksoni su više asocirani sa manjom nadmorskom visinom sa mineralnim dnom, uključujući kamenje, opalo lišće i mahovinu. Ovi taksoni su pronađeni na višim temperaturama. Mnogo veća varijabilnost je pronađena za taksone i zajednice prema koncentraciji kiseonika i konduktivitetu. Druga osa razdvaja zajednice grupe I, koje su asocirane sa višom koncentracijom kiseonika i nižim konduktivitetom, od grupe II, koja je sa višim konduktivitetom i nižom koncentracijom kiseonika. Grupa III i izvori koji nisu grupisani pokazuju intermedijarne uslove koncentracije kiseonika i konduktiviteta u odnosu na grupe I i II.

6.2.2. Makrozoobentos eukrenona reokrenih izvora⁵

Makrozoobentos ekrenona 35 reokrenih izvora sliva rijeke Cvrcke čini 90 taksona (tab. 20), od kojih oko dvije trećine pripadaju insektima čiji su adulti letači koji napuštaju vodenu sredinu. Među predstavnicima makrozoobentosa eukrenona reokrenih izvora sliva rijeke Cvrcke su oni taksoni koji naseljavaju krenal i ritral (43% taksona), samo ritral (37% taksona) i isključivo krenal vodotoka (20% taksona). U nekim izvorima nisu pronađeni taksoni koji su isključivo vezani za krenal (tab. 21). Najveće procentualno učešće taksona makrozoobentosa, 50% taksona, koji naseljavaju isključivo krenal, ima izvor I 33. Među njima su i dvije vrste, najvjerovatnije endemične za izvore sliva rijeke Cvrcke, Hirudinea vrste *Dina sketi* Grosser & Pešić, 2014 i Gastropoda vrste *Belgrandiella bozidarcucici* Glöer & Pešić, 2014. Najmanji broj taksona makrozoobentosa je pronađen u izvoru I 28, samo jedna vrsta amfipodnih račića, *Gammarus fossarum* Koch, 1836, a najveći broj taksona makrozoobentosa (28 taksona) je pronađen u izvoru I 10, za koji je utvrđena i najveća vrijednost Šenonovog indeksa diverziteta (tab. 13).

⁵ Poslan u časopis: Von Fumetti, S., Dmitrović, D., Pešić, V. The influence of flooding and river connectivity on macroinvertebrate assemblages in rheocene springs along a third-order river. Fundamental and Applied Limnology.

Tab. 20: Spisak taksona makrozoobentosa koji su sakupljeni u eukrenonu 35 reokrenih izvora sliva rijeke Cvrčke

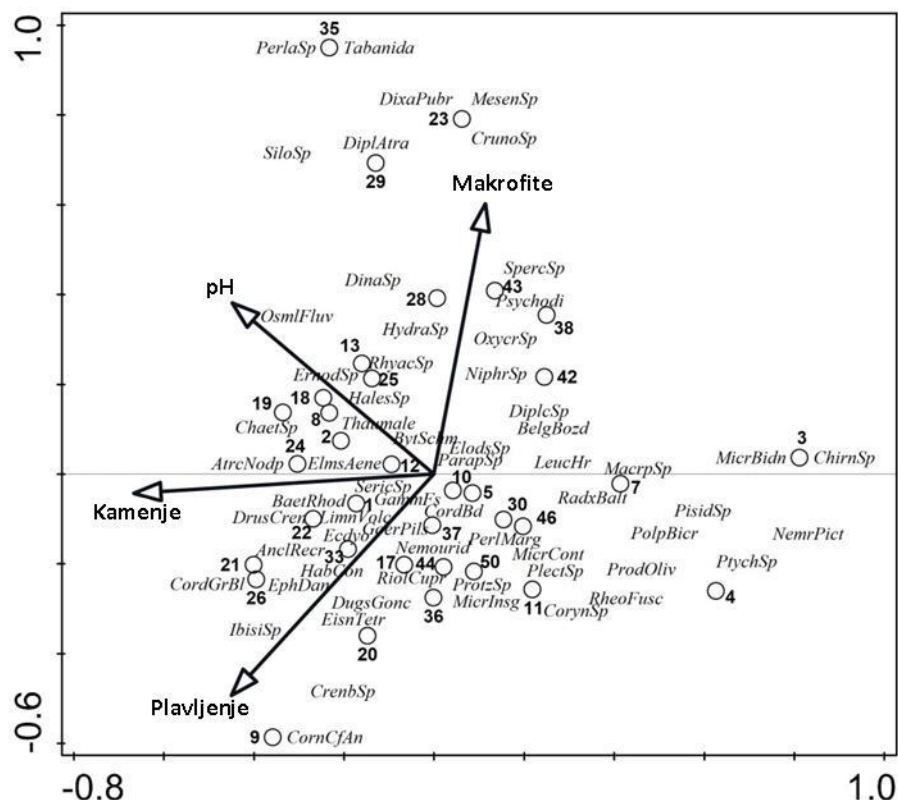
Takson	Skraćenica	Takson	Skraćenica
<i>Crenobia</i> sp.	<i>CrenbSp</i>	<i>Diplectrona atra</i> McLachlan, 1878, larve	<i>DiplAtra</i>
<i>Dugesia gonocephala</i> (Dugès, 1830)	<i>DugsGonc</i>	<i>Plectrocnemia</i> sp., larve	<i>PlectSp</i>
<i>Bythinella schmidtii</i> (Küster, 1852)	<i>BytSchm</i>	<i>Rhyacophila</i> sp., larve	<i>RhyacSp</i>
<i>Belgrandiella bozidarcicici</i> Glöer & Pešić, 2014	<i>BelgBozd</i>	<i>Goera pilosa</i> (Fabricius, 1775), larve	<i>GoerPils</i>
<i>Radix balthica</i> (Linnaeus, 1758)	<i>RadxBalt</i>	<i>Silo</i> sp., larve	<i>SiloSp</i>
<i>Ancylus recurvus</i> Martens, 1873	<i>AnclRecr</i>	<i>Drusus crenophylax</i> Graf & Vitecek, 2015, larve	<i>DrusCren</i>
<i>Pisidium</i> sp.	<i>PisidSp</i>	<i>Chaetopteryx</i> sp., larve	<i>ChaetSp</i>
<i>Gordius aquaticus</i> Linné, 1758	<i>GordAq</i>	<i>Halesus</i> sp., larve	<i>HalesSp</i>
<i>Lumbriculus variegatus</i> (Müller, 1774)	<i>LumbVar</i>	<i>Potamophylax</i> sp., larve	<i>PotmSp</i>
<i>Mesenchytraeus</i> sp.	<i>MesenSp</i>	<i>Crunoecia</i> sp., larve	<i>CrunoSp</i>
<i>Henlea</i> sp.	<i>HenlSp</i>	<i>Ernodes</i> sp., larve	<i>ErnodSp</i>
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> Claparède, 1862	<i>LimnHoff</i>	<i>Sericostoma</i> sp., larve	<i>SericSp</i>
<i>Eiseniella tetraedra</i> (Savigny, 1826)	<i>EisnTetr</i>	<i>Tipula</i> sp., larve	<i>TipulSp</i>
<i>Trocheta dalmatina</i> Sket, 1968	<i>TrocDal</i>	<i>Prinocera</i> sp., larva	<i>PrinSp</i>
<i>Dina sketi</i> Grosser & Pešić, 2014	<i>DinSket</i>	<i>Eleoophila</i> sp., larva	<i>EleoSp</i>
<i>Dina</i> sp.	<i>DinaSp</i>	Psychodidae, larve	<i>Psychodi</i>
<i>Protzia</i> sp.	<i>ProtzSp</i>	<i>Dixa</i> sp., larve	<i>DixaSp</i>
<i>Sperchon</i> sp.	<i>SpercSp</i>	<i>Dixa puberula</i> Loew, 1843, larve	<i>DixaPubr</i>
<i>Atractides nodipalpis</i> Thor, 1899	<i>AtrcNodp</i>	Thaumaleidae, larve	<i>Thaumale</i>
<i>Gammarus fossarum</i> Koch, 1836	<i>GammFs</i>	Ptychoptera sp., larve	<i>PtychSp</i>
<i>Niphargus</i> sp.	<i>NiphrSp</i>	Ceratopogonidae, larve	<i>CertPog</i>
<i>Baetis rhodani</i> (Pictet, 1843)	<i>BaetRhod</i>	<i>Apsectrotanypus trifascipennis</i> (Zetterstedt, 1838), larva	<i>ApseTrif</i>
<i>Ecdyonurus</i> sp.	<i>Ecdyo</i>	<i>Macropelopia</i> sp., larve	<i>MacrSp</i>
<i>Electrogena</i> sp.	<i>ElektSp</i>	<i>Zavrelimyia</i> sp., larve	<i>ZavrSp</i>
<i>Habroleptoides confusa</i> Sartori & Jacob, 1986	<i>HabCon</i>	<i>Prodiamesa olivacea</i> (Meigen, 1818), larve	<i>ProdOliv</i>
<i>Ephemera danica</i> Müller, 1764	<i>EphDan</i>	<i>Brillia bifida</i> (Kieffer, 1909), larve	<i>BrilBifd</i>
<i>Caenis</i> sp.	<i>CaenSp</i>	<i>Corynoneura</i> sp. 1, larva	<i>CorynSp</i>
<i>Cordulegaster</i> gr. <i>boltoni</i>	<i>CordGrbl</i>	<i>Corynoneura</i> cf. <i>Antennalis</i> , larva	<i>CornCfAn</i>
<i>Cordulegaster</i> gr. <i>bidentatus</i>	<i>CordBd</i>	<i>Heterotrissocladius marcidus</i> – tip, larva	<i>HetrMarc</i>
<i>Perla marginata/pallida</i>	<i>PerlMarg</i>	<i>Metriocnemus fuscipes</i> – tip, larva	<i>MetrFusc</i>
<i>Perla</i> sp.	<i>PerlaSp</i>	<i>Paraphaenocladius</i> sp. A, larve	<i>ParapSp</i>
Nemouridae	<i>Nemourid</i>	<i>Paratrissocladius excerptus</i> (Walker, 1856), larve	<i>ParaExc</i>
<i>Nemurella pictetii</i> Klapálek, 1900	<i>NemrPict</i>	<i>Rheocricotopus effusus</i> – tip, larve	<i>RheoEffs</i>
<i>Leuctra</i> cf. <i>hirsuta</i>	<i>LeucHr</i>	<i>Rheocricotopus fuscipes</i> – tip, larve	<i>RheoFusc</i>
<i>Micronecta</i> sp., larve	<i>MicrnSp</i>	<i>Synorthocladius semivirens</i> (Kieffer, 1909), larva	<i>SynoSemi</i>
<i>Sialis</i> sp., larva	<i>SialSp</i>	<i>Thienemannia</i> sp., larva	<i>ThinSp</i>
<i>Osmylus fluvicephalus</i> (Scopoli, 1763), larve	<i>OsmlFluv</i>	<i>Chironomus</i> sp., larve	<i>ChirnSp</i>
<i>Hygrotus</i> sp., adult	<i>HygrSp</i>	<i>Polypedilum bicrenotum</i> – tip, larve	<i>PolpBicr</i>
<i>Hydraena</i> sp., adulti	<i>HydraSp</i>	<i>Micropsectra</i> type A, larve	<i>MicrTya</i>
<i>Anacaena</i> sp., adulti	<i>AnacSp</i>	<i>Micropsectra bidentata</i> – tip, larva	<i>MicrBidn</i>
<i>Elmis aenea</i> (Müller, 1806), larve i adulti	<i>ElmsAene</i>	<i>Micropsectra contracta</i> – tip, larve	<i>MicrCont</i>
<i>Limnius volckmari</i> (Panzer, 1793), larva i adulti	<i>LimnVolc</i>	<i>Micropsectra insignilobus</i> – tip, larve	<i>MicrInsg</i>
<i>Riolus cupreus</i> (Müller, 1806), larve i adulti	<i>RiolCupr</i>	Tabanidae, larve	<i>Tabanida</i>
<i>Elodes</i> sp., larve	<i>ElodsSp</i>	<i>Ibisia</i> sp., larve	<i>IbisiSp</i>
<i>Diplectrona</i> sp., larve	<i>DiplcSp</i>	<i>Oxycera</i> sp., larve	<i>OxycrSp</i>

Tab. 21: Učešće taksona krenala i ritrala u makrozoobentosu eukrenona 35 reokrenih izvora sliva rijeke Cvrčke

Oznaka izvora	Učešće taksona ritrala (%)	Učešće taksona krenala (%)	Oznaka izvora	Učešće taksona ritrala (%)	Učešće taksona krenala (%)
I 1	100,0	0,0	I 23	66,7	33,3
I 2	66,0	33,3	I 24	83,3	16,7
I 3	53,3	40,0	I 25	70,0	30,0
I 4	71,4	28,6	I 26	100,0	0,0
I 5	90,0	10,0	I 28	100,0	0,0
I 7	80,0	20,0	I 29	63,6	27,3
I 8	77,8	22,2	I 30	66,7	33,3
I 9	85,7	14,3	I 33	50,0	50,0
I 10	89,3	14,3	I 35	87,5	12,5
I 11	100,0	0,0	I 36	100,0	0,0
I 12	70,0	30,0	I 37	75,0	25,0
I 13	77,8	22,2	I 38	66,7	33,3
I 17	100,0	0,0	I 42	80,0	20,0
I 18	72,7	27,3	I 43	60,0	40,0
I 19	88,9	11,1	I 44	77,8	22,2
I 20	100,0	0,0	I 46	88,2	5,9
I 21	100,0	0,0	I 50	75,0	25,0
I 22	100,0	0,0			

Rezultati CCA analize (sl. 23) pokazuju da svi sredinski faktori zajedno objašnjavaju 38,9% varijabilnosti. Četiri sredinska faktora (kamenje, plavljenje, makrofite i pH vrijednost) značajno utiču ($p < 0,05$) na strukturu makrozoobentosa eukrenona reokrenih izvora sliva rijeke Cvrčke i objašnjavaju 17,3% varijabilnosti. Prve četiri korespondentne ose objašnjavaju 21,7% varijabilnosti taksona na nivou statističke značajnosti od $p = 0,002$. Kanonijska korespondentna analiza razdvaja izvore primarno na osnovu prisustva makrofita i kamenja, pH vrijednosti i mogućeg povremenog plavljenja izvora, pri čemu je kameniti supstrat karakterističan za povremeno plavljene izvore.

Uočava se povezanost taksona makrozoobentosa sa određenim izvorima. Tako, *Diplectrona atra* McLachlan, 1878 i *Crunoecia* sp. su prisutne u izvorima za koje su karakteristične makrofite. Ove vrste Trichoptera naseljavaju isključivo krenal. U plavljenim izvorima su prisutni mnogi taksoni koji žive u zoni ritrala, kao što su vodeni cvjetovi vrste *Baetis rhodani* (Pictet, 1843) i *Ecdyonurus* sp., kao i tvrdokrilci iz familije Elmidae. Novoopisana vrsta Trichoptera *Drusus crenophylax* Graf & Vitecek, 2015 je prisutna u pet izvora koji imaju dominantno kameniti supstrat.



Sl. 23: Kanonijska korespondentna analiza makrozoobentosa eukrenona 35 reokrenih izvora sliva rijeke Cvrčke

Najveća sličnost makrozoobentosa nije pronađena između susjednih izvora (tab. 22). Sličnost naselja makrozoobentosa preko 50% je pronađena samo za 21 poređeni par izvora. Najveća sličnost u naselju makrozoobentosa je pronađena između izvora I 50 i I 42 (65,9%), koji su međusobno udaljeni oko sedam kilometara. Analiza odnosa (RELATE procedura) pokazuje da distribucija taksona makrozoobentosa eukrenona reokrenih izvora sliva rijeke Cvrčke nije rezultat međusobnih prostornih odnosa izvora i da naselje makrozoobentosa susjednih izvora nije sličnije u odnosu na naselje makrozoobentosa prostorno udaljenijih izvora ($p=0,064$). Distribucija taksona makrozoobentosa je značajno korelisana sa osobinama supstrata izvora ($p=0,003$).

Tab. 22: Sličnost makrozoobentosa eukrenona reokrenih izvora sliva rijeke Cvrčke

[illegible]

6.3. Makrozoobentos eukrenona i hipokrenona izvora koji su praćeni sezonski⁶

U izvorima sliva rijeke Cvrčke koji su praćeni sezonski i po zonama (reokreni - I 3, reopsamokreni - I 31 i kaptirani - I 6) sakupljene su ukupno 1162 jedinke iz 75 taksona (59 taksona u eukrenonu i 61 takson u hipokrenonu) (tab. 23).

Predstavnici Diptera su najabundantniji i čine 30% od ukupnog broja sakupljenih jedinki. Na drugom mjestu su rakovi iz reda Amphipoda sa 23% i larve insekata iz reda Trichoptera sa 14%. Najveći broj taksona je pronađen u izvoru I 3 (48 taksona: 38 u eukrenonu i 35 u hipokrenonu). Na drugom mjestu je izvor I 6 (42 taksona: 28 u eukrenonu i 34 u hipokrenonu), a na trećem izvor I 31 (32 taksona: 20 u eukrenonu i 24 u hipokrenonu). Deset taksona je pronađeno samo u eukrenonu, a 11 samo u hipokrenonu.

Rezultati deskriptivne statistike su predstavljeni grafički (sl. 24). Primjenom ANOVA testa je pronađena statistički značajna razlika između izvora na osnovu naselja makrozoobentosa ($p=0,001$). Post hoc test (LSD) pokazuje da se izvor I 3 statistički značajno razlikuje od izvora I 31 ($p<0,001$) i izvora I 6 ($p=0,001$). Primjenom istog testa nije pronađena statistički značajna razlika između izvora na osnovu broja sakupljenih jedinki ($p=0,091$).

Vrijednost Šenonovog indeksa diverziteta se kreće od 1,84 do 4,05 (tab. 23). Objedinjavanjem podataka za sve uzorke makrozoobentosa eukrenona i hipokrenona, bez obzira na sezonu, dobijne su sljedeće vrijednosti Šenonovog indeksa diverziteta: I 3 (eukrenon 2,87: hipokrenon 3,02), I 31 (eukrenon 2,12: hipokrenon 2,48) i I 6 (eukrenon 2,46: hipokrenon 2,63). Veća vrijednost je pronađena za hipokrenon sva tri izvora u odnosu na eukrenon, ali bez statistički značajne razlike ($p=0,541$).

Poređenjem parova uzoraka makrozoobentosa izvora primjenom Žakardovog indeksa sličnosti uočava se veća sličnost makrozoobentosa unutar različitih zona istog izvora nego između izvora različitog tipa. Poređenje sličnosti makrozoobentosa eukrenona i hipokrenona istog izvora po sezonama ukazuje na manju sličnost (tab. 24).

⁶ Objavljeno u: Pešić, V., Dmitrović, D., Savić, A., Von Fumetti, S. (2016): Studies on eucrenal-hypocrenal zonation of springs along the river mainstream: A case study of a karst canyon in Bosnia and Herzegovina. *Biologia*, 71(7): 809-817.

Rezultati NMDS analize (sl. 25), koja uključuje sve sakupljene predstavnike makrozoobentosa eukrenona i hipokrenona iz sva tri izvora (I 3, I 6 i I 31) i četiri sezone, pokazuje jasan trend grupisanja uzoraka makrozoobentosa koji pripadaju istom izvoru, pri čemu su izvori I 6 i I 31 bliži međusobno. Svaka od tih grupa uključuje i podgrupe koje se odnose na eukrenon i hipokrenon istog izvora u okviru iste sezone. Međutim, primjenom ANOSIM procedure utvrđeno je da nema statistički značajne razlike između eukrenona i hipokrenona ovih izvora ($p=0,258$).

⁷U izvorima čije je stanje makrozoobentosa praćeno sezonski (izvori I 3, I 6 i I 31) sakupljeno je 140 jedinki iz 15 taksona Diptera iz familije Chironomidae, uključujući larve i jednu košuljicu lutke. Chironomidae su pronađene u 16 ili oko 67% od ukupno 24 uzorka makrozoobentosa. Broj taksona po uzorku se kretao od jedan do pet. U samo jednom od uzoraka (e3103) je pronađeno više od 20 jedinki. Najfrekventniji i najabundantniji takson je *Prodiamesa olivacea* (prisutan u osam uzoraka ili 50% od ukupno 16 uzoraka sa hironomidama) sa 36 sakupljenih jedinki.

Analizirani faktori sredine ne pokazuju jasno razdvajanje eukrenala od hipokrenala. PCA ukazuje da eukrenal ima nešto veću vrijednost temperature i pokrovnosti makrofitama, dok hipokrenal ima veću vrijednost koncentracije kiseonika, opalih grančica i pijeska.

Prema strukturi zajednice Diptera iz familije Chironomidae, eukrenon i hipokrenon se jasno razlikuju na osnovu rezultata NMDS analize (sl. 26). Eukrenon tri izvora u različitim sezonama je mnogo kompaktnije grupisan u odnosu na hipokrenon.

⁷ Objavljeno u: Płóciennik, M., Dmitrović, D., Pešić, V., Gadawski, P. (2016): Ecological patterns of Chironomidae assemblages in Dinaric karst springs. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 417(11): 1-19.

Tab. 23: Makrozoobentos eukrenona i hipokrenona reokrenog (I 3), reopsamokrenog (I 31) i kaptiranog izvora (I 6) sliva rijeke Cvrčke po sezonama

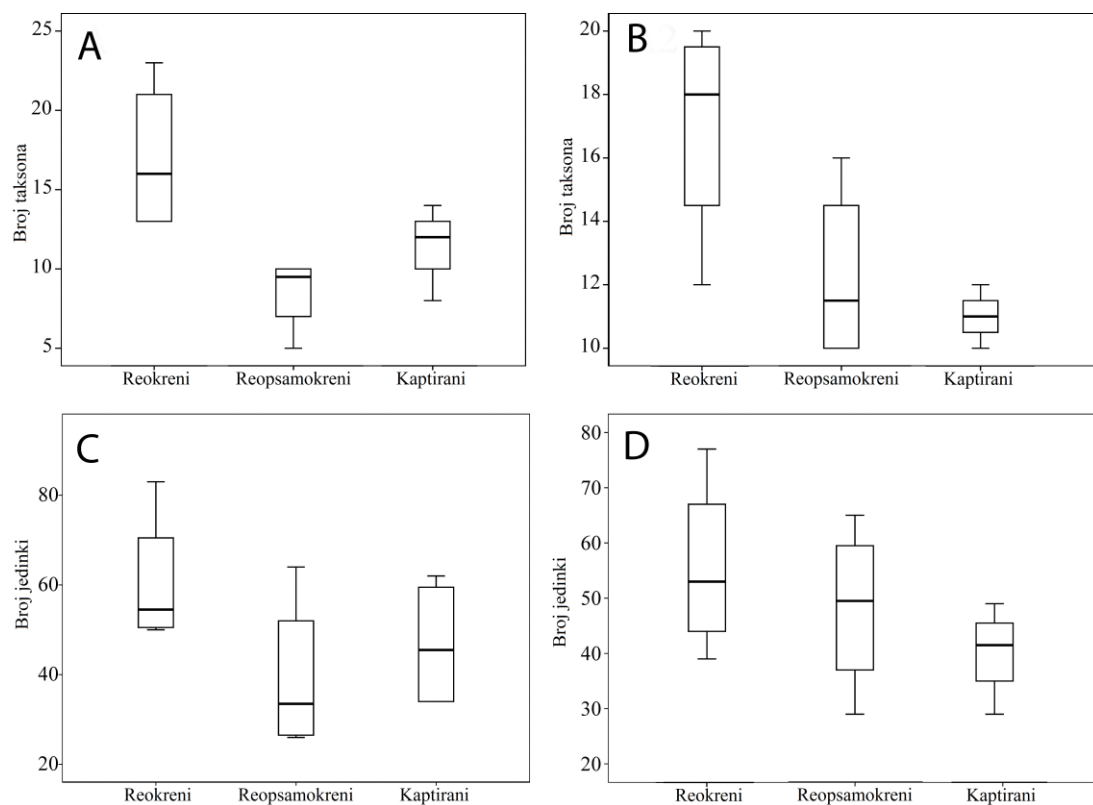
TAKSON	I 3								I 31								I 6							
	e3103	h3103	e3106	h3106	e3148	h3148	e3249	h3249	e31103	h31103	e31106	h31106	e31148	h31148	e31249	h31249	e6103	h6103	e6106	h6106	e6148	h6148	e6249	h6249
GASTROPODA																								
<i>Bythinella schmidtii</i> (Küster, 1852)	2	11		3		5		9	1	1	3	1	5	2	10	5		2			2		5	
<i>Belgrandiella bozidarcucici</i> Glöer & Pešić, 2014				4		1	1																	
<i>Radix balthica</i> (Linnaeus, 1758)	3	1	8	2	5	1	7	9																
BIVALVIA																								
<i>Pisidium</i> sp.	6	13	22	4	13	1	14	7																
OLIGOCHAETA																								
<i>Tubifex ignotus</i> (Stolc, 1886)																							1	1
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> Claparède, 1862								4										3	6					
<i>Rhyacodrilus falciformis</i> Bretscher, 1901									1															
<i>Mesenchytraeus</i> sp.															1	1								
<i>Lumbriculus variegatus</i> (Müller, 1774)						2			4	1	2	1			5	2								
<i>Eiseniella tetraedra</i> (Savigny, 1826)				1	2	3	1	2											1					
HIRUDINEA																								
<i>Dina sketi</i> Grosser & Pešić, 2014																			1					
<i>Dina</i> sp.																							1	
<i>Trocheta</i> sp.																			1	1				
HYDRACHNIDIA																								
<i>Protzia squamosa</i> Walter, 1908										4						3								
<i>Partunium steinmanni</i> Walter, 1906												1												
AMPHIPODA																								
<i>Gammarus fossarum</i> Koch, 1836									8	10	3	11	20	22	35	21	8		12	13	23	13	20	22
<i>Niphargus</i> sp.	4		4	1	2		4		5		2						2		1					
EPHEMEROPTERA																								
<i>Baetis rhodani</i> (Pictet, 1843)			1								1									2	1			
<i>Ecdyonurus</i> sp.												1						8	2	7	4	3		2
<i>Habrophlebia lauta</i> Eaton, 1884																		4						
ODONATA																								
<i>Cordulegaster bidentatus</i> Selys, 1843			1	5	2	7	3	4		1	1	2		5		2				1	1	2	1	2
PLECOPTERA																								
<i>Perla marginata/pallida</i>																			1	9	3			
<i>Perla</i> sp.																		1					1	
<i>Nemoura</i> sp.								1		11								1						
<i>Nemurella pictetii</i> Klapálek, 1900	1				8		2																	

<i>Leuctra hirsuta</i> Bogoescu & Tabacaru, 1960						3													2				
<i>Leuctra</i> cf. <i>hirsuta</i>																					1		
<i>Leuctra</i> sp.																						1	
NEUROPTERA																							
<i>Osmylus fluvicephalus</i> (Scopoli, 1763), larva																							1
COLEOPTERA																							
<i>Anacaena</i> sp., adult							1																
<i>Elodes</i> sp., larve	1	1				3	11	4								1							
TRICHOPTERA																							
<i>Diplectrona</i> sp., larve						1		1															
<i>Plectrocnemia</i> sp., larve	1	1		1			1			2		1			1			2	2	1	1		1
<i>Tinodes</i> sp., larva																				1			
<i>Wormaldia</i> sp., larve	2	4				2		5		8		1		1									
<i>Rhyacophila laevis</i> Pictet, 1834, larve		4																					
<i>Rhyacophila</i> sp., larve						1								1						1			
Limnephilidae, larve												2						2			2	1	
<i>Chaetopteryx</i> sp., larve	1		1														5	3	1		7		
<i>Halesus</i> sp., larva																							1
<i>Micropterna</i> sp., lutka																			1				
<i>Potamophylax</i> sp., larve	1					4		2		1		1					5			1			
<i>Potamophylax nigricornis</i> (Pictet, 1834), larva																		1					
<i>Crunoecia</i> sp., larve	1	3				1				1	2	6	1	4	4		4						
<i>Adicella</i> sp., larve												2											
<i>Beraea</i> sp., larve	1			2			1	1															
<i>Ernodes</i> sp., larve		13				2	1	3		3	4		2				9						
DIPTERA																							
<i>Tipula</i> sp., larve			1			1		1			2					4							
<i>Eloeophila</i> sp., larve					1		1							1									
<i>Pseudolimnophila</i> sp., larve				2			3																
<i>Scleroprocta</i> sp., larva											1												
<i>Dicranota</i> sp., larve													10	5	2								
<i>Pedicia</i> sp., larva															1								
Psychodidae, larve				1	1						1				1								
<i>Dixa</i> sp., larve				1	1		2	1	1	5				1		4							1
<i>Ptychoptera</i> sp., larve			1		4	4	15	14													2		
Ceratopogonidae, larve		3	1	2			1	3		1								1					
<i>Apsectrotanypus trifascipennis</i> (Zetterstedt, 1838)			4				2														1	1	
<i>Macropelopia</i> sp., larve				1	2																		
<i>Zavreliomyia</i> sp., larva																			1				
<i>Prodiamesa olivacea</i> (Meigen, 1818), larve			1		5		1										5				4	9	9
<i>Brillia bifida</i> (Kieffer, 1909), larva												1											
<i>Parametriocnemus stylatus</i> – tip, larva	1																						
<i>Paraphaenocladus</i> sp. tip A, larve		1							3	6								1					
<i>Paratrissocladius</i> sp. larve							2																

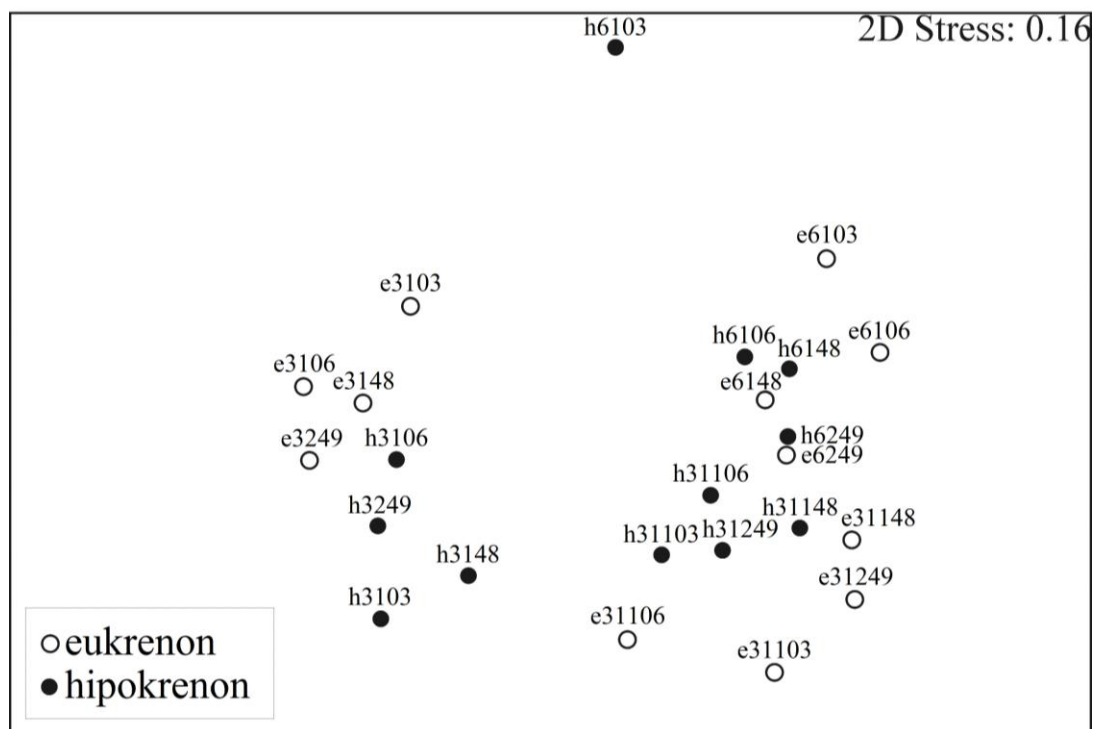
<i>Rheocricotopus effusus</i> – tip, larve				1			1										2							
<i>Tanytarsus nemorosus</i> – tip, larva				1																				
<i>Micropsectra</i> tip A, larve	3															7				7	4	10	4	
<i>Micropsectra bidentata</i> (Goetghebuer, 1921), lut.	1															1		1						
<i>Micropsectra contracta</i> – tip, larve	5															1		3		1	2			
<i>Micropsectra insignilobus</i> – tip, larve				1			1																	
<i>Chironomus</i> sp., larve	19		1																					
Tabanidae, larve	1			1																				
<i>Ibisia</i> sp., larve	4	2	4	4	5	6	7	6		5	5	5		2		6				9	5	4	6	5
<i>Oxycera</i> sp., larve				1		1																		
UKUPNO JEDINKI	58	57	50	39	51	49	83	77	27	65	26	29	40	45	64	54	34	29	34	49	62	41	57	42
UKUPNO TAKSONA	19	12	13	20	13	19	23	18	9	17	10	13	5	10	10	10	8	12	13	13	14	10	12	11
ŠENONOV INDEKS DIVERZITETA	3,49	2,99	2,72	4,05	3,26	3,92	3,79	3,74	2,79	3,62	3,06	3,01	1,84	2,48	2,21	2,71	2,72	3,22	3,05	2,99	3,06	2,84	2,76	2,45

Tab. 24: Sličnost makrozoobentosa eukrenona (eu) i hipokrenona (hi) reokrenog (I 3), reopsamokrenog (I 31) i kaptiranog izvora (I 6) sliva rijeke Cvrčke po sezonama: proljeće (p), ljeto (lj), jesen (j) i zima (z)

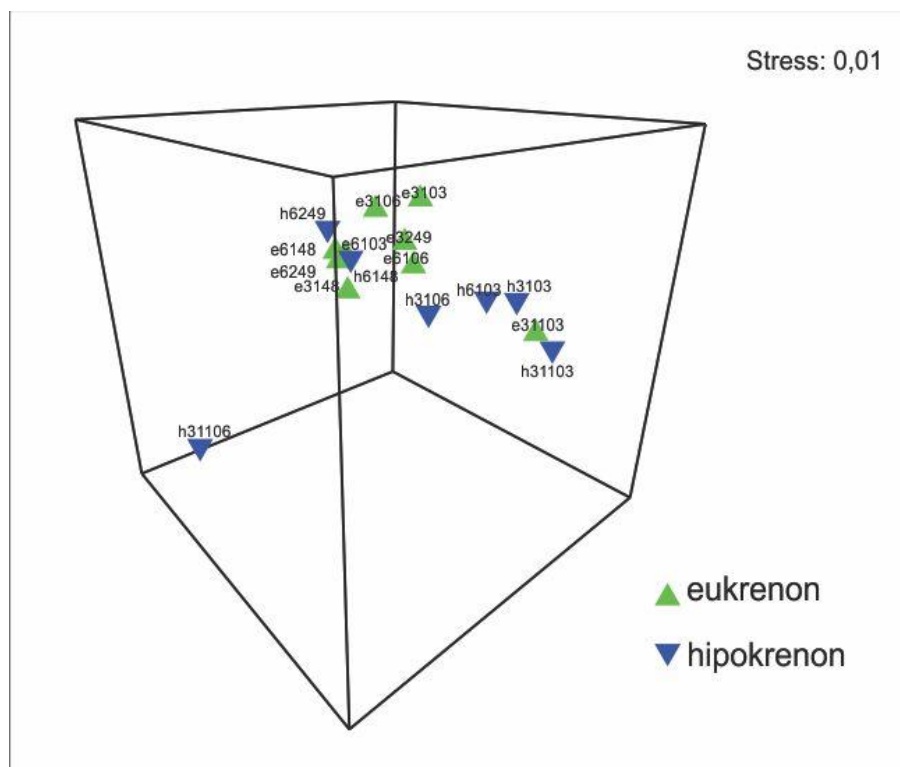
Parovi uzoraka makrozoobentosa koji se porede	Vrijednost Žakardovog indeksa	Parovi uzoraka makrozoobentosa koji se porede	Vrijednost Žakardovog indeksa	Parovi uzoraka makrozoobentosa koji se porede	Vrijednost Žakardovog indeksa	Parovi uzoraka makrozoobentosa koji se porede	Vrijednost Žakardovog indeksa	Parovi uzoraka makrozoobentosa koji se porede	Vrijednost Žakardovog indeksa
I 3 x I 31	0,328	I 3_{eu} x I 3_{hi}	0,532	I 3_{eu p} x I 3_{hi p}	0,348	I 31_{eu p} x I 31_{hi p}	0,389	I 6_{eu p} x I 6_{hi p}	0,056
I 3 x I 6	0,344	I 31_{eu} x I 31_{hi}	0,433	I 3_{eu lj} x I 3_{hi lj}	0,222	I 31_{eu lj} x I 31_{hi lj}	0,353	I 6_{eu lj} x I 6_{hi lj}	0,200
I 31 x I 6	0,255	I 6_{eu} x I 6_{hi}	0,462	I 3_{eu j} x I 3_{hi j}	0,231	I 31_{eu j} x I 31_{hi j}	0,364	I 6_{eu j} x I 6_{hi j}	0,412
				I 3_{eu z} x I 3_{hi z}	0,379	I 31_{eu z} x I 31_{hi z}	0,250	I 6_{eu z} x I 6_{hi z}	0,353



Sl. 24: Broj taksona i jedinki u eukrenalu (A i C) i hipokrenalu (B i D) izvora I 3, I 6 i I 31



Sl. 25: NMDS analiza makrozoobentosa izvora I 3, I 6 i I 31 po zonama i sezonama



Sl. 26: Rezultati NMDS analize izvora sliva Cvrčke na osnovu zajednice Chironomida

⁸*Prodiamesa olivacea* i *Paraphaenocladus* tip A razdvajaju eukrenon od hipokrenona, dok *Micropsectra* tip A podjednako naseljava oba tipa staništa (tab. 25).

Tab. 25: Rezultati SIMPER analize za eukrenon i hipokrenon

Prosječna sličnost unutar grupe u %	Takson	Prosječna sličnost	Doprinos %	Kumulativno %
Grupa eukrenon: 17,30	<i>Proliv</i>	8,70	50,31	50,31
	<i>Mic A</i>	4,99	28,84	79,15
	<i>Mic con</i>	1,59	9,18	88,33
	<i>Aps tri</i>	1,27	7,37	95,70
Grupa hipokrenon: 8,76	<i>Paraph A</i>	4,80	54,81	54,81
	<i>Mic A</i>	1,73	19,77	74,58
	<i>Rhe eff</i>	1,36	15,54	90,11
Prosječna različitost između eukrenona i hipokrenona=87,20%				

Zone se ne razlikuju jasno u pogledu biodiverziteta. Eukrenon pokazuje veću abundanciju larvi. Primjenom t testa nije pronađena statistički značajna razlika između srednjih vrijednosti Šenonovog indeksa između eukrenona i hipokrenona ($p=0,250$).

⁸ Objavljeno u: Płóciennik, M., Dmitrović, D., Pešić, V., Gadawski, P. (2016): Ecological patterns of Chironomidae assemblages in Dinaric karst springs. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 417(11): 1-19.

7.0. DISKUSIJA

7.1. Makrozoobentos eukrenona sliva rijeke Cvrcke

Ovim istraživanjem je obuhvaćeno naselje makrozoobentosa eukrenona 50 izvora sliva rijeke Cvrcke. Najveći broj izvora pripada reokrenom tipu, 35 izvora, pa su oni detaljnije analizirani sa aspekta svojstava njihovog biotopa, kao i naselja njihovog makrozoobentosa. Analizirano je sedam reopsamokrenih izvora i osam kaptiranih.

Makrozoobentos izvora sliva rijeke Cvrcke je slabo istražen. Jedino su Vilenska vrela bila predmet ranijih zoobentoloških istraživanja, sa devet pronađenih taksona u julu 2007. godine i 14 taksona u aprilu 2009. godine. (Filipović i sar., 2009). Međutim, ovim istraživanjem, u kome su Vilenska vrela označena kao izvor I 8, je potvrđeno prisustvo svega tri taksona (Ephemeroptera, *Baetis* sp., *Elmis aenea*) u odnosu na pomenuti rad Filipovića i sar. (2009), što se može dovesti u vezu sa smjenom fenofaza organizama i vremenom uzorkovanja makrozoobentosa za potrebe ovog rada, septembar 2012. godine.

Vilenska vrela su snažan reokreni kraški izvor nenarušenih svojstava od strane antropogenog faktora. Stanište su novoopisanih vrsta beskičmenjaka, članova zajednice makrozoobentosa, puževa vrste *Belgrandiella bozidarcucici* Glöer & Pešić, 2014, pijavica vrste *Dina sketi* Grosser & Pešić, 2014 i trihoptera vrste *Drusus crenophylax* Graf & Vitecek, 2015. Postoji mogućnost da su sve tri vrste endemi izvora sliva rijeke Cvrcke, stenoendemi, a samo u izvoru I 8 su pronađene zajedno. Jedan od mogućih razloga je veliki protok vode Vilenskih vrela, preko 20 l/min, što obezbjeđuje uži opseg variranja ostalih ekoloških faktora tokom godine, prije svega temperature vode, koja je pozitivno korelisana sa temperaturom vazduha iznad izvora, ali negativno sa protokom. To je mogući razlog registrovanja relativno visokih temperatura vode u nekim izvorima sliva rijeke Cvrcke, pri čemu je maksimalna izmjerena temperatura vode 17,1°C. Prema podacima koje daju Filipović i sar. (2009) temperatura vode Vilenskih vrela je 8°C, dok je prilikom mjerenja temperature vode istog izvora za potrebe ovog rada registrovana temperatura od 9,6°C.

Pijavice vrste *Dina sketi* Grosser & Pešić, 2014 osim reokrenih naseljavaju i kaptirane izvore, a puževi vrste *Belgrandiella bozidarcucici* Glöer & Pešić, 2014 sva tri tipa izvora,

iako je najveći broj jedinki ove vrste puževa sakupljen u reopsamokrenim izvorima. Jedinke Trichoptera vrste *Drusus crenophylax* Graf & Vitecek, 2015 su pronađene samo u reokrenim izvorima. Njihovo prisustvo isključivo u reokrenim izvorima sliva rijeke Cvrcke, sa pretežno kamenitim supstratom, može se dovesti u vezu sa specifičnostima njihovih mandibula koje su bezube i prilagođene na ishranu u vidu ispaše struganjem sa površine kamenja (Vitecek i sar., 2015).

Najveću frekvenciju pojavljivanja pokazuju: *Gammarus fossarum* Koch, 1836 u reokrenim, *Bythinella schmidtii* (Küster, 1852) i *Belgrandiella bozidarcuicici* Glöer & Pešić, 2014 u reopsamokrenim, a *Niphargus* sp. u kaptiranim izvorima sliva rijeke Cvrcke. Račići vrste *Gammarus fossarum* Koch, 1836 pokazuju visoku frekvenciju pojavljivanja i u reokrenim izvorima Švajcarske (Zollhöfer, 1999). Odsustvo ili prisustvo i gustina naselja roda *Niphargus* i vrste *Gammarus fossarum* Koch, 1836 u eukrenalu istog izvora sliva Cvrcke izgleda ukazuju na interspecifičku kompeticiju između njih. Zollhöfer i sar. (2000) imaju istu pretpostavku za predstavnike ovih taksona u izvorima na području Švajcarske. Oni smatraju da je istiskivanje jedinki roda *Niphargus* pored interspecifičke kompeticije izazvano i direktnom predacijom od strane jedinki roda *Gammarus*, a da se jedinke roda *Niphargus* u izvorima zajedno sa jedinkama roda *Gammarus* održavaju pridolaskom iz podzemnih voda. Vrsta *Bythinella schmidtii* (Küster, 1852) je stanovnik mnogih izvora na području Bosne i Hercegovine (Radoman, 1983; Dmitrović i sar., 2016), dok je novoopisana vrsta *Belgrandiella bozidarcuicici* Glöer & Pešić, 2014 poznata samo iz izvora sliva rijeke Cvrcke (Glöer i Pešić, 2014).

Utvrđeno je da sa porastom nadmorske visine na kojoj se nalaze izvori sliva rijeke Cvrcke opada temperatura vazduha iznad izvora, kao i temperatura izvorske vode, što je u skladu sa ranije sprovedenim istraživanjima izvora u slivu Vrbanje i Vrbasa (Dmitrović, 2012). Izgleda da je područje u kome se nalaze izvori sliva rijeke Cvrcke, u pogledu visinskog zoniranja, kontaktna zona između hladnovodnih stenotermnih planarija iz roda *Crenobia* i euritermni planarija vrste *Dugesia gonocephala* (Dugès, 1830). U izvorima brdsko-planinskih područja Srbije jedinke vrste *Crenobia montenegrina*, u pogledu visinske distribucije, naseljavaju izvore na nadmorskoj visini od 314 m do 1750 m, a jedinke vrste *Dugesia gonocephala* u vertikalnoj distribuciji dosežu do 1050 metara, tako da se u kontaktnoj visinskoj zoni obe vrste mogu naći u istom izvoru (Marković, 1998). Izvori sliva rijeke Cvrcke koji su obuhvaćeni ovim istraživanjem se nalaze na visinskom profilu

od 340 m do 808 m, što odgovara rasponu kontaktne zone ovih taksona na području Srbije, pa ne iznenađuje njihovo prisustvo, čak i u istom izvoru u slivu rijeke Cvrčke, kao što su izvori I 9 i I 12.

Ukoliko se podaci iz literature o broju taksona makrozoobentosa izvora na području Republike Srpske grupišu na osnovu pripadnosti slivu: Une (Mršić i sar., 2009; Savić i sar., 2011; Pavlović i sar., 2011d; 2012a; 2012c), Vrbasa (Filipović i sar., 2009; Pavlović i sar., 2011a; 2011b; 2011d; Dmitrović, 2012; Pavlović i sar., 2012b; Balta i Bilbija, 2015), Bosne (Pavlović i sar., 2006; 2008) i Drine (Pavlović i sar., 2009a), onda se broj taksona makrozoobentosa po izvoru, po sezoni (ukoliko je obrađivan sezonski), kreće redom po slivovima u rasponu od: jedan do 10 u slivu Une, dva do 21 u slivu Vrbasa, osam do 13 u slivu Bosne i četiri do 11 u slivu Drine. Broj pronađenih taksona makrozoobentosa u izvorima sliva rijeke Cvrčke se djelimično uklapa u već poznati navedeni opseg variranja. Najmanji broj taksona makrozoobentosa, jedan, pronađen je u izvoru I 28, a najveći broj, 28 taksona, u izvoru I 10 u ovom radu, kao i najveća vrijenost Šenonovog indeksa diverziteta, dok je u prethodno navedenim radovima najmanji broj taksona, jedan takson, pronađen u jednom od izvora rijeke Sane (Pavlović i sar., 2012a), a najveći broj taksona, 21 takson, u jednom od izvora sliva rijeke Vrbasa (Dmitrović, 2012).

Prethodno nije naveden rad o makrozoobentosu rijeke Toplice (Čepić i Marinković-Gospodnetić, 1978), koja je pritoka Bistrice u slivu Drine, jer su rezultati istraživanja u ovom radu dati objedinjeni u vidu procentualnog učešća grupa zoobentosa u ukupnom broju jedinki pronađenih u izvoru, a koje su sakupljane osam puta tokom 1972. godine. U istom radu je navedeno deset grupa organizama, koji su prezentovani na nivou tipa, klase ili reda (Turbellaria, Mollusca, Oligochaeta, Hirudinea, Amphipoda, Ephemeroptera, Plecoptera, Coleoptera, Trichoptera i Diptera), a koje su zastupljene i u izvorima sliva rijeke Cvrčke u ovom radu. Naglašen je diverzitet Trichoptera, koji je dat u vidu spiska vrsta, ukupno šest.

Svi prethodno navedeni izvori pripadaju Crnomorskom slivu, ali su rezultati pobrojanih radova usaglašeni i sa podacima do kojih se došlo proučavanjem izvora koji pripadaju Jadranskom slivu, kao što su izvor Borak u slivu Neretve, osam taksona makrozoobentosa, i izvor Sturbe u slivu Cetine, sedam taksona makrozoobentosa, u Federaciji Bosne i Hercegovine (Trožić-Borvac i sar., 2010).

Ukupan broj taksona pronađenih u eukrnonu 50 izvora sliva rijeke Cvrčke iznosi 103, a ako se tome dodaju i podaci o broju taksona koji su pronađeni u izvorima čije je naselje makrozoobentosa praćeno sezonski (izvori I 3, I 6 i I 31), onda je ukupan broj pronađenih taksona 120. Prethodno navedeni broj taksona makrozoobentosa sliva rijeke Cvrčke čini oko četvrtinu od procijenjenog broja taksona koji naseljavaju izvore limnofaunističkog područja 5 (Dinarski zapadni Balkan), 414 taksona na nivou vrste i podvrste, od čega 116 taksona krenobionata (Pavlović i Pavlović, 1999; 2000). Isti autori navode da je broj taksona koji naseljavaju izvore u susjednim područjima manji: 292 taksona na nivou vrste i podvrste u području 6 (Helenski zapadni Balkan) i 252 taksona u području 7 (Istočni Balkan). Broj taksona makrozoobentosa krenona sliva rijeke Cvrčke bi vjerovatno bio i veći sa povećanjem nivoa taksonomske rezolucije pri determinaciji jedinki, naročito insekata iz reda Diptera, što je onemogućeno, prije svega nepostojanjem adekvatnih ključeva za determinaciju mnogih grupa vodenih beskičmenjaka, a što dodatno otežavaju i neotkriveni i neopisani taksoni na području Bosne i Hercegovine.

Narušavanjem i nestajanjem izvorskih biotopa potencijalno se dovode u opasnost i taksoni koji ih naseljavaju. Promjene u izvorskom biotopu izazvane antropogenim faktorom, a koje nastaju formiranjem barijera, manjih stajaćih vodenih površina, primitivnih česmi, stublina, kladenaca, pa sve do betonskih rezervoara (kaptaža), utiču i na promjenu strukture makrozoobentosa tih izvora (Marković, 1998). Navedeno potvrđuju i rezultati ovog istraživanja koji ukazuju da kaptirani izvori sliva rijeke Cvrčke imaju najnižu srednju vrijednost Šenonovog indeksa diverziteta, a reokreni najvišu. Najveći broj endema naseljava upravo reokrene izvore sliva rijeke Cvrčke.

Najveći broj izvora sliva rijeke Cvrčke je izvan ljudskih naselja i teže dostupan čovjeku, bez vidljivog direktnog uticaja antropogenog faktora. Jedan od razloga je teško pristupačan teren, u šumskom, kanjonasto klisurastom, brdsko-planinskom predjelu. Pored novoopisanih vrsta beskičmenjaka, koji naseljavaju dno ovih izvora, slivno područje Cvrčke je stanište i balkanskog endema, grčke žabe, *Rana graeca* Boulenger, 1891 (Šukalo i sar., 2015) i ilirskog endema, bosanske zvončike, *Symphyandra hofmannii* Pant. (1881) (Škondrić i sar., 2013). Vilenjska vrela i neposredna okolina su stanište svih navedenih endema, a uključujući i pejzažne vrijednosti, slap koji se slijeva niz sedrenu liticu u kanjonastom dijelu sliva rijeke Cvrčke, kao i polupećinski ambijent u kome izvire voda

ovog snažnog izvora, postaje jasno da ovo područje posjeduje potencijal da se stavi pod određeni vid zaštite.

7.1.1. Naselje Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera eukrenona⁹

Predstavnici reda Trichoptera zauzimaju dominantnu poziciju u pogledu broja pronađenih EPT taksona u izvorima sliva rijeke Cvrčke, što je u skladu sa ranijim istraživanjima EPT taksona u izvorima na drugim područjima (Erman i Erman, 1995; Maiolini i sar., 2011). U slivu rijeke Cvrčke su abundantniji predstavnici reda Ephemeroptera u odnosu na predstavnike reda Plecoptera, što nije u skladu sa podacima koje daju Maiolini i sar. (2011) za područje italijanskih Alpa. Međutim, podaci navedenih autora o broju taksona Ephemeroptera (šest vrsta) sakupljenih iz 90 izvora se poklapaju sa podacima do kojih se došlo u ovom radu. Ilmonen i sar. (2009) su pronašli nešto veći broj vrsta Ephemeroptera (osam vrsta) u 153 izvora tokom sedmogodišnjeg istraživanja na području Finske.

Izvori obuhvaćeni ovim istraživanjem su svrstani u tri grupe na osnovu izbijanja vode na površinu zemlje (reokreni i reopsamokreni izvori), kao i na osnovu uticaja antropogenog faktora (kaptirani izvori). Ova tri tipa izvora pokazuju statistički značajnu razliku u broju EPT taksona, pri čemu najmanji broj EPT taksona imaju kaptirani izvori. Najveću abundanciju EPT taksona imaju reokreni izvori u poređenju sa reopsamokrenim ukazujući na značaj protoka za izvorsku faunu (Von Fumetti i Nagel, 2012). Broj EPT taksona pronađenih u izvorima sliva Cvrčke je pozitivno korelisan sa protokom, što je u saglasnosti sa rezultatima istraživanja drugih autora (Smith i sar., 2003; Von Fumetti i sar., 2006; Mori i Brancelj, 2006; Von Fumetti i Nagel, 2012), iako rezultati CCA analize nisu identifikovali protok kao najvažniji faktor koji utiče na strukturu EPT naselja izvora sliva rijeke Cvrčke.

Rezultati ovog istraživanja se poklapaju sa podacima koje daju Harding i sar. (1998) koji su pokazali da vrijednosti EPT indeksa opadaju na lokalitetima koji su pod nekim oblikom antropogenog pritiska. Izvori različitog tipa, obuhvaćeni ovim istraživanjem, se statistički

⁹ Objavljeno u: Savić, A., Dmitrović, D., Pešić, V. (2017): Ephemeroptera, Plecoptera, and Trichoptera assemblages of karst springs in relation to some environmental factors: a case study in central Bosnia and Herzegovina. *Turkish Journal of Zoology*, 41: 119-129.

značajno razlikuju na osnovu pokrovnosti sa algama i anoksičnim muljem. Broj EPT taksona je negativno korelisan sa pokrovnošću sa algama. Veća pokrovnost sa algama ukazuje na viši nivo primarne produkcije, što dovodi do eutrofikacije (Dodds, 2006), a što za posledicu ima smanjenje broja EPT taksona. Sa druge strane mulj u sporotekućim vodotocima može biti siromašan supstrat sa taksonima, vjerovatno zbog njegovog anoksičnog stanja, koje nastaje kao rezultat razgradnje velike količine organske materije (Uwadiae, 2010). Kaptirani izvori sliva Cvrcke imaju niske vrijednosti EPT indeksa i statistički se značajno razlikuju od ostala dva tipa izvora u sastavu supstrata, uglavnom anoksičnog mulja, detritusa, pijeska i opalog lišća u reopsamokrenim izvorima, a kamenja i šljunka u reokrenim izvorima.

Makrofite su značajan faktor koji utiče na strukturu zajednice insekata u vodenim ekosistemima (Bowden i sar., 2007), na šta u ovom radu ukazuju rezultati CCA analize. Izvori sa najvećim brojem EPT taksona (I 24 - osam taksona; I 10, I 18, I 19 i I 49 - po pet taksona) su ujedno i izvori u kojima su pronađene makrofite. Rezultati iste analize pokazuju da nadmorska visina nije od značaja za strukturu EPT naselja, što je u saglasnosti sa podacima koje daje Verdonschot (2006), ali ne i sa rezultatima drugih autora (Zollhofer, 1999; Barquín i Death, 2009; Maiolini i sar., 2011). Ovo neslaganje se može dovesti u vezu sa tim da su izvori sliva Cvrcke koji su obuhvaćeni ovim istraživanjem u užem opsegu nadmorskih visina, od 351 m do 808 m, u odnosu na izvore koje su, na primjer, proučavali Maiolini i sar. (2011) sa rasponom visina od 170 m do 2792 m. Rezultati CCA analize pokazuju da pored makrofita značajno mjesto zauzimaju pH, temperatura i elektroprovodljivost vode, na šta ukazuju i rezultati koje daju Lewin i sar. (2013). Navedeni autori pokazuju da Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera pripadaju taksonima koji su visoko termosenzitivni. Na primjer, temperaturne granice za predstavnike familije Heptageniidae, koji su u ovom istraživanju predstavljeni rodом *Ecdyonurus*, su od 11,7 do 25,5°C (Dallas i Ketly, 2011).

Izvori obuhvaćeni ovim istraživanjem pripadaju grupi karakterističnoj po sjekačima, kolektorima-sakupljačima i grebačima. Pronađeno je u skladu sa saznanjima do kojih su došli Von Fumetti i Nagel (2011) proučavajući makrozoobentos planinskih izvora Švajcarske, gdje sjekači i kolektori-sakupljači dominiraju u izvorima sa opalim lišćem, mahovinom, istaloženim fino-zrnastim organskim česticama i nestabilnim, slabijim protokom vode, dok su grebači zastupljeniji u izvorima sa većim i konstantnim protokom

vode i supstratom koji je uglavnom anorganski sa krupnijim česticama obrastao perifitonom.

7.1.2. Naselje Diptera iz familije Chironomidae eukrenona¹⁰

Larve Diptera iz familije Chironomidae su značajna komponenta biocenoza planinskih tekućica na području Balkana (Mori i Brancelj, 2006), ali i ostalih dijelova Evrope (Wagner i sar., 1998). U Holarktičkom regionu čak 20% svih poznatih vrsta hironomida naseljava izvorišna područja (Ferrington, 1998). U 26 izvora slivnog područja rijeke Cvrcke pronađeni su predstavnici iz 23 taksona, dok se broj taksona na Alpama u Italiji kretao od 81 taksona sakupljenog u 124 izvora (Lencioni i sar., 2012) do 104 vrste/grupe iz 81 izvora (Lencioni i sar., 2011). Među hironomidama je teško izdvojiti čiste krenobionte, ali mnogi predstavnici su krenofili (Marziali i sar., 2010; Lencioni i sar., 2011). Kao i na području Dinarida predstavnici podfamilije Orthocladiinae su najbrojniji vrstama i na području Alpa i ostalih dijelova Holarktike (Ferrington, 1998; Marziali i sar., 2010). U izvorima sliva rijeke Cvrcke nisu pronađeni predstavnici podfamilije Diamesinae. Ovo bi moglo ukazivati na neki oblik degradacije izvora sliva Cvrcke u odnosu na izvore u Alpama (Lencioni i sar., 2011).

Istraživanje naselja hironomida sprovedeno u izvorima sliva rijeke Cvrcke ukazuje na to da se klasifikacija izvora zasnovana na osobinama biotopa i biotička klasifikacija izvora ne podudaraju. Klasifikacija izvora zasnovana na osobinama biotopa ukazuje na postojanje tri jasno odvojene grupe izvora (A, B i C) koje se poklapaju sa nivoom ljudskog uticaja na izvorske biotope, izmjenom okruženja izvora i tipologijom izvora. Izvori koji pripadaju grupi A su pod snažnim antropogenim uticajem, naročito izvori I 39, I 40 i I 41, koji su kaptirani i smješteni u centralnim dijelovima sela i čija se voda intenzivno koristi za vodosnabdijevanje i za napajanje stoke. Izvori I 27 i I 6 su takođe kaptirani, ali su locirani van centralnih dijelova sela. Reokreni izvor I 3 i I 4 su locirani na rubu šume u selu Rastik. Ostali izvori nisu pod direktnim antropogenim uticajem. Većina izvora iz grupe B se nalazi u dolini koja je pokrivena listopadnom šumom. Neki od izvora su

¹⁰ Objavljeno u: Plóciennik, M., Dmitrović, D., Pešić, V., Gadawski, P. (2016): Ecological patterns of Chironomidae assemblages in Dinaric karst springs. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 417(11): 1-19.

kaptirani, ali se ne koriste od strane čovjeka. Većina izvora iz grupe C su uzvodno (I 46 i I 48) i nizvodno (I 2, I 7, I 9 i I 32) u odnosu na kanjon rijeke Cvrčke. Oni su lakše dostupni ljudima u odnosu na izvore iz grupe B, ali se njihova voda ne koristi intenzivno, vjerovatno i zbog toga jer je većina ovih izvora smješena u šumi. Lencioni i sar. (2011, 2012) su dokazali da dejstvo čovjeka na okruženje izvora i preuređenje izvora ima snažan uticaj na zajednicu hironomida koja naseljava te izvore.

Iako zajednica hironomida u izvorima sliva Cvrčke takođe ukazuje na postojanje tri grupe izvora (I, II i III), ova podjela se ne poklapa sa grupisanjem izvora na osnovu osobina njihovog biotopa. Zajednice hironomida u izvorima su mnogo više različite nego izvori prema osobinama njihovih biotopa. Visoka faunistička razlika između izvora, čak i onih koji su locirani jedan blizu drugog, je poznata od ranije (Lencioni i sar., 2011).

PCA ukazuje da je zajednica hironomida u izvorima sliva Cvrčke snažno korelisana sa tipom supstrata, dok su temperatura i protok varijabilni unutar grupa. Alge i otpad su značajan faktor koji utiče na sastav vrsta. Perifiton je značajan izvor hrane za mnoge hironomide, a otpad je često umjetni supstrat za alge, a naročito ako je prirodno dno prekriveno sedimentom sitne granulacije. Gusta naselja algi su podržana sa pojačanim prilivom nutrijenata, pa se očekuje da ovakvi izvori imaju i specifičnu faunu hironomida. Tako, zajednice iz grupe II, gdje je diverzitet najveći, ne naseljavaju izvore bogate algama. Izgleda da grupi II sa dominantnim taksonima *Micropsectra* i *Prodiamesa olivacea* pripadaju zajednice tipične za izvore sliva rijeke Cvrčke što potvrđuje i najveći broj izvora, koji su u okviru ove grupe. *Prodiamesa olivacea* je takođe najčešća vrsta u izvorima sliva Volge (Chuzhekova, 2014). Pojava zajednica hironomida izvora iz grupe I, sa *Brillia bifida* i *Rheocricotopus effusus*, kao i III, sa *Paraphaenocladus* i *Zavreliomyia*, je u direktnoj vezi sa koncentracijom kiseonika rastvorenog u vodi i tipom supstrata. Izvori koji nisu grupisani (I 44, I 40, I 41 i I 20) otkrivaju snažnu brojčanu dominaciju roda *Chironomus*. Ovi izvori su hladni, sa velikim protokom i na većoj nadmorskoj visini. Izvori I 40 i I 41 su smješteni u selu. To su veliki kaptirani izvori sa visokim protokom. Izvor I 20 je reokreni, smješten u šumi, ali u blizini naselja. Izvor I 44 je takođe reokreni, šumski, smješten u maloj pećini uz glavni dio toka Cvrčke. Navedena kombinacija osobina biotopa može biti razlog zašto zajednice hironomida, koje ih naseljavaju, nisu grupisane sa ostalim izvorima.

CCA jasno razdvaja izvore sa brojčanom dominacijom rodova *Chironomus* i *Limnophyes* koji su na većoj nadmorskoj visini i sa većim sadržajem destritusa na dnu. Slično je

pronađeno i u planinskim izvorima sliva rijeke Evortas (južna Grčka), gdje je utvrđena dominacija roda *Chironomus*, koji naseljava dno degradiranih izvora zajedno sa rodом *Limnophyes* (Karaouzas i Płóciennik, 2016). Ferrington (1998) je utvrdio da izvori koji su izloženi antropogenom pritisku, a koji se koriste za napajanje stoke, su naseljeni taksonima hironomida tipičnim za donji dio tekućice, sa visokom dominacijom predstavnika podfamilije Chironomini, a koji su označeni kao „*Chironomus* vrste“. Lencioni i sar. (2012) su pronašli da je rod *Limnophes* takođe asociran za kaptirane izvore. Prema podacima koje daju Lencioni i sar. (2011) ovi rodovi preferiraju izvore sa stjenovitim dnom obraslim sa mahovinama. Barquín i Death (2004) sugerišu da obraštaji mahovina mogu akumulirati detritus i predstavljati pogodno stanište za alge. Ovo može objasniti dominaciju navedenih taksona hironomida u nekim od izvora. Svi ostali taksoni hironomida pronađeni u izvorima sliva rijeke Cvrcke su asocirani sa manjom nadmorskom visinom i kamenitim dnom sa više mineralne frakcije. Samo kamenje i nadmorska visina pokazuju visoku statističku značajnost u oblikovanju zajednica hironomida izvora. Faktori kao što su čvrsto dno, temperatura i protok povezani sa dva značajna prethodno navedena faktora mogu imati indirektan uticaj na zajednicu hironomida. Poznato je da su nadmorska visina i temperatura faktori koji utiču na zajednice hironomida na širim geografskim razmjerama (Ferrington, 1998). Mori i Brancelj (2006), Marziali i sar. (2010) i Lencioni i sar. (2011, 2012) ukazuju da su nadmorska visina, perifiton, kvalitet sedimenta, temperatura i protok glavni faktori koji utiču na sastav zajednice u izvorima. Lencioni i sar. (2012) su pronašli da modifikacija dna utiče na smanjenje diverziteta, dok umjerena eutrofikacija čak favorizuje bogatstvo vrsta. U principu, sve ostale zajednice i vrste hironomida u izvorima sliva Cvrcke su koncentrisane duž druge CCA ose. Iako koncentracija kiseonika i konduktivitet mogu imati značajnu ulogu nisu pokazali statističku značajnost primjenom Monte Karlo testa. Izvori iz grupe II obuhvataju zajednice hironomida tipične za kanjon Cvrcke koje se pojavljuju u uslovima visokog konduktiviteta i smanjene koncentracije kiseonika, dok grupe I i III naseljavaju uglavnom uslove sa većom koncentracijom kiseonika rastvorenog u vodi i smanjenim konduktivitetom. Na varijabilnost zajednica duž druge CCA ose, pored mjerenih, mogu uticati i drugi parametri hemizma izvorske vode, kao što su na primjer nutrijenti. Na području Alpa u Italiji je utvrđeno da pH, konduktivitet i trofija vode čine primarne uslove na osnovu kojih se razlikuju netaknuti visokoplaninski od preuređivanih brdskih izvora (Marziali i sar., 2010, Lencioni i sar., 2011, 2012). Ferrington (1998), Staudacher i

Füreder (2007) ukazuju da mikrostanišna kompleksnost ima glavnu ulogu u sastavu zajednica insekata akvatičnih ekosistema, biodiverzitet i abundanciju. U istočnim Alpama mikrostanišna heterogenost i vlažnost izvorske zone, od akvatične, preko semiakvatične, pa do terestrične, utiče na diverzitet insekata. Hironomide naseljavaju sve ove zone. U izvorima na području istočnih Alpa konduktivitet i nadmorska visina imaju samo slab uticaj na zajednicu beskičmenjaka dna (Staudacher i Füreder, 2007).

7.2. Makrozoobentos eukrenona reokrenih izvora sliva rijeke Cvrcke¹¹

Reokreni izvori su tipični za sliv rijeke Cvrcke, a ovim istraživanjem je obuhvaćeno 35 eukrenala reokrenih izvora. Različito su udaljeni od glavnog toka rijeke Cvrcke. Međutim, nije utvrđeno da udaljenost eukrenala ovih reokrenih izvora od glavnog toka rijeke Cvrcke utiče na osobine naselja njihovog makrozoobentosa, kao ni dužina hipokrenala. Navedeno je u skladu sa rezultatima istraživanja do kojih su došli Von Fumetti i sar. (2007) koji su utvrdili da i izvori sa dužinom hipokrenala manjom od 30 m i dalje imaju karakteristično naselje makrozoobentosa, koje se razlikuje od makrozoobentosa susjednog vodotoka. Dužina hipokrenala izvora sliva rijeke Cvrcke se uklapa u navedeni opseg, osim za izvor I 8 čiji hipokrenal ima veću dužinu. Izgleda da direktni uticaj glavnog toka rijeke Cvrcke predstavlja najvažniji faktor koji utiče na osobine makrozoobentosa u eukrenalu reokrenih izvora sliva ove rijeke. Tako, makrozoobentos eukrenona nekih reokrenih izvora sliva rijeke Cvrcke je naseljen isključivo predstavnicima ritrala. To potvrđuju i rezultati preliminarnih analiza makrozoobentosa glavnog toka ove rijeke.

Poznato je da se sastav biocenoza izvora koji presušuju, ili povremenih izvora, razlikuje od sastava biocenoza stalnih izvora (Smith i sar., 2003; Wood i sar., 2005) i da povremene izvore uglavnom ne naseljavaju krenobionti (Goch i Glazier, 1991). Međutim, krenobionti, kao što su puževi vrsta *Bithynella schmidtii* (Küster, 1852) i *Islamia dmitrovici* Boeters, Glöer & Pešić, 2013 naseljavaju i povremene izvore u sjeverozapadnom dijelu Bosne i Hercegovine (Dmitrović i sar., 2016). Pored presušivanja izvora i povremeno plavljenje izvora vodom iz rijeke može biti značajan faktor koji utiče na strukturu makrozoobentosa

¹¹ Poslan u časopis: Von Fumetti, S., Dmitrović, D., Pešić, V. The influence of flooding and river connectivity on macroinvertebrate assemblages in rheocene springs along a third-order river. Fundamental and Applied Limnology.

(Von Fumetti i Nagel, 2012), što je utvrđeno i u ovom radu. Plavljenje omogućuje kolonizaciju izvora sa vrstama koje su stanovnici ritrala. Dominantan tip supstrata u eukrenalu reokrenih izvora sliva rijeke Cvrcke je kamenje. Moguće je da kameniti supstrat, koji je dominantan i u glavnom toku rijeke Cvrcke, obezbjeđuje preživljavanje predstavnika ritrona u eukrenalu reokrenih izvora kada se voda rijeke Cvrcke povuče u korito. Čak i kratkotrajno plavljenje izvora može značajno uticati na strukturu makrozoobentosa izvora, povećavajući udio predstavnika ritrona u izvoru (Von Fumetti i Nagel, 2012). U eukrenonu reokrenih izvora sliva rijeke Cvrcke procentualno učešće predstavnika ritrona je veće u izvorima koji su izloženi povremenom plavljenju (87%) u odnosu na one izvore koji nisu izloženi plavljenju (75%). Procentualno učešće krenobionata je manje u eukrenonu plavljenih reokrenih izvora sliva rijeke Cvrcke (13%) nego u eukrenonu onih reokrenih izvora koji nisu izloženi plavljenju (25%). Endemični taksoni *Dina sketi* Grosser & Pešić, 2014 i *Belgrandiella bozidarcucici* Glöer & Pešić, 2014 su pronađeni samo u eukrenonu izvora koji nisu izloženi plavljenju. Međutim, usljed klimatskih promjena moguće je očekivati češće i intenzivnije plavljenje izvora. Plavljenjem u budućnosti mogu biti obuhvaćeni i izvori koji ranije nisu bili plavljeni, usljed čega se procenat predstavnika makrozoobentosa ritrala u njima može povećati. Ovo bi moglo dovesti do smanjenja broja jedinki endemičnih krenobionata koji naseljavaju samo izvore koji nisu izloženi plavljenju, ili čak do njihovog izumiranja.

Nije pronađena veća sličnost između naselja makrozoobentosa eukrenona susjednih reokrenih izvora, u odnosu na međusobno prostorno udaljenije izvore, što je u skladu sa rezultatima do kojih se došlo i proučavanjem 19 malih izvora međuvoda Vrbasa i donjeg toka Vrbanje (Dmitrović, 2012), a koji su takođe smješteni u sjeverozapadnom dijelu Republike Srpske. Slični rezultati su dobijeni i proučavanjem visokoplaninskih izvora na području Švajcarske (Von Fumetti i Blattner, 2016), gdje je utvrđeno da sastav i pokrovnost supstrata izvora obezbjeđuju sličnost zajednica makrozoobentosa, a ne prostorna udaljenost između izvora. U navedenim istraživanjima najveća udaljenost između izvora je manja od 20 km, kao i u ovom radu. Poznato je da su adulti Trichoptera relativno dobri letači, što zavisi od veličine njihovog tijela (Hoffsten, 2004). Izgleda da prelijetanje rastojanja manjih od 20 km ne predstavlja problem za adultne trihoptere vrste *Drusus discolor* (Geismar i sar., 2015). Disperzija predstavnika adultnih Diptera malih dimenzija na većoj razdaljini se može obavljati i posredstvom vjetra. Insekti mogu pronaći odgovarajuće izvorsko stanište prevaljujući velike razdaljine, čak i preko 200 km, iako su

neki od njih slabi letači (Rádková i sar., 2014). U makrozoobentosu eukrenona reokrenih izvora sliva rijeke Cvrcke pronađen je visok procenat insekata čiji su adulti letači. Kolonizacija reokrenih izvora se odvija uglavnom disperzijom jedinki vazдушnim putem ili putem vodotoka (Kärnä i sar., 2015). Mnogi taksoni makrozoobentosa pronađeni u eukrenonu reokrenih izvora sliva rijeke Cvrcke nisu krenobionti nego naseljavaju i zonu ritrala. Predstavnici makrozoobentosa ritrala mogu naseljavati izvore direktno migrirajući iz glavnog toka rijeke Cvrcke. Disperzija taksona makrozoobentosa između izvora je moguća i putem podzemnih voda. Takav primjer pružaju jedinke krenobiontske vrste puža *Bythinella dunkeri* (Brändle i sar., 2005). Isti obrazac disperzije i kolonizacije je moguć u slučaju krenobiontskih puževa vrste *Belgrandiella bozidarcucici* Glöer & Pešić, 2014, koji su najvjerojatnije endemiti izvora slivnog područja rijeke Cvrcke. Moguće je da je prethodno navedena vrsta puža ujedno i relik, koji je preživio i opstaje samo u izvorima sliva ove rijeke. Izgleda da predstavnici faune podzemnih voda ostaju zarobljeni u izvoru zbog slabih sposobnosti disperzije (Fattorini i sar., 2016). Pasivna disperzija vodenih grinja je u direktnoj vezi sa sposobnostima disperzije njihovih domaćina, pri čemu nisu sve krenobiontske vodene grinje upućene isključivo na domaćine koji su i sami krenobionti (Martin i Stur, 2006; Martin i sar., 2010).

7.2. Makrozoobentos krenona Cvrcke na longitudinalnom profilu po sezonama¹²

Izvori sliva rijeke Cvrcke pripadaju reokrenim, reopsamokrenim i kaptiranim izvorima. Tri izvora, po jedan od svih navedenih tipova (I 3, I 31 i I 6), su praćena sezonski i po zonama. Obzirom na krečnjačku podlogu srednja vrijednost pH izvorske vode je iznad 7,7. Slične podatke daju Mori i Brancelj (2006) za izvore na području Alpa. Vrijednost temperature vode je određena temperaturom vazduha, na čiju promjenu ovakvi izvori malog kapaciteta brzo reaguju, kao što je utvrđeno i u izvorima brdsko-planinskih područja Srbije (Marković, 1998). Važno je napomenuti i to da je rijeka Cvrcka brza i

¹² Objavljeno u: Pešić, V., Dmitrović, D., Savić, A., Von Fumetti, S. (2016): Studies on eucrenal-hypocrenal zonation of springs along the river mainstream: A case study of a karst canyon in Bosnia and Herzegovina. *Biologia*, 71(7): 809-817.

hladna tekućica koju naseljavaju kičmenjaci indikatori takvih staništa, među kojima treba izdvojiti potočnu pastrmku (Aganović i sar., 1975), kao i grčku žabu (Šukalo i sar., 2015). PCA analiza nije pokazala jasno sezonsko razdvajanje izvora na osnovu fizičkih i hemijskih karakteristika njihove vode. Naime, izdvojile su se dvije grupe, jedna koja se odnosi na podatke dobijene u zimu i proljeće i druga grupa, koja se odnosi na podatke dobijene u ljeto i jesen.

U navedena tri izvora je pronađen veliki broj taksona makrozoobentosa (75 taksona) u poređenju sa rezultatima drugih sličnih istraživanja. Na primjer, Bottazzi i sar. (2011) su pronašli 54 taksona u četiri izvora, dok su Lewin i sar. (2013) registrovali 66 vrsta na 58 lokaliteta. Von Fumetti i sar. (2007) su identifikovali 90 vrsta i viših taksona sakupljenih u 10 izvora na području sjeverozapadne Švajcarske, kao i 82 vrste i viša taksona u 20 izvora u okolini Bazela (Von Fumetti i sar., 2006). Naselje makrozoobentosa tri izvora sliva rijeke Cvrcke, koji su obuhvaćeni ovim istraživanjem, pokazuje brojčanu dominaciju Diptera, sa visokom frekvencijom pojavljivanja u uzorcima. Insekti iz reda Diptera su takođe najfrekventniji takson u izvorima sjeverozapadnog dijela Slovenije (Mori i Brancelj, 2006) i grupa sa najvećim diverzitetom prema podacima koje daje Sambugar i sar. (2006), a što je u skladu sa rezultatima do kojih se došlo u ovom radu. Raznolikost Diptera u ovakvim istraživanjima se često podcjenjuje, jer su taksonomski zahtjevnija grupa. To može biti razlog velikog broja taksona makrozoobentosa u ovom radu.

Reokreni izvor I 3 je smješten blizu glavnog toka rijeke Cvrcke i ponekad, kada je povećan nivo vode u rijeci, jedan njegov dio biva potopljen. Vjerovatno je ovaj izvor refugijum za neke vrste koje tu preživljavaju promjene do kojih dolazi u njegovom hipokrenalu i glavnom dijelu toka rijeke Cvrcke. To bi moglo biti i objašnjenje za statistički značajno veće bogatstvo taksona pronađeno u reokrenom izvoru u odnosu na reopsamokreni i kaptirani.

Neke vrste mogu biti djelimično ograničene na izvorska staništa usljed interspecifičke kompeticije (Hahn, 2000). Vjerovatno je ovo slučaj sa amfipodnim rakovima vrste *Gammarus fossarum* Koch, 1836, vrstom sa visokom abundancijom u reopsamokrenom (I 31) i kaptiranom izvoru (I 6), u obje zone izvora, kao i visokom frekvencijom pojavljivanja po sezonama. Interesantno je da ova vrsta ne naseljava reokreni izvor (I 3), koji je stanište predstavnicima roda *Niphargus* sp. Tako da je moguće da je u pitanju interspecifička kompeticija.

Pronađen je mali broj krenobionata. Ovoj grupi uglavnom pripadaju vodene grinje i puževi iz roda *Bythinella* Moquin-Tandon, 1856. Vodene grinje predstavljaju jednu od najviše specijalizovanih i najraznovrsnijih grupa koje naseljavaju izvore (Di Sabatino i sar., 2003). U ovom istraživanju predstavljene su sa samo dvije vrste *Partnunia steinmanni* Walter, 1906 i *Protzia squamosa* Walter, 1908, pri čemu obje vrste predstavljaju prve nalaze za faunu Bosne i Hercegovine (Pešić i sar., 2010). Ove vrste vodenih grinja su krenobionti, koji uglavnom naseljavaju reohelokrene izvore (Di Sabatino i sar., 2010), a u ovom istraživanju su pronađene u reopsamokrenom izvoru. Puževi vrste *Belgrandiella bozidarcucici* Gloer & Pešić 2014 su pronalazeni u reokrenim i reopsamokrenim izvorima sliva rijeke Cvrcke (Gloer i Pešić, 2014).

Primjenom NMDS analize je uočen jasan trend grupisanja naselja makrozoobentosa po tipovima izvora, što je u saglasnosti sa podacima do kojih se došlo analizom naselja Chironomida sliva rijeke Cvrcke.

Primjenom ANOSIM procedure nije pronađena statistički značajna razlika između eukrenona i hipokrenona. Mogući razlog je udaljenost površina sa kojih su sakupljeni uzorci makrozoobentosa. Naime, uzorci za potrebe ovog istraživanja su sakupljeni na mjestu izbijanja vode iz podloge (eukrenon) i dva do tri metra nizvodno (hipokrenon). U drugim istraživanjima uzorci makrozoobentosa hipokrenona su uzimani sa udaljenosti do 100 m od mjesta izbijanja vode na površinu (Hoffsten i Malmqvist, 2000; Barquín i Death, 2004). U istraživanju koje su sproveli Von Fumetti i sar. (2007) uzorci su sakupljeni oko 20 m nizvodno od izbijanja vode na površinu, ali ne preko 50 m. Izvori sliva rijeke Cvrcke koji su obuhvaćeni ovim istraživanjem imaju skraćenu zonu hipokrenala od pet do 10 m u poređenju sa mnogo dužim izvorskim potocima, do 500 m, na šta ukazuje istraživanje koje su sproveli Von Fumetti i sar. (2007). U prethodno navedenom istraživanju tačka razdvajanja eukrenala od hipokrenala je dio izvora nizvodno od izbijanja vode na površinu u kome je prisutna razlika u temperaturi vode od 1°C, na udaljenosti od 3,5 m do preko 40 m, pri čemu u istom izvoru temperatura vode varira tokom godine. Amplituda temperature vode u izvorima sliva rijeke Cvrcke, duž njihovog izvorskog dijela toka, uglavnom nije bila veća od 1°C.

Erman i Erman (1995) su definisali granicu između eukrenala i hipokrenala kao područje u kome je razlika u temperaturi vode veća od 2°C u odnosu na temperaturu vode na mjestu izbijanja iz podloge. Von Fumetti i sar. (2007) su utvrdili nove kriterijume za postavljanje

granice između eukrenala i hipokrenala, pri čemu predlažu da uзорke eukrenona treba uzimati na izvorskom području gdje razlika u temperature nije veća od 1°C u odnosu na temperaturu vode na mjestu izbijanja iz podloge. U ovom istraživanju Von Fumetti i sar. (2007) sugerišu da u tom slučaju hipokrenon počinje obično oko 5 m nizvodno od mjesta izbijanja vode na površinu. Međutim, kao što je već i naglašeno raspon temperature vode u izvorima sliva rijeke Cvrčke, duž njihovog izvorskog dijela toka, uglavnom nije bio veći od 1°C, bez obzira na sezonu, a ukupna dužina toka nizvodno od izora je bila 5-10 m.

Rezultati ovog istraživanja potvrđuju sklonost nekih taksona prema specifičnoj zoni izvora. Na osnovu podataka koje daju Crema i sar. (1996) i Gerecke i sar. (1998) hipokrenal se razlikuje od eukrenala po većoj frekvenciji pojavljivanja larvi Ephemeroptera. Ukupan broj larvi Ephemeroptera u hipokrenonu izvora sliva rijeke Cvrčke je više od tri puta veći u odnosu na broj larvi ovih insekata u eukrenonu. U izvorima u okolini Banja Luke, čiji tok nije duži od nekoliko metara, larve Ephemeroptera odsustvuju sasvim (Dmitrović, 2012). Slična situacija je i sa larvama Odonata vrste *Cordulegaster bidentatus* Selys, 1843 (Gerecke i sar., 2005), inače jedinoj vrsti Odonata pronađenoj u izvorima sliva Cvrčke.

¹³Sastav vrsta i struktura zajednica hironomida pokazuju varijabilnost između tipova izvora sliva Cvrčke, ali i između dijelova unutar izvora. Međutim, u ovom istraživanju nije utvrđena statistički značajna razlika u diverzitetu između eukrenona i hipokrenona. McCabe (1998) je razmatrao brojne primjere smanjenja ili povećanja bogatstva vrsta udaljavanjem od izvora na području Evrope i Sjeverne Amerike i utvrdio da nema generalnog obrasca. Reokreni izvori pokazuju diverzitet ekoloških niša, kao i bogatstvo vrsta hironomida (Lencioni i sar., 2012) ali i drugih insekata (Cianficconi i sar., 1998). NMDS i SIMPER analize pokazuju da eukrenon i hipokrenon imaju različit sastav zajednica u izvorima sliva Cvrčke. Zajednice eukrenona su specifične zbog veće ujednačenosti takvih staništa. Zajednice hipokrenona otkrivaju gradijent koji se kreće od više sličnih do više različitih od eukrenona. Ovo je vidljivo u karakterističnim vrstama koje naseljavaju ova dva dijela izvora. U drugim istraživanjima vrsta *Prodiamesa olivacea* je pronalazena i u helokrenim i limnokrenim izvorima, vrste roda *Micropsectra* u higropetričnim sa mineralnim sedimentom i mahovinama, vrste roda *Paraphaenocladus*

¹³ Objavljeno u: Plóciennik, M., Dmitrović, D., Pešić, V., Gadawski, P. (2016): Ecological patterns of Chironomidae assemblages in Dinaric karst springs. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 417(11): 1-19.

obično u potocima i izvorima sa mekim dnom, dok su *Apsectrotanypus trifascipennis* i *Rheocricotopus effusus* vrste tipične za male tekućice sa mekim sedimentom i za helokrene izvore (Moller Pillot, 2013; Vallenduuk i Moller Pillot, 2007; Lencioni i sar., 2011). Jasne razlike u strukturi zajednica hironomida izvora sliva Cvrcke na koje ukazuju NMDS i SIMPER nisu potvrđene sa PCA analizom koja ne potvrđuje razlike u ekološkim uslovima između eukrenona i hipokrenona.

8.0. ZAKLJUČAK

Makrozoobentos krenona 50 izvora sliva rijeke Cvrcke je predstavljen sa 120 taksona, među kojima su tri novoopisane vrste (*Belgrandiella bozidarcucici* Glöer & Pešić, 2014, *Dina sketi* Grosser & Pešić, 2014 i *Drusus crenophylax* Graf & Vitecek, 2015), koje su najvjerojatnije endemi izvora sliva rijeke Cvrcke, kao i dvije vrste poznate za nauku od ranije, ali nove za faunu Bosne i Hercegovine (*Partnunia steinmanni* Walter, 1906 i *Protzia squamosa* Walter, 1908).

Sve tri novoopisane vrste su pronađene zajedno u snažnom kraškom reokrenom izvoru pod nazivom Vilenjska vrela, koji izbija na površinu u polupećinskom ambijentu, teče kroz listopadnu šumu, u kojoj žive endemiti, biljna vrsta *Symphyandra hofmannii* Pant. (1881) i grčka žaba *Rana graeca* Boulenger, 1891, a na koji se nastavlja sedreni slap čija voda se slijeva direktno u glavni tok rijeke Cvrcke. Sve navedeno ukazuje da ovo prirodno bogatstvo ima potencijala da bude obuhvaćeno nekim oblikom zaštite.

Najfrekventniji takson u izvorima sliva rijeke Cvrcke je račić *Gammarus fossarum* Koch, 1836. Najveći broj sakupljenih predstavnika makrozoobentosa pripada upravo toj vrsti, dok najveći broj pronađenih taksona pripada insektima iz reda Diptera i familije Chironomidae, kao i EPT naselju (Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera).

Naselje Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera čini 28 taksona, čiji je diverzitet pozitivno korelisan sa protokom vode i pokrovnošću dna sa pijeskom i kamenjem, a negativno korelisan sa pokrovnošću dna sa algama. Kanonijska korespondentna analiza pokazuje da je najvažniji faktor strukture ovog naselja pokrovnost sa makrofitama, pH vrijednost, temperatura vode i elektroprovodljivost.

Kaptirani izvori imaju najmanju srednju vrijednost diverziteta EPT taksona u odnosu na reokrene i reopsamokrene izvore od kojih se statistički značajno razlikuju. Najmanja srednja vrijednost EPT indeksa kaptiranih izvora ukazuje na negativan uticaj antropogenog faktora na ove izvorske biotope.

Chironomidae iz 26 taksona su pronađene u makrozoobentosu 27 izvora sliva rijeke Cvrcke, pri čemu zajednice ovih Diptera tipične za izvore sliva rijeke Cvrcke sadrže pripadnike dva obično dominantna taksona, *Micropsectra* i *Prodiamesa olivacea*, što potvrđuje i najveći broj izvora.

Faktori koji značajno utiču na zajednicu hironomida su nadmorska visina, učešće i pokrovnost kamenja u supstratu i koncentracija kiseonika rastvorenog u vodi.

Pronađen je značajan direktan uticaj glavnog toka rijeke Cvrcke na osobine makrozoobentosa eukrenona reokrenih izvora. Međutim, nisu utvrđene razlike u osobinama makrozoobentosa eukrenona izvora koji su različito udaljeni od glavnog toka rijeke i koji imaju različitu dužinu hipokrenala.

Kamenje, plavljenje, makrofite i pH vrijednost su sredinski faktori koji značajno utiču na strukturu makrozoobentosa eukrenona reokrenih izvora sliva rijeke Cvrcke. Uticaj plavljenja izvora se ogleda i u povećanom procentualnom učešću predstavnika ritrala u eukrenonu reokrenih izvora, a u nekim izvorima i u potpunom odsustvu krenobionata.

Utvrđen je jasan trend u promjenama osobina makrozoobentosa na longitudinalnom profilu (eukrenal-hipokrenal) uprkos malim razdaljinama i razlikama u temperaturi vode, manjim od 1°C u okviru sezone, u sva tri tipa izvora, ali ANOSIM analiza nije potvrdila značajnost tih razlika u naselju makrozoobentosa eukrenona i hipokrenona.

Zajednice Chironomida eukrenona i hipokrenona se jasno razlikuju na osnovu rezultata NMDS analize, pri čemu je eukrenon izvora u različitim sezonama mnogo kompaktnije grupisan u odnosu na hipokrenon, vjerovatno zbog uniformnijih uslova na mjestu izbijanja vode u odnosu na dio toka nizvodno, ali bez statistički značajne razlike u pogledu Šenonovog indeksa diverziteta.

Uzimajući u obzir sve navedeno može se konstatovati da mali kraški izvori sliva rijeke Cvrcke nemaju jasno izraženu zonalnost, u smislu posebno diferenciranog eukrenala i hipokrenala, iako postoje naznake te zonalnosti, koja je vjerovatno prikriivena drugim faktorima, uključujući tip i poziciju izvora, pa kriterijumi zoniranja izvora u centralnoj Evropi ne mogu da se primjene na male izvore, poput ovih u slivu rijeke Cvrcke.

Najveći broj izvora sliva rijeke Cvrcke je bez vidljivog antropogenog uticaja, izvan ljudskih naselja i teže dostupan čovjeku, što su mogući razlozi opstanka specifične zajednice makrozoobentosa u čiji sastav ulaze i endemični taksoni, među kojima su i oni koji su za sad poznati samo u izvorima sliva ove rijeke. Navedeno ukazuje na neophodnost monitoringa i nastavka istraživanja makrozoobentosa izvora sliva rijeke Cvrcke, ali i dijelova toka nizvodno, kao i preduzimanje određenih mjera zaštite taksona, izvorskih biotopa, ali i njihovog šireg okruženja.

9.0. LITERATURA

- Aganović, M., Kapetanović, N., Veledar, I., Kaćanski, D., Zupčević, O., Čanković, M. (1975): Ribarska osnova za slivno područje srednjeg i donjeg toka rijeke Vrbasa (područje SO Mrkonjić Grad, Skender Vakuf, Banja Luke, Kotor Varoš, Čelinac, Laktaši i Srbac i OOUR PD „Motajica“ – Srbac. Biološki Institut Univerziteta Sarajevo, 634 str.
- Andersson, H. (1997): Diptera Ptychopteridae, Phantom Crane Flies. – In: Nilsson, A. (ed.): The aquatic insects of North Europe 2. Apollo Books, Stenstrup: 193-208.
- Apfelbek, B. (1896): Karakteristika faune invertebrata (beskičmenjaka) u Bosni i Hercegovini (Coleoptera). *Glasnik Zemaljskog muzeja Bosne i Hercegovine u Sarajevu*, 8: 363-366.
- Balta, M., Bilbija, B. (2015): The Composition of Macrozoobenthos Communities on Selected Sites of the Krupa River, Tributary of the River Vrbas. *Water Research and Management*, 5(1): 35-42.
- Barquín, J., Death, R.G. (2004): Patterns of invertebrate diversity in streams and freshwater springs in Northern Spain. *Archiv für Hydrobiologie*, 161(3): 329–349.
- Barquín, J., Death, R.G. (2006): Spatial patterns of macroinvertebrate diversity in New Zealand springbrooks and rhithral streams. *Journal of the North American Benthological Society*, 25(4): 768–786.
- Barquín, J., Death, R.G. (2009): Physical and chemical differences in karst springs of Cantabria, northern Spain: do invertebrate communities correspond? *Aquatic Ecology*, 43(2):445-455.
- Bauernfeind, E., Soldán, T. (2012): The Mayflies of Europe (Ephemeroptera). Apollo Books, Ollerup, 781 pp.
- Belfiore, C. (1983): Efemerotteri (Ephemeroptera). Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne Italiane 24. Consiglio Nazionale Delle Ricerche, Verona, 113 pp.

- Berberović, Lj. (1980): Mollusca Bosne i Hercegovine. - U: Vuković, T. (ur.): Savjetovanje „*Problemi inventarizacije životinjskog svijeta Bosne i Hercegovine – Stanje i perspektive*“, 21.12.1978. Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Sarajevo, Posebna izdanja, Knjiga 47, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka, Knjiga 8: 57-60.
- Beus, V., Burlica, Č., Dizdarević, H., Stefanović, V., Vukorep, I. (1983): Karta ekološko-vegetacijskih reona S R Bosne i Hercegovine 1:500 000. Katedra za ekologiju šuma, Šumarski fakultet, Sarajevo.
- Boeters, H.D., Glöer, P., Pešić, V. (2013): Some new freshwater gastropods from southern Europe (Mollusca: Gastropoda: Truncatelloidea). *Folia Malacologica*, 21(4): 225–235.
- Bottazzi, E., Bruno, M.C., Pieri, V., Di Sabatino, A., Silveri, L., Carolli, M., Rossetti, G. (2011): Spatial and seasonal distribution of invertebrates in Northern Apennine rheocene springs. *Journal of Limnology*, 70(1): 77-92.
- Bowden, W.B., Glime, J.M., Riis, T. (2007): Macroinvertebrates as Biotic Indicators of Environmental Quality. – In: Hauer, R.F., Lamberty, G.A. (eds.): *Methods in stream ecology*. Academic Press Elsevier, Amsterdam: 805-834.
- Brändle, M., Westermann, I., Brandl, R. (2005): Gene flow between populations of two invertebrates in springs. *Freshwater Biology*, 50(1): 1-9.
- Brinkhurst, R.O. (1971): A Guide for the Identification of British Aquatic Oligochaeta. Freshwater Biological Association, Ambleside, 55 pp.
- Brinkhurst, R.O., Jamieson, B.G.M. (1971): Aquatic Oligochaeta of the world. Oliver and Boyd, Edinburgh, 860 pp.
- Brooks, S.J., Langdon, P.G., Heiri, O. (2007): The Identification and use of Palaearctic Chironomidae Larvae in Palaeoecology. Quaternary Research Association, London, 276 pp.
- Burlica, Č., Vukorep, I. (1979): Pedološka karta Banja Luka 1:200 000, Privremeno izdanje. Katedra za ekologiju šuma, Šumarski fakultet, Sarajevo.
- Burlica, Č., Vukorep, I. (1983): Pedološka karta S R Bosne i Hercegovine 1:500 000. Katedra za ekologiju šuma, Šumarski fakultet, Sarajevo.

- Chuzhekova, T.A. (2014): Spatio-temporal structure of macroinvertebrate community in springs and springbrooks of middle Volga basin. – In: Abstracts of talks – “*Kaamos Symposium*”, 8-9.12.2014. Oulu.
- Cianficconi, F., Carallini, C., Moretti, G.P. (1998): Trichopteran fauna of Italian springs. - In: Botosaneanu, L. (ed.): *Studies in Crenobiology, The biology of springs and springbrooks*. Backhuys Publishers, Leiden: 125–140.
- Crema, S., Ferrarese, U., Golo, D., Modena, P., Sambugar, B., Gerecke, R. (1996): Ricerche sulla fauna bentonica ed interstiziale di ambienti sorgentizi in area alpina e prealpina. Report number 8. Centro di Ecologia Alpina, Trento, 104 pp.
- Croft, P.S. (1986): A key to the major groups of British Freshwater invertebrates. *Field Studies*, 6: 531-579.
- Čepić, V. (1979): Dinamika gustine i strukture populacije *Drusus klapaleki* Marinković-Gospodnetić 1970 (Trichoptera, Limnephilidae). *Godišnjak Biološkog Instituta Univerziteta u Sarajevu*, 32: 53-66.
- Čepić, V., Marinković-Gospodnetić, M. (1978): Zoobentos rijeke Toplice. *Godišnjak Biološkog Instituta Univerziteta u Sarajevu*, 31: 25-32.
- Dallas, H.F., Ketley, Z.A. (2011): Upper thermal limits of aquatic macroinvertebrates: comparing critical thermal maxima with 96-LT₅₀ values. *Journal of Thermal Biology*, 36(6): 322–327.
- Di Sabatino, A., Cicolani, B., Gerecke, R. (2003): Biodiversity and distribution of water mites (Acari, Hydrachnidia) in spring habitats. *Freshwater Biology*, 48(12): 2163-2173.
- Di Sabatino, A., Gerecke, R., Gledhill, T., Smit, H. (2010): Chelicerata: Acari II. – In: Gerecke, R. (ed.): *Süßwasserfauna von Mitteleuropa*, Bd. 7/2-2. Springer Spektrum, Heidelberg, 235 pp.
- Dmitrović, D. (2012): Stanje taksona zoobentosa odabranih krenona desne strane srednjeg toka Vrbasa i lijeve strane donjeg toka Vrbanje. Magistarski rad. Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Banjoj Luci, 77 str.

- Dmitrović, D., Savić, A., Pešić, V. (2016): Discharge, substrate type and temperature as factors affecting gastropod assemblages in springs in northwestern Bosnia and Herzegovina. *Archives of Biological Sciences*, 68(3): 613-621.
- Dodds, W.K. (2006): Eutrophication and trophic state in rivers and streams. *Limnology and Oceanography*, 51(1, part 2): 671-680.
- Erman, N.A., Erman, D.C. (1995): Spring permanence, Trichoptera species richness and the role of drought. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 68: 50-64.
- Fattorini, S., Borges, P.A.V., Fiasca, B., Galassi, D.M.P. (2016): Trapped in the web of water: Groundwater-fed springs are island-like ecosystems for the meiofauna. *Ecology and Evolution*, 1-13.
- Ferrington, L.C. (1998): Generic composition of Chironomid fauna in springs of North America. - In: Botosaneanu, L. (ed.): *Studies in Crenobiology, The biology of springs and springbrooks*. Backhuys Publishers, Leiden, 141–155.
- Filipović, S., Pavlović, N., Pavlović, B.P., Savanović, D. (2009): Stanje taksocena zoobentosa krenona u slivu Vrbanje: 1. Vilenska vrela. – U: Ilić, P. (ur.): *Zbornik radova, Naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem „Zaštita i zdravlje na radu i zaštita životne sredine“*, 24.-26.6.2009. Institut zaštite, ekologije i informatike, Naučnoistraživački institut, Banja Luka: 323-329.
- Fischer, J. (1996): Bewertungsverfahren zur Quellfauna. *Crunoecia*, 5: 227-240.
- Fischer, J., Fischer, F., Schnabel, S., Bohle, H.W. (1998): Spring fauna of the Hessian Mittelgebirge: Population structure, adaptative strategies, and relations to habitats of the macroinvertebrates, as exemplified by springs in the Rhenisch metamorphic shield and in the East-Hessian sandstone plate. – In: Botosaneanu, L. (ed.): *Studies in Crenobiology, The biology of springs and springbrooks*. Backhuys Publishers, Leiden: 182-199.
- Geismar, J., Haase, P., Nowak, C., Sauer, J., Pauls, S.U. (2015): Local population genetic structure of the montane caddisfly *Drusus discolor* is driven by overland dispersal and spatial scaling. *Freshwater Biology*, 60(1): 209–221.
- Gerecke, R. (1996): Untersuchungen über Wassermilben der Familie Hydryphantidae (Acari, Actinedida) in der Westpalearktis, II. Die Wassermilben der Familie

Hydryphantidae Piersig, 1896 in der Mittel meerländen. *Archiv für Hydrobiologie*, 77(3-4): 337-513.

Gerecke, R., Meisch, C., Stoch, F., Acri, F., Franz, H. (1998): Eucrenon-hypocrenon ecotone and spring typology in the Alps of Berchtesgaden (Upper Bavaria, Germany). A study of microcrustacea (Crustacea: Copepoda, Ostracoda) and water mites (Acari: Halacaridae, Hydrachnellae). - In: Botosaneanu, L. (ed.): *Studies in Crenobiology, The biology of springs and springbrooks*. Backhuys Publishers, Leiden: 167-182.

Gerecke, R., Stoch, F., Meisch, C., Schrankel, I. (2005): Die Fauna der Quellen und des hyporheischen Interstitials in Luxemburg. Unter besonderer Berücksichtigung der Milben (Acari), Muschelkrebse (Ostracoda) und Ruderfusskrebse (Copepoda). *Ferrantia* 41. Musée national d'histoire naturelle, Luxemburg, 140 pp.

Gledhill, T., Sutcliffe, D.W., Williams, W.D. (1976): A revised key to the British species of Crustacea: Malacostraca occurring in fresh water with notes on their ecology and distribution. Freshwater biological association, Ambleside, Cumbria, Wareham, Dorset, 72 pp.

Glöer, P. (2002): Die Süßwassergastropoden Nord- und Mitteleuropas. Bestimmungsschlüssel, Lebensweise, Verbreitung. *Die Tierwelt Deutschlands*, 73, ConchBooks, Hackenheim, 327 pp.

Glöer, P., Grego, J. (2015): New subterranean freshwater Molluscs from Bosnia & Hercegovina (Mollusca: Hydrobiidae). *Ecologica montenegrina*, 2(4): 307-314.

Glöer, P., Pešić, V. (2014): *Belgrandiella bozidarcucici* n. sp., a new species from Bosnia and Herzegovina (Gastropoda: Hydrobiidae). *Archives of Biological Sciences*, 66(2): 461–464.

Gooch, J.L., Glazier, D.S. (1991): Temporal and spatial patterns in Mid-Appalachian springs. – In: Williams, D.D., Danks, H.V. (eds.): *Arthropods of springs, with particular reference to Canada. Memoirs of the Entomological Society of Canada*, 123(155): 29-49.

Grandi, M. (1960): Ephemeroidea. Sotto gli auspici dell'Accademia Nazionale Italiana di Entomologia e dell'Unione Zoologica Italiana, Bologna, 474 pp.

- Grosser, C., Pešić, V., Dmitrović, D. (2014): *Dina sketi* n. sp., a new erpobdellid leech (Hirudinida: Erpobdellidae) from Bosnia and Herzegovina. *Zootaxa*, 3793(3): 393–397.
- Hahn, H.J. (2000): Studies on classifying of undisturbed spring in Southwestern Germany by macrobenthic communities. *Limnologica*, 30: 247-259.
- Hansen, M. (1996): Coleoptera Hydrophiloidea and Hydraenidae, Water Scavenger Beetles. – In: Nilsson, A. (ed.): The aquatic insects of North Europe 1. Apollo Books, Stenstrup: 173-194.
- Harding, J.S., Benfield, E.F., Bolstad, P.V., Helfman, G.S., Jones, E.B.D. (1998): Stream biodiversity: The ghost of land use past. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95(25):14843–14847.
- Hayford, B., Herrmann, S.J. (1998): Migration patterns of four macroinvertebrates along a rheocrene thermal spring. - In: Botosaneanu, L. (ed.): Studies in Crenobiology, The biology of springs and springbrooks. Backhuys Publishers, Leiden: 75–84.
- Hoffsten, P.-O. (2004): Site-occupancy in relation to flight-morphology in caddisflies. *Freshwater Biology*, 49: 810–817.
- Hoffsten, P.-O., Malmqvist, B. (2000): The macroinvertebrate fauna and hydrogeology of springs in central Sweden. *Hydrobiologia*, 436: 91-104.
- Hofsvang, T. (1997): Diptera Tipulidae, Crane Flies. – In: Nilsson, A. (ed.): The aquatic insects of North Europe 2. Apollo Books, Stenstrup: 93-98.
- Horvatić, S. (1967): Fitogeografske značajke i raščlanjenje Jugoslavije. – U: Horvatić, S. (ur.): Analitička flora Jugoslavije 1 (1). Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Sveučilišna naklada Liber, Zagreb: 23-61.
- Hynes, H.B.N. (1977): A key to the adults and nymphs of the British stoneflies (Plecoptera) with notes on their ecology and distribution. Freshwater Biological Association, Ambleside, 96 pp.
- Illies, J. (1961): Versuch einer allgemeinen biozönotischen Gliederung der Fließgewässer. *Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie und Hydrographie*, 46(2): 205-213.

- Illies, J., Botosaneanu, L. (1963): Problèmes et méthodes de la classification et de la zonation écologique des eaux courantes, considérées surtout du point de vue faunistique. *Mitteilungen des Internationalen Vereins für Limnologie*, 12: 1-57.
- Ilmonen, J., Paasivirta, L. (2005): Benthic macrocrustacean and insect assemblages in relation to spring habitat characteristics: patterns in abundance and diversity. *Hydrobiologia*, 533(1-3): 99–113.
- Ilmonen, J., Paasivirta, L., Virtanen, R., Muotka, T. (2009): Regional and local drivers of macroinvertebrate assemblages in boreal springs. *Journal of Biogeography*, 36:822-834.
- Jansson, A. (1996): Heteroptera Nepomorpha, Aquatic Bugs. – In: Nilsson, A. (ed.): The aquatic insects of North Europe 1. Apollo Books, Stenstrup: 91-103.
- Kaćanski, D. (1968): Dinamika populacija simulida (Diptera, Simuliidae). *Godišnjak Biološkog Instituta Univerziteta u Sarajevu*, 21: 71-128.
- Kaćanski, D. (1970a): Fauna Plecoptera u području planina Maglić, Volujak i Zelengora. *Glasnik Zemaljskog muzeja Bosne i Hercegovine u Sarajevu*, 9: 67-78.
- Kaćanski, D. (1970b): Fauna Simuliidae (Diptera) u tekućicama na području planina Maglić, Volujak i Zelengora. *Glasnik Zemaljskog muzeja Bosne i Hercegovine u Sarajevu*, 9: 79-91.
- Kaćanski, D. (1971): Plecoptera sliva gornjeg toka reke Bosne. *Glasnik Zemaljskog muzeja Bosne i Hercegovine u Sarajevu*, 10: 103-118.
- Kaćanski, D. (1978): Plecoptera sliva reke Neretve. *Godišnjak Biološkog Instituta Univerziteta u Sarajevu*, 31: 57-68.
- Kaćanski, D. (1983): Plecoptera rijeke Vrbas. *Godišnjak Biološkog Instituta Univerziteta Sarajevo*, 36: 101-115.
- Karaman, G.S. (2010): The current approach to the fauna Amphipoda (Crustaceae) in Bosnia and Herzegovina (contribution to the knowledge of Amphipoda 250). – U: Berberović, Lj., Redžić, S. (ur.): Zbornik radova, Simpozijum - Panel „*Darvin danas*“ - povodom 200-godišnjice rođenja i 150-godišnjice „*Postanka vrsta*“, 24. novembar 2009. Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Sarajevo,

Posebna izdanja, Knjiga 129, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka, Knjiga 17: 17-28.

- Karaouzas, I., Plóciennik, M. (2016): Spatial scale effects on Chironomidae diversity and distribution in a Mediterranean River Basin. *Hydrobiologia*, 767(1): 81–93.
- Kärnä, O.-M., Grönroos, M., Antikainen, H., Hjort, J., Ilmonen, J., Paasivirta, L., Heino, J. (2015): Inferring the effects of potential dispersal routes on the metacommunity structure of stream insects: as the crow flies, as the fish swims or as the fox runs? *Journal of Animal Ecology*, 84(5): 1342–1353.
- Karta 1:100 000, Banja Luka, Broj lista 423. Prvo izdavanje štampano 1971. godine. Sadržaj po stanju iz 1951-1967. godine, a putna mreža po stanju iz 1970. godine. Izdaje i štampa Vojnogeografski institut.
- Kerovec, M. (1986): Priručnik za upoznavanje beskralješnjaka naših potoka i rijeka. SNL, Zagreb, 127 str.
- Klausnitzer, B. (1996): Coleoptera Scirtidae, Marsh Beetles. – In: Nilsson, A. (ed.): The aquatic insects of North Europe 1. Apollo Books, Stenstrup: 203-208.
- Krek, S. (1970a): Fauna Psychodidae (Diptera) u području planina Maglić, Volujak i Zelengora. *Glasnik Zemaljskog muzeja Bosne i Hercegovine u Sarajevu*, 9: 93-106.
- Krek, S. (1970b): *Philosepedon balkanicus* i *Threticus optabilis*, nove vrste tribusa Telmatoscopini Vaillant (Psychodidae). *Godišnjak Biološkog Instituta Univerziteta u Sarajevu*, 23: 27-32.
- Krek, S. (1972): Neki faktori distribucije Psychodidae (Diptera). *Godišnjak Biološkog Instituta Univerziteta u Sarajevu*, 25: 59-107.
- Krek, S. (1973): Ekološka klasifikacija i cenotički odnosi Psychodidae u tekućicama jugoistočne Bosne. *Godišnjak Biološkog Instituta Univerziteta u Sarajevu*, 26: 57-95.
- Krek, S. (1977): Tri nove vrste Psychodinae iz Bosne (Psychodidae, Diptera). *Godišnjak Biološkog Instituta Univerziteta u Sarajevu*, 30: 105-112.
- Krek, S. (1979): Nove vrste Psychodinae iz Jugoslavije (Psychodidae, Diptera). *Godišnjak Biološkog Instituta Univerziteta u Sarajevu*, 32: 125-132.

- Krek, S. (1983): Novi subgenus roda *Pericoma* Walker (Psychodinae, Psychodidae). *Glasnik Zemaljskog muzeja Bosne i Hercegovine u Sarajevu*, 22: 75-79.
- Krek, S., Kaćanski, D., Tanasijević, M. (1976): Biocenološka analiza naselja insekata (Ephemeroptera, Plecoptera, Simuliidae i Psychodidae) sliva rijeke Sutjeske. *Godišnjak Biološkog Instituta Univerziteta u Sarajevu*, 29: 23-54.
- Lencioni, V., Marziali, L., Rossaro, B. (2011): Diversity and distribution of chironomids (Diptera, Chironomidae) in pristine Alpine and pre-Alpine springs (Northern Italy). *Journal of Limnology*, 70(1): 106–121.
- Lencioni, V., Marziali, L., Rossaro, B. (2012): Chironomids as bioindicators of environmental quality in mountain springs. *Freshwater Science*, 31(2): 525–541.
- Lewin, I., Czerniawska, I., Szoszkiewicz, K., Lawniczak, A., Jusik, S. (2013): Biological indices applied to benthic macroinvertebrates at reference conditions of mountain streams in two ecoregions (Poland, the Slovak Republic). *Hydrobiologia*, 709(1):183-200.
- Lindegaard, C., Brodersen, K.P., Wiberg-Larsen, P., Skriver, J. (1998): Multivariate analyses of macrofaunal communities in Danish springs and springbrooks. - In: Botosaneanu, L. (ed.): *Studies in Crenobiology, The biology of springs and springbrooks*. Backhuys Publishers, Leiden: 201–219.
- Maiolini, B., Carolli, M., Silveri, L. (2011): Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera in springs in Trentino (South-eastern Alps). *Journal of Limnology*, 70(1):122-133.
- Marinković, M. (1955): Dve nove vrste iz grupe *Chaetopteryx* (Limnophilidae, Trichoptera) u kolini Sarajeva. *Godišnjak Biološkog Instituta u Sarajevu*, 8(1-2): 125-129.
- Marinković, R., Ahac, A. (1979): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000. Jajce L 33-131. Savezni geološki zavod, Beograd.
- Marinković, R., Đorđević, D. (1981): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000. Tumač za list Jajce L33–131. Savezni geološki zavod, Beograd, 67 str.
- Marinković-Gospodnetić, M. (1961): Dinamika populacija *Hydropsyche fulvipes* Curtis i *Hydropsyche saxonica* McLachlan (Trichoptera). *Godišnjak Biološkog Instituta Univerziteta u Sarajevu*, 14(1-2): 15-84.

- Marinković-Gospodnetić, M. (1970a): Fauna Trichoptera područja Maglića, Volujka i Zelengore. *Glasnik Zemaljskog muzeja Bosne i Hercegovine u Sarajevu*, 9: 107-119.
- Marinković-Gospodnetić, M. (1970b): Descriptions of some species of Trichoptera from Yugoslavia. *Godišnjak Biološkog Instituta Univerziteta u Sarajevu*, 23: 77-84.
- Marinković-Gospodnetić, M. (1978): The Caddis-Flies (Trichoptera, Insecta) of Hercegovina (Yugoslavia). *Godišnjak Biološkog Instituta Univerziteta u Sarajevu*, 31: 115-131.
- Marinković-Gospodnetić, M. (1988): Dve nove vrste roda *Glossosoma* (Trichoptera, Insecta) u Jugoslaviji. *Godišnjak Biološkog Instituta Univerziteta Sarajevo*, 41: 41-48.
- Marinković-Gospodnetić, M., Krek, S., Tanasijević, M., Kaćanski, D. (1980): Fauna vodenih insekata. – U: Vuković, T. (ur.): *Savjetovanje „Problemi inventarizacije životinjskog svijeta Bosne i Hercegovine – Stanje i perspektive“*, 21.12.1978. Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Sarajevo, Posebna izdanja, Knjiga 47, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka, Knjiga 8: 65-74.
- Marković, Z. (1998): Izvori brdsko-planinskih područja Srbije. Ekološka studija makrozoobentosa. Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 318 str.
- Martin, P., Stur, E. (2006): Parasite-host association and life cycles of spring-living water mites (Hydrachnidia, Acari) from Luxembourg. *Hydrobiologia*, 573(1): 17–37.
- Martin, P., Stur, E., Wiedenburger, S. (2010): Larval parasitism of spring-dwelling alpine water mites (Hydrachnidia, Acari): a study with particular reference to chironomid hosts. *Aquatic ecology*, 44(2): 431-448.
- Marziali, L., Lencioni, V., Rossaro, B. (2010): The chironomids (Diptera: Chironomidae) from 108 Italian Alpine springs. *Verhandlungen der Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*, 30(9): 1467–1470.
- McCabe, D.J. (1998): Biological communities in springbrooks. - In: Botosaneanu, L. (ed.): *Studies in Crenobiology, The biology of springs and springbrooks*. Backhuys Publishers, Leiden, 221–228.

- Meinander, M. (1996a): Megaloptera, Alder Flies. – In: Nilsson, A. (ed.): The aquatic insects of North Europe 1. Apollo Books, Stenstrup: 105-110.
- Meinander, M. (1996b): Neuroptera, Lacewings. – In: Nilsson, A. (ed.): The aquatic insects of North Europe 1. Apollo Books, Stenstrup: 111-114.
- Meyer, A., Meyer, E.I., Meyer, C. (2003): Lotic communities of two small temporary karstic stream systems (East Westphalia, Germany) along a longitudinal gradient of hydrological intermittency. *Limnologica-Ecology and Management of Inland Waters*, 33(4), 271-279.
- Mikšić, S., Cvijović, M., Kačanski, D., Krek, S., Marinković-Gospodnetić, M., Sijarić, R., Tanasijević, M., Živadinović, J. (1970): Biogeografska analiza entomofaune planina Maglić, Volujak i Zelengora. *Glasnik Zemaljskog muzeja Bosne i Hercegovine u Sarajevu*, 9: 185-191.
- Moller Pillot, H.K.M. (2009): A key to the larvae of the aquatic Chironomidae of the North-West European Lowlands. Private print, not published, 77 p.
- Moller Pillot, H.K.M. (2013): Chironomidae Larvae, Volume 3: Biology and Ecology of the Aquatic Orthocladiinae. KNNV Publishing, Zeist, 312 pp.
- Moller Pillot, H.K.M., Klink, A.G. (2003): Chironomidae larvae. Key to higher taxa and species of the lowlands of Northwestern Europe. CD-ROM, Expert Center for Taxonomic Identification, Amsterdam.
- Mori, N., Brancelj, A. (2006): Macroinvertebrate communities in karst springs of two river catchments in the Southern Limestone Alps (the Julian Alps, NW Slovenia). *Aquatic Ecology*, 40(1): 69–83.
- Mršić, M., Maksimović, T., Pajčin, R., Filipović, S. (2009): Stanje taksocena zoobentosa krenona u slivu Strižne i Vojskove. - U: Ilić, P. (ur.): Zbornik radova, Naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem „Zaštita i zdravlje na radu i zaštita životne sredine“, 24.-26.6.2009. Institut zaštite, ekologije i informatike, Naučnoistraživački institut, Banja Luka: 331–338.
- Mučibabić, S. (1980a): Specifičnosti faune Bosne i Hercegovine. – U: Vuković, T. (ur.): Savjetovanje „Problemi inventarizacije životinjskog svijeta Bosne i Hercegovine – Stanje i perspektive“, 21.12.1978. Akademija nauka i umjetnosti Bosne i

Hercegovine, Sarajevo, Posebna izdanja, Knjiga 47, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka, Knjiga 8: 11-20.

Mučibabić, S. (1980b): Fauna Turbellaria Bosne i Hercegovine. – U: Vuković, T. (ur.): Savjetovanje „*Problemi inventarizacije životinjskog svijeta Bosne i Hercegovine – Stanje i perspektive*“, 21.12.1978. Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Sarajevo, Posebna izdanja, Knjiga 47, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka, Knjiga 8: 43-51.

Nesemann, H., Neubert, E. (1999): Annelida, Clitellata: Branchiobdellida, Acanthobdellea, Hirudinea. – In: Schwoerbel, J., Zwick, P. (eds.): Süßwasserfauna von Mitteleuropa 6/2. Elsevier GmbH, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 178 pp.

Nilsson, A.N. (1996a): Coleoptera, Introduction. – In: Nilsson, A. (ed.): The aquatic insects of North Europe 1. Apollo Books, Stenstrup: 115-122.

Nilsson, A.N. (1996b): Coleoptera Dytiscidae, Diving Water Beetles. – In: Nilsson, A. (ed.): The aquatic insects of North Europe 1. Apollo Books, Stenstrup: 145-172.

Nilsson, A.N. (1996c): Coleoptera Dryopoidea, Riffle Beetles. – In: Nilsson, A. (ed.): The aquatic insects of North Europe 1. Apollo Books, Stenstrup: 195-202.

Nilsson, A.N. (1996d): Coleoptera Chrysomelidae Donaciinae, Water Lily Beetles. – In: Nilsson, A. (ed.): The aquatic insects of North Europe 1. Apollo Books, Stenstrup: 209-216.

Odum, E.P. (1971): Fundamentals of Ecology. W. B. Saunders Company, Philadelphia, London, Toronto, 574 pp.

Orendt, C. (2000): The chironomid communities of woodland springs and spring brooks, severely endangered and impacted ecosystems in a lowland region of eastern Germany (Diptera: Chironomidae). *Journal of Insect Conservation*, 4(2): 79-91.

Pavlović, B. (1981): Predviđanje broja vrsta i podvrsta u limnofauni Bosne i Hercegovine. *Godišnjak Biološkog Instituta Univerziteta u Sarajevu*, 34: 79-84.

Pavlović, B., Pavlović, N. (1999): Bogatstvo limnofaune izvorskim oblicima i korišćenje vode izvora. - U: Matović, N., Bajić, M. (ur.): Monografija - Resursi prirodne vode za piće s ekološkim poreklom. Epoha, Požega: 67-72.

- Pavlović, B., Pavlović, N. (2000): Broj vrsta i podvrsta limnofaune Evrope koje žive u krenonskim biotopima Balkanskog poluostrva i problemi njihovog opstanka. *Ecologica*, 6: 135-138.
- Pavlović, N., Balta, M., Dmitrović, D. (2012b): Longitudinalni raspored zoobentosa rječice Krupe pritoke Vrbasa. - U: Redžić, S. (ur.): Zbornik radova, Međunarodni naučni skup „*Struktura i dinamika ekosistema Dinarida – stanje, mogućnosti i perspektive*“, 15. i 16. juni 2011. Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Sarajevo, Posebna izdanja, Knjiga 149, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka, Knjiga 23: 57-72.
- Pavlović, N., Božić, M., Filipović, S. (2008): Analiza zoobentosa izvorišta Usore. - U: Ilić, P. (ur.): Zbornik radova, Naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem „*Savremene tehnologije za održivi razvoj gradova*“, 14. i 15. novembar 2008. Institut zaštite, ekologije i informatike, Naučnoistraživački institut, Banja Luka: 611-618.
- Pavlović, N., Ciganović, B., Dmitrović, D. (2012a): Sezonske i longitudinalne promjene sastava zoobentosa izvorišta Sane. - U: Redžić, S. (ur.): Zbornik radova, Međunarodni naučni skup „*Struktura i dinamika ekosistema Dinarida – stanje, mogućnosti i perspektive*“, 15. i 16. juni 2011. Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Sarajevo, Posebna izdanja, Knjiga 149, Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka, Knjiga 23: 99-112.
- Pavlović, N., Ivetić, S., Dmitrović, D., Petković, M. (2012c): Longitudinalni raspored zoobentosa u gornjem dijelu rijeke Kozica na Manjači. - U: Ristić, Ž. (ur.): Zbornik radova, 1. Međunarodni kongres ekologa „*Ekološki spektar 2012.*“, 20. i 21. april 2012. Univerzitet za poslovne studije, Banja Luka: 251-263.
- Pavlović, N., Pavlović, B., Dmitrović, D. (2011c): Izvori - opstajanje cenoekona. - U: Kukavica, B. (ur.): Zbornik radova „*II Simpozijum Biologa Republike Srpske i I Simpozijum ekologa Republike Srpske*“, 4.-6.11.2010. Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Banjoj Luci, Banja Luka, *Skup* 4: 181-195.
- Pavlović, N., Pavlović, B.P., Filipović, S., Mršić, M. (2006): Poređenje stanja taksocena zoobentosa krenona Vrela Bosne, Paljanske Miljacke, Bistrice i snabdjevanje pitkom vodom. - U: Grujić, R. (ur.): Zbornik radova, Prvi međunarodni kongres

„Ekologija, zdravlje, rad, sport“, 8.-11.6.2006. Udruženje „Zdravlje za sve“, Banja Luka: 76–80.

- Pavlović, N., Pavlović, B.P., Filipović, S., Pajčin, R., Dmitrović, D. (2011d): Stanje taksocena zoobentosa izvora Pliva i Ribnik. *Glasnik Republičkog zavoda za zaštitu prirode u Podgorici*, 31-32: 163-178.
- Pavlović, N., Pavlović, P.B., Dmitrović, D., Pajčin, R., Filipović, S. (2011a): Zoobentos izvora gornjeg dijela sliva Vrbanje. - U: Kukavica, B. (ur.): Zbornik radova „II Simpozijum Biologa Republike Srpske i I Simpozijum ekologa Republike Srpske“, 4.-6.11.2010. Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Banjoj Luci, Banja Luka, *Skup 4*: 13-23.
- Pavlović, N., Pavlović, P.B., Pajčin, R., Filipović, S., Dmitrović, D., Mršić, M. (2009a): Stanje taksocena zoobentosa krenona u slivu Sutjeske. - U: Ilić, P. (ur.): Zbornik radova, Naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem „Zaštita i zdravlje na radu i zaštita životne sredine“, 24.-26.6.2009. Institut zaštite, ekologije i informatike, Naučnoistraživački institut, Banja Luka: 427–440.
- Pavlović, N., Pavlović, P.B., Pavlović, B.B., Dmitrović, D., Pajčin, R., Filipović, S. (2011b): Zoobentos Vrbanje u uslovima rada malih hidroelektrana. - U: Kukavica, B. (ur.): Zbornik radova „II Simpozijum Biologa Republike Srpske i I Simpozijum ekologa Republike Srpske“, 4.-6.11.2010. Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Banjoj Luci, Banja Luka, *Skup 4*: 197-208.
- Pavlović, P.B., Pavlović, N., Vidović, S., Vuković, D., Dekić, R., Filipović, S., Paraš, S., Pajčin, R., Šukalo, G., Dmitrović, D. (2009b): Endemične vrste i podvrste životinja značajne za čuvanje biotičkog diverziteta Republike Srpske. - U: Ilić, P. (ur.): Zbornik radova, Naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem „Zaštita i zdravlje na radu i zaštita životne sredine“, 24.-26.6.2009. Institut zaštite, ekologije i informatike, Naučnoistraživački institut, Banja Luka: 501–517.
- Pešić, V., Dmitrović, D., Savić, A., Von Fumetti, S. (2016): Studies on eucrenal-hypocrenal zonation of springs along the river mainstream: A case study of a karst canyon in Bosnia and Herzegovina. *Biologia*, 71(7): 809-817.

- Pešić, V., Smit, H., Gerecke, R., Di Sabatino, A. (2010): The water mites (Acari: Hydrachnidia) of the Balkan peninsula, a revised survey with new records and descriptions of five new taxa. *Zootaxa*, 2586: 1–100.
- Pešić, V.M. (2003): New records of water mites (Acari: Hydrachnidia and Halacaroida) from Bosnia and Herzegovina, with description of a new species, *Aturus gordani*. *Archives of Biological Sciences*, 55(3-4): 107-112.
- Plóciennik, M., Dmitrović, D., Pešić, V., Gadawski, P. (2016): Ecological patterns of Chironomidae assemblages in Dinaric karst springs. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 417(11): 1-19.
- Rádková, V., Bojková, J., Křoupalová, V., Schenková, J., Syrovátka, V., Horsák, M. (2014): The role of dispersal mode and habitat specialisation in metacommunity structuring of aquatic macroinvertebrates in isolated spring fens. *Freshwater Biology*, 59(11): 2256-2267.
- Radoman, P. (1983): Hydrobioidea a superfamily of Prosobranchia (Gastropoda) I Systematics. – In: Pantić, V. (ed.): Monographs, Volume 547, Department of Sciences, No 57, Serbian Academy of Sciences and Arts, Beograd, 256 pp.
- Rajčević, V., Crnogorac, B.Č. (2011): Rijeka Vrbanja – Fiziogena svojstva sliva i riječnog sistema. „ARTPRINT“, Banja Luka, 276 str.
- Redžić, S., Omerović, S., Golić, S. (1986): Prilog poznavanju šumskih fitocenoza planine Čemernice. *Godišnjak Biološkog instituta Univerziteta Sarajevo*, 39: 125-139.
- Reusch, H., Oosterbroek, P. (1997): Diptera Limoniidae and Pedicidae, Short-palped Crane Flies. – In: Nilsson, A. (ed.): The aquatic insects of North Europe 2. Apollo Books, Stenstrup: 105-132.
- Rozkošný, R. (1997): Diptera Stratiomyidae, Soldier Flies. – In: Nilsson, A. (ed.): The aquatic insects of North Europe 2. Apollo Books, Stenstrup: 321-332.
- Sambugar, B., Dessi, G., Sapelza, A., Stenico, A., Thaler, B., Veneri, A. (2006): Fauna sorgentizia in Alto Adige. Provincia Autonoma di Bolzano, Alto Adige, 372 pp.
- Savić, A., Dmitrović, D., Pešić, V. (2017): Ephemeroptera, Plecoptera, and Trichoptera assemblages of karst springs in relation to some environmental factors: a case study in central Bosnia and Herzegovina. *Turkish Journal of Zoology*, 41: 119-129.

- Savić, K., Pavlović, N., Dmitrović, D. (2011): Stanje taksocena zoobentosa izvora slivnog područja Sane na Kozari. *Skup* 3, 3-12.
- Schmidt-Rhaesa, A. (2010): Considerations on the genus *Gordius* (Nematomorpha, horsehair worms), with the description of seven new species. *Zootaxa*, 2533: 1-35.
- Skvortsov, V.E. (2010): The dragonflies of Eastern Europe and Caucasus: An illustrated guide. KMK Scientific Press Ltd., Moscow, 623 pp.
- Smith, H., Wood, P.J., Gunn, J. (2003): The influence of habitat structure and flow permanence on invertebrate communities in karst spring systems. *Hydrobiologia*, 510: 53-66.
- Smith, K.G.V. (1997): Diptera, introduction to immature stages. – In: Nilsson, A. (ed.): The aquatic insects of North Europe 2. Apollo Books, Stenstrup: 79-92.
- Staudacher, K., Füreder, L. (2007): Habitat Complexity and Invertebrates in Selected Alpine Springs (Schütt, Carinthia, Austria). *International Review of Hydrobiology*, 92(4-5): 465–479.
- Stefanović, V., Beus, V. (1983a): Karta realne šumske vegetacije S R Bosne i Hercegovine 1:500 000. Katedra za ekologiju šuma, Šumarski fakultet, Sarajevo.
- Stefanović, V., Beus, V. (1983b): Karta potencijalne vegetacije S R Bosne i Hercegovine 1:500 000. Katedra za ekologiju šuma, Šumarski fakultet, Sarajevo.
- Stefanović, V., Beus, V., Burlica, Č., Dizdarević, H., Vukorep, I. (1983): Ekološko-vegetacijska rejonizacija Bosne i Hercegovine. Posebna izdanja: br. 17, Šumarski fakultet, Sarajevo, 51 str.
- Steinmann, P., Siegrist, R., Gams, H. (1915): Praktikum der Süßwasserbiologie. Bornträger, Berlin, 184 pp.
- Šapkarev, J.A. (1978): New Contribution to the Knowledge of Leech Distribution (Hirudinea) in Bosnia and Herzegovina. *Glasnik Zemaljskog muzeja Bosne i Hercegovine u Sarajevu*, 17: 197-205.
- Škondrić, S., Šumatić, N., Perić, R., Filipović, S., Dmitrović, D., Šukalo, G. (2013): New record of endemic *Symphyandra hofmannii* Pant. (1881) (Campanulaceae) in Cvrčka gorge (Bosnia and Herzegovina). – In: Govedar, Z., Dukić, V. (eds.): Proceedings, International Scientific Conference “Forestry science and practice for the purpose of

sustainable development of forestry”, 20 years od the Faculty of Forestry in Banja Luka, November 1st-4th 2012. University of Banja Luka, Faculty of Forestry, Banja Luka: 197-200.

- Šukalo, G., Dmitrović, D., Filipović, S., Kovačević, M., Đorđević, S., Tomović, Lj. (2015): New findings of the Greek Frog, *Rana graeca* Boulenger, 1891 (Anura: Ranidae) in the north-western Bosnia and Herzegovina. *Ecologica Montenegrina*, 2(2): 74-77.
- Tanasijević, M. (1970): Fauna Ephemeroptera na području planina Maglić, Volujak i Zelengora. *Glasnik Zemaljskog muzeja Bosne i Hercegovine u Sarajevu*, 9: 179-184.
- Tanasijević, M. (1974): Nalaz vrsta roda *Siphonurus* Eaton 1868. (Ephemeroptera) u nekim područjima Jugoslavije. *Glasnik Zemaljskog muzeja Bosne i Hercegovine u Sarajevu*, 13: 287-292.
- Tanasijević, M. (1977): Dinamika populacija vrsta roda *Baetis* Leach (Ephemeroptera) u rijeci Stavnji. *Godišnjak Biološkog Instituta Univerziteta u Sarajevu*, 30: 213-258.
- Thienemann, A. (1924): Hydrobiologische Untersuchungen an Quellen. *Archiv für Hydrobiologie*, 14: 151–189.
- Thomas, A.G.B. (1997): Diptera Rhagionidae and Athericidae, Snipe-flies. – In: Nilsson, A. (ed.): The aquatic insects of North Europe 2. Apollo Books, Stenstrup: 311-320.
- Timm, T. (1999): A Guide to the Estonian Annelida. Estonian Academy Publishers, Tartu-Tallinn, 208 pp.
- Trožić-Borovac, S. (2005a): Biodiverzitet vodenih cvjetova (Insecta: Ephemeroptera) u BiH i njihov značaj u ocjeni kvaliteta vode. *Voda i mi*, 9(41): 60-67.
- Trožić-Borovac, S. (2005b): Opće karakteristike kvaliteta vode rijeke Vrbas. *Voda i mi*, 9(44): 37-45.
- Trožić-Borovac, S. (2005c): Ekološke osobenosti sliva rijeke Lašve. *Voda i mi*, 9(45): 26-35.
- Trožić-Borovac, S. (2009): Ispitivanje kvaliteta vode potoka Žunovnica. *Voda i mi*, 13(64): 19-35.

- Trožić-Borovac, S., Avdić, J., Škrijelj, R. (2008): Ekološke osobenosti potoka Stojčevac. *Voda i mi*, 12(59): 36-48.
- Trožić-Borovac, S., Bašić, L., Hafner, D., Mušović, A. (2012): Endemic amphipod *Niphargus ilidzensis* Shäfferna 1922, (Crustacea: Amphipoda) within the protected area of Canton Sarajevo. *Works of the Faculty of Forestry University of Sarajevo*, 2: 73-87.
- Trožić-Borovac, S., Gajević, M. (2011): Plecoptera (kamenjarke) Bosne i Hercegovine. *Voda i mi*, 15(73): 25-34.
- Trožić-Borovac, S., Hafner, D. (2004): Fitobentos i zoobentos hidroekosistema šireg područja Vrela Bosne u ocjeni kvaliteta vode. *Voda i mi*, 8(37): 18-26.
- Trožić-Borovac, S., Hafner, D., Antunović, M. (2010): Kvalitativno-kvantitativni sastav bentosa sliva rijeke Neretve i Cetine u Federaciji BiH. *Voda i mi*, 14(71): 8-24.
- Uwadiae, R.E. (2010): Macroinvertebrates functional feeding groups as indices of biological assessment in a tropical aquatic ecosystem: implications for ecosystem functions. *New York Science Journal*, 3(8):6-15.
- Vallenduuk, H.J., Moller Pillot, H.K.M. (2007): Chironomidae Larvae of the Netherlands and Adjacent Lowlands. General Ecology and Tanypodinae. KNNV Publishing, Zeist, 143 pp.
- Verdonschot, P.F.M. (2006): Evaluation of the use of Water Framework Directive typology descriptors, reference sites and spatial scale in macroinvertebrate stream typology. *Hydrobiologia*, 566:39–58.
- Vitecek, S., Previšić, A., Kučinić, M., Bálint, M., Keresztes, L., Waringer, J., Pauls, S.U., Malicky, H., Graf, W. (2015): Description of a new species of *Wormaldia* from Sardinia and a new *Drusus* species from the Western Balkans (Trichoptera, Philopotamidae, Limnephilidae). *Zookeys*, 496: 85–103.
- Von Fumetti, S., Blattner, L. (2016): Faunistic assemblages of natural springs in different areas in the Swiss National Park: a small-scale comparison. *Hydrobiologia*, 1-10.
- Von Fumetti, S., Dmitrović, D., Pešić, V. The influence of flooding and river connectivity on macroinvertebrate assemblages in rheocene springs along a third-order river. *Fundamental and Applied Limnology*. Poslan u časopis.

- Von Fumetti, S., Nagel, P. (2011): A first approach to a faunistic crenon typology based on functional feeding groups. *Journal of Limnology*, 70(1):147-154.
- Von Fumetti, S., Nagel, P. (2012): Discharge variability and its effect on faunistic assemblages in springs. *Freshwater science*, 31(2): 647-656.
- Von Fumetti, S., Nagel, P., Baltes, B. (2007): Where a springhead becomes a springbrook – a regional zonation of springs. *Fundamental and Applied Limnology*, 169(1): 37-48.
- Von Fumetti, S., Nagel, P., Scheifhacken, N., Baltes, B. (2006): Factors governing macrozoobenthic assemblage in perennial springs in north-western Switzerland. *Hydrobiologia*, 568: 467–475.
- Wagner, R., Fischer, J., Schnabel, S. (1998): The Dipteran community of Central European springs: a summary. - In: Botosaneanu, L. (ed.): Studies in Crenobiology, The biology of springs and springbrooks. Backhuys Publishers, Leiden, 157-165.
- Wagner, R.H. (1997): Diptera Dixidae, Meniscus Midges. – In: Nilsson, A. (ed.): The aquatic insects of North Europe 2. Apollo Books, Stenstrup: 145-148.
- Wallace, I.D., Wallace, B., Philipson, G.N. (2003): Keys to the case-bearing caddis larvae of Britain and Ireland. Freshwater Biological Association, Ambleside, Cumbria and National Museums and Galleries on Merseyside, 264 pp.
- Waringer, J., Graf, W. (2013): Key and bibliography of the genera of European Trichoptera larvae. *Zootaxa*, 3640(2): 101-151.
- Webb, D.W., Wetzel, M.J., Reed, P.C., Philippe, L.R., Young, T.C. (1998): The macroinvertebrate biodiversity, water quality, and hydrogeology of ten karst springs in the Salem Plateau of Illinois. - In: Botosaneanu, L. (ed.): Studies in crenobiology, The biology of springs and springbrooks. Backhuys Publishers, Leiden, 39–48.
- Wiederholm, T. (1983): Chironomidae of the Holarctic region. Keys and diagnoses. Part 1. Larvae. *Entomologica Scandinavica*, Hardbound, 457 pp.

- Wood, P.J., Gunn, J., Smith, H., Abas-Kutty, A. (2005): Flow permanence and macroinvertebrate community diversity within groundwater dominated headwater streams and springs. *Hydrobiologia*, 545: 55-64.
- Zollhöfer, J.M. (1999): Spring biotopes in northern Switzerland: Habitat heterogeneity, zoobenthic communities and colonisation dynamics. PhD Thesis. Swiss Federal Institute of Science and Technology, Zürich, 142 pp.
- Zollhöfer, J.M., Brunke, M., Gonser, T. (2000): A typology of springs in Switzerland by integrating habitat variables and fauna. *Archiv für Hydrobiologie*, 121(3-4):349-376.
- Zwick, P. (2004): Key to the West Palearctic genera of stoneflies (Plecoptera) in the larval stage. *Limnologica*, 34: 315-348.

Biografija autora

Dejan Dmitrović je rođen 26.7.1982. godine u Banjoj Luci, gdje je završio osnovnu i srednju školu. Prirodno-matematički fakultet u Banjoj Luci, Odsjek Biologija – nastavni smjer, je upisao 2001. godine, a dvije godine kasnije i opšti smjer na istom odsjeku. Diplomiranjem na nastavnom smjeru (prosječna ocjena 9,50) stekao je zvanje Profesor biologije, a na opštem smjeru (prosječna ocjena 9,54) zvanje Diplomirani biolog. Školske 2008/2009. godine upisao je postdiplomske (magistarske) studije na smjeru Ekologija Studijskog programa Biologija na Prirodno-matematičkom fakultetu Univerziteta u Banjoj Luci, koje je završio sa prosječnom ocjenom 10,00. Odbranom magistarskog rada 3.5.2012. godine pod nazivom „Stanje taksona zoobentosa odabranih krenona desne strane srednjeg toka Vrbasa i lijeve strane donjeg toka Vrbanje“ je stekao zvanje Magistar bioloških nauka.

Služi se engleskim jezikom.

Dobitnik je nagrade predsjednika Republike Srpske, 2004. godine, povodom Dana Republike Srpske, a kao student sa najboljim prosjekom na Prirodno-matematičkom fakultetu u Banjoj Luci.

Iste godine je radio na poslovima DNK analitičara u DNK laboratoriji Međunarodne komisije za nestale osobe („ICMP“ – International Commission on Missing Persons) u Banjoj Luci, u trajanju od četiri mjeseca.

Krajem 2007. godine je u svojstvu profesora Biologije realizovao nastavu Biologije u Gimnaziji u Banjoj Luci, a početkom 2008. godine u Poljoprivrednoj školi u istom gradu.

Od aprila 2008. godine na Prirodno-matematičkom fakultetu Univerziteta u Banjoj Luci izvodi vježbe iz predmeta Opšta ekologija, Osnovi ekologije i Hidroekologija i zaštita kopnenih voda u svojstvu asistenta, a od marta 2013. godine u svojstvu višeg asistenta. Jedan je od izvođača jednodnevne i višednevne Terenske nastave na prvoj i trećoj godini studijskih programa Biologija i Ekologija i zaštita životne sredine.

Učestvovao je u pet naučnih projekata. Koautor je 17 naučnih radova publikovanih u naučnim časopisima i 19 naučnih radova publikovanih na naučnim skupovima.

Izjava 1

IZJAVA O AUTORSTVU

Izjavljujem
da je doktorska disertacija

Naslov rada Makrozoobentos odabranih krenona sliva rijeke Cvrcke

Naslov rada na engleskom jeziku Macrozoobenthos of selected crenons of the Cvrcka River basin

- ☒ rezultat sopstvenog istraživačkog rada,
- ☒ da doktorska disertacija, u cjelini ili u dijelovima, nije bila predložena za dobijanje bilo koje diplome prema studijskim programima drugih visokoškolskih ustanova,
- ☒ da su rezultati korektno navedeni i
- ☒ da nisam kršio/la autorska prava i koristio intelektualnu svojinu drugih lica.

U Banjoj Luci 01.02.2017. godine

Potpis doktoranta



Izjava 2

Izjava kojom se ovlašćuje Univerzitet u Banjoj Luci da doktorsku disertaciju učini javno dostupnom

Ovlašćujem Univerzitet u Banjoj Luci da moju doktorsku disertaciju pod naslovom

Makrozoobentos odabranih krenona sliva rijeke Cvrčke

koja je moje autorsko djelo, učini javno dostupnom.

Doktorsku disertaciju sa svim priložima predao/~~la~~ sam u elektronskom formatu pogodnom za trajno arhiviranje.

Moju doktorsku disertaciju pohranjenu u digitalni repozitorijum Univerziteta u Banjoj Luci mogu da koriste svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (*Creative Commons*) za koju sam se odlučio/~~la~~.

1. Autorstvo
2. Autorstvo – nekomercijalno
- ③ 3. Autorstvo – nekomercijalno – bez prerade
4. Autorstvo – nekomercijalno – dijeliti pod istim uslovima
5. Autorstvo – bez prerade
6. Autorstvo – dijeliti pod istim uslovima

(Molimo da zaokružite samo jednu od šest ponuđenih licenci, kratak opis licenci dat je na poledini lista).

U Banjoj Luci 01.02.2017. godine

Potpis doktoranta



Izjava 3

Izjava o identičnosti štampane i elektronske verzije doktorske disertacije

Ime i prezime autora Dejan Dmitrović

Naslov rada Makrozoobentos odabranih krenona sliva rijeke Cvrčke

Mentor dr Vladimir Pešić, redovni profesor, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet
Crne Gore

Izjavljujem da je štampana verzija moje doktorske disertacije identična elektronskoj verziji koju sam predao/la za digitalni repozitorijum Univerziteta u Banjoj Luci.

U Banjoj Luci 01.02.2017. godine

Potpis doktoranta