

UNIVERZITET CRNE GORE PRIRODNO-MATEMATIČKI
FAKULTET
STUDIJSKI PROGRAM BIOLOGIJA

VIOLETA BERLAJOLLI

FAUNISTIČKA I EKOLOŠKA STUDIJA
IZVORA KOSOVSKOG DIJELA
PROKLETIJA

DOKTORSKA DISERTACIJA

Podgorica, 2020

UNIVERSITY OF MONTENEGRO FACULTY OF SCIENCE
STUDY PROGRAM BIOLOGY

VIOLETA BERLAJOLLI

A FAUNISTICAL AND ECOLOGICAL
STUDY OF THE SPRINGS OF THE
KOSOVO PART OF THE CURSED
MOUNTAIN

DOCTOR DISSERTATION

Podgorica, 2020

Doktorand:

Ime i prezime: Msc Violeta Berlajolli

Datum rođenja: 4. 4. 1971

Naziv završenog studijskog programa i godina završetka:

- Osnovne studije: Prirodno matematički fakultet - Odsjek za Biologiju – smjer Biologija, 2002.
- Magistarske studije: Prirodno matematički fakultet - Studijska grupa Biologija - smjer Ekologija, 2012.

Mentor:

Prof. dr Vladimir Pešić, redovni profesor, Univerzitet Crne Gore – Prirodno matematički fakultet – Studijska grupa Biologija

Članovi komisije:

Dr. Drago Marić, redovni profesor, Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta Crne Gore (naučna oblast, Ekologija i Biodiverzitet)

Dr. Marko Miliša, vanredni profesor, Prirodno-slovesno-matematični fakultet Sveučelišta u Zagrebu (naučna oblast, Ekologija i Biodiverzitet)

Dr. Halil Ibrahimović, redovni profesor, Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Prištini (naučna oblast, Ekologija i Biodiverzitet)

Dr. Vesna Vukašinović-Pešić, vanredni profesor Metalurško-tehnološkog fakulteta Univerziteta Crne Gore (naučna oblast: Analitička hemija)

Dr. Valdimir Pešić, redovni profesor, Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta Crne Gore (naučna oblast, Ekologija i Biodiverzitet)

Datum odbrane: 17, Jul 2020

Zahvalnost

Mentoru doktorske disertacije, prof. dr Vladimiru Pešiću, zahvaljujem se na odličnoj organizaciji i aktivnom učešću u svim fazama rada i pisanja disertacije, na nesebičnim savjetima, strpljenju i vremenu koje mi je posvetio.

Hvala mentoru jer me je upoznao sa drugim naučnicima, specijalistima za određene grupe vodenih beskičmenjaka, a kojima se takođe zahvaljujem na pomoći oko determinacije Amphipoda i larvi Diptera iz familije Chironomidae (dr Rüdiger Wagner, Institut Biologije, Kassel, Univerzitet Njemačka, dr Mateusz Płóciennik, Departman za zoologiju invertebrata i hidrobiologiju Univerziteta u Lođu, Poljska), Plecoptera (dr Dávid Murányi, Departman za zoologiju, Budimpešta; dr Wolfram Graf, Institut za hidrobiologiju i upravljanje vodenim ekosistemima u Beču, Austrija), Trichoptera (dr Halil Brahimi, Departman za biologiju Univerziteta Prištine, Kosovo). Determinacija Hirudinea je obavljena u saradnji sa dr Clemens Grosser biodiverziteta, Malakologija, Hetlingen, Njemačka), Peter Glöer (Laboratorija za istraživanje biodiverziteta, Malakologija, Hetlingen, Njemačka kojima se takođe zahvaljujem.

Zahvaljujem se svima onima koji su pomogli u terenskim istraživanjima i sakupljanju materijala.

Riječ hvale zaslužuju i svi oni koji su na bilo koji način pomogli prilikom izrade disertacije, a nijesu navedeni u zahvalnici. Zahvaljujem se Prirodno-matematičkom fakultetu u Podgorici, gde sam završila doktorske studije, komisiji, administraciji za njihovu podršku i kolegijalnost.

Mom pokojnom ocu, majci, mojoj djeci Egzon i Aulona, a posebno mužu Xhemajlu na nesebičnoj pomoći i strpljenju tokom perioda moje disertacije.

Posebna zahvalnost za podršku KFOR-u, posebno Slovenskim NPE, LMT K16 i LMT K17.

Podaci o doktorskoj disertaciji:

Naziv doktorskih studija:

Naslov doktorske disertacije: Faunistička i ekološka studija izvora kosovskog dijela Prokletija

REZIME

Izvori su osjetljivi ekosistemi koji zahvataju male površine, sa niskom stopom abundancije specijalizovanih vrsta. Kao predmet istraživanja su zapostavljeni u velikoj mjeri u odnosu na druge tipove vodenih ekosistema.

Cilj doktorske disertacije je (i) da identifikujemo glavni obrazac fenologije zajednice izvora u oblasti Prokletija, (ii) identifikujemo sezonu koja bi bila optimalna za faunistička istraživanja izvora kako bi ustanovili maksimum diverziteta koju zajednice izvora mogu imati u planinskim područjima zapadnog Balkana.

Faunistička istraživanja makroinvertebratske zajednice su urađena u dva izvora koja se nalaze na planinskom regionu zapadnog dijela Kosova. U istraživanim izvorima ukupno je sakupljeno 2,494 jedinki i 51 takson makroinvertebrata. Dvije vrste pijavica *Glossiphonia balcanica* i *Dina prokletijaca* su opisane kao nove za nauku (Grosser i saradnici, 2016), dok su dvije vrste vodenih grinja *Lebertia glabra* Thor, 1897 i *Atractides fonticolus* Viets, 1920 registrovane po prvi put za faunu Kosova.

Grupa vodenih beskičmenjaka obuhvatala je 13 taksona, dok su dvije trećine (38 taksona) pripadali grupi insekata sa disperzionim stadijumom. Skoro svi indeksi raznolikosti su značajno veći za insekte nego za čisto „vodene“ beskičmenjake što ukazuje da vrijeme uzorkovanja može uticati na indekse raznolikosti zajednica izvora. Prema indeksima raznolikosti, najrazličitije zajednice u oba izvora se pojavljuju u februaru. To je potvrđeno rezultatima SIMPER analize, koja je pokazala da zimska zajednica najviše razlikovala između sebe kao i u odnosu na zajednice iz ostalih sezona. Međutim kada je vrsta *G.balcanicus* bila isključena iz analize, ovaj obrazac nije bio prisutan.

Zaključci iz ove studije pokazali su da (a) se mjesečnim uzorkovanjem istraživanih izvora na području Prokletija dobija veća raznolikost vodenih makroinvertebrata nego pojedinačnim uzorkovanjem na godišnjem ili sezonskom nivou, i (b) zima i kasno ljeto predstavljaju najpovoljnije vrijeme za karakterizaciju zajednice makroinvertebrata na malim reokrenim izvorima.

Ključne riječi: Krenobiologija, izvori, sezonska varijabilnost, kvantitativno uzorkovanje, *Gammarus balcanicus*, Prokletije planine, Kosovo

Naučna oblast: Ekologija

Uža naučna oblast: Krenologija

UDK broj

Doctoral dissertation data:

Doctoral studies:

Doctoral dissertation title: A faunistical and ecological study of the springs of the Kosovo part of the Cursed Mountain

SUMMARY

Water springs are sensitive ecosystem that cover small area, with low abundance rate of specialized species. They have been large neglected as the subject of research to other types of aquatic ecosystem.

The aim of the doctoral dissertation is (i) to identify main pattern of phenology of the springs community in Cursed mountain area, (ii) to identify season that would be optimal for fauna research of springs to determine the maximum diversity that springs community can have in mountain areas of the Western Balkans.

Faunistic survey of the macroinvertebrate community were done in two springs located in mountain region in western part of Kosovo. A total of 2,494 individuals and 51 macroinvertebrate were collected from studied springs. Two species of leeches *Glossiphonia balcanica* and *Dina prokletijaca* are described as new to science (Grosser et al., 2016), while two species of water mites *Lebertia glabra* Thor, 1897 and *Atractides fonticolus* Viets, 1920 were registered for the first time for the Kosovo fauna. The aquatic invertebrate group comprised 13 taxa, while two thirds (38 taxa) belonged to the insect group with dispersal stage. Almost all diversity indices are significantly higher for insect than for purely 'aquatic' invertebrates, suggesting that sampling time may affect the diversity of the springs community indices.

According to the diversity indices, the most diverse communities in both springs appear in February. This was confirmed by the results of the SIMPER analysis, which showed that the winter community made the most difference between themselves as it did with the communities from other seasons. However, when *G. balcanicus* was excluded from the analysis, this pattern was absent.

The findings of this study showed that (a) monthly sampling of the studied springs in the Cursed area yields greater diversity of aquatic macroinvertebrates than does individual sampling on an annual or seasonal basis, and (b) winter and late summer represent the most favorable time to characterize the macroinvertebrate community on small rheocren springs.

Key words: Crenology, springs, seasonal variability, quantitative sampling, Gammarus balcanicus, Cursed mountain, Kosovo

Scientific area: Ecology

Special scientific area: Crenology

UDK number

SADRŽAJ

1	UVOD.....	1
1.1	Izvori kao staništa.....	1
1.2	Tipologija izvora i tehnike za procjenu	2
1.3	Optimalno vrijeme za sakupljanje makroinvertebrata u izvorima.....	4
2	PODRUČJE ISTRAŽIVANJA.....	6
2.1	Klima	6
2.2	Geološka karakteristika	7
2.3	Hidrološke karakteristike.....	8
2.4	Vegetacija	8
3	CILJ RADA	9
4	MATERIAL I METODE.....	10
4.1	Područje istraživanja, uzorkovanje i laboratorijska obrada.....	10
4.2	Statistička analiza	11
5	REZULTATI	13
5.1	Fizičko hemijski karakteristike istraživanih izvora	13
5.2	Opis novih taksona za nauku i faunu Kosova.....	15
5.3	Ekološka analiza zajednice makroinvertebrata istraživanih izvora.....	17
6	DISKUSIJA	23
6.1	Diverzitet makroinvertebratske zajednice u istraživanim izvorima	23
6.2	Optimalno vrijeme za sakupljanje makroinvertebrata u reokrenim izvorima i implikacije na indekse diverziteta	24
6.3	Nedostaci istraživanja i buduće perspektive.....	27
7	ZAKLJUČCI	29
	LITERATURA	31
	PRILOGE	43

SLIKE

Slika 1: Fotografije istraživanih izvora	7
Slika 2: Temperatura vode, pH i konduktivitet u istraživanim izvorima KS16 i KS40. 14	
Slika 3: <i>Glossiphonia balcanica</i> Grosser i Pešić, 2016. A – izgled pijavice sa dorzalne strane, B - izgled pijavice sa ventralne strane, C – izgled glavene pijavke, D – raspored očiju. Iz Grosser i saradnici (2016).	15
Slika 4: <i>Dina prokletijaca</i> Grosser i Pešić, 2016, holotype: A = dorzalni izgled; B = lateralni izgled; lijevo – <i>D. prokletijaca</i> , holotip; desno – <i>D. montana</i> , Štavna, Montenegro. Iz Grosser i saradnici(2016).	17
Slika 5: Indeksi različitosti statističkih parametra (N brojnost, ES(n) razređenost, d Margalef-ov Index, J' Pijelu-ov Index, 1-Lambda' Simpson-ov Index, H(log _e) Šenonov Index.	188
Slika 6: Bray – Curtis indeks sličnosti zajednica makroinvertebratskih vrsta u istraživanim izvorima KS16 i KS40.....	21
Slika 7: Resultat NMDS analiza zajednica makroinvertebrata na izvore KS16 I KS40 tokom sezona. A i B - analiza sprovedena sa cjelim skupovima, C i D - kada vrsta <i>G. balcanicus</i> je isključen iz analize.	22

1 UVOD

1.1 Izvori kao staništa

Izvori su prostorno ograničeni ekotoni na granici između površinskih i podzemnih voda (Williams, 1991; Webb i saradnici, 1998). Oni su ekološki jedinstveni zbog niske varijabilnosti abiotičkih uslova i malih temperaturnih amplituda (Odum, 1971; van der Kamp, 1995). Oni su naseljeni od strane organizama dobro prilagođenih ovom okruženju (Williams & Danks, 1991; Ferrington, 1995). Termička stabilnost smatra se razlogom za prisustvo stenotermalnih vrsta (Illies, 1952; Erman & Erman, 1995; Fischer i saradnici, 1998), ali postoje dokazi za određenu varijabilnost u temperaturnom režimu izvora (Fischer i saradnici, 1998; Gräsle & Beierkuhnlein, 1999).

Izvori su izolovani ekosisteminna na koje se mogu primjeniti zakonitosti ostrvske biogeografije. Ovo ih čini dobrim modelima za biogeografska istraživanja. Posmatrajući prostornu zonaciju unutar izvora razlikujemo: izvorišni dio (eucrenal) i izvorišni otok (hypocrenal) (Illies & Botosaneanu, 1963). Krenobiontne vrste vezane za izvore razlikuju se od vrsta koje naseljavaju donje djelove riječnih sistema. Izvori su naseljeni različitim skupovima vrsta koje se značajno razlikuju od onih u potocima (von Fumetti i saradnici, 2007). Temperatura je najznačajniji abiotički faktor koji utiče direktno ili indirektno na faunu izvora (Smith i saradnici, 2003; von Fumetti i saradnici, 2006; Mori & Brancelj, 2006; von Fumetti & Nagel, 2012). Planinski izvori su uglavnom istraživani u Alpima, posebno u Nacionalnom parku Berchtesgaden (Gerecke & Franz, 2006) i Gesäuse (Gerecke i saradnici, 2012), ali i u italijanskom dijelu Alpa (Sambugar i saradnici, 2006; Cantonati i saradnici, 2007; Stoch i saradnici, 2011). Cantonati (2006) je istraživao izvore u alpskim regionima. Alpski izvori u Švajcarskoj su, naprimjer, proučavani od strane Webera (2004) kao i od strane Wigger & von Fumetti (2013). Alpski izvori imaju mali prostorni obim, ali mogu da ugoste vrstama bogate zajednice (Cantonati & Ortler, 1998; Cantonati i saradnici, 2006). Oni često pokazuju visok stepen individualnosti u vezi sa njihovim ekološkim uslovima i skupovima makrozoobentoza (Bonettini & Cantonati, 1996). Izvori u Alpima sastoje se od mozaičkog substrata i pod uticajem su kompleksnih mreža ekoloških faktora (Robinson i saradnici, 2008; Wigger & von Fumetti, 2013). Izvori u zaštićenim alpskim prostorima intenzivno su istraživani u Nacionalnom parku Berchtesgaden i Gesäuse (Gerecke &

Franz, 2006; Gerecke i saradnici, 2012). U nacionalnim parkovima u Švajcarskoj sprovedena je jedna sveobuhvatna studija Nadig (1942). Druge studije bile su koncentrisane na određene taksone, kao što su vodene grinje (Bader 1975) i Plecoptera (Aubert 1965).

1.2 Tipologija izvora i tehnike za procjenu

Ekološka tipologija može da se koristi za definisanje osnovnih uslova, ali i kao osnova za procjenu kvaliteta vodenih staništa (Geske i saradnici, 1997). Već početkom 20. vijeka Steinmann (1915) i Thienemann (1924) su predstavili ekomorfološku klasifikaciju izvora, koja je često bila modifikovana u posljednjim decenijama. Oni su razlikovali reokrene, helokrene i limnokrene izvore. Reokreni se karakterišu sa turbulentnim tokom i nastajanjem u jednom tačnom trenutku, te sa supstratom nad kojim dominira kamenje i šljunak. Helokreni su zamočvareni izvori i karakterišu se sporom brzinom proticanja vode preko substrata bogatim detritusom i muljem.

Limnokreni izvori formiraju bazen prije izvorišne otoke. Schwoerbel (1959) je uveo i tip izvora "reohelokren". Gerecke (1991), Gerecke i Di Sabatino (1996) razvili su tipologiju izvora na izvorima u Siciliji, dodavši tipologiji još jedan tip izvora – „reopsamokren”.

Ove kategorije mogu se smatrati relativno prihvaćenim za ekološku podjelu izvora (npr.: Gerecke i saradnici, 2005; Sambugar i saradnici, 2006; Lencioni i saradnici, 2011). Zollhöfer i saradnici (2000) su proširili tipologiju Steinmanna i Thienemanna, za izvore na švajcarskim planinama Jura i Midlands. Katalog tipova izvora u Bavarskoj baziran je na ekomorfološkim oblicima i razvili su ga Hotzy i Römhald (2004). Drugi katalog tipova izvora, sličan katalogu koji su napravili Hotzy i Römhald (2004) napravljen je za Nacionalni park „Berchtesgaden“. Druge tipologije izvora za različite regione srednje Evrope bazirane su na fizičko-hemijskim (Hahn 2000) ili hemijskim faktorima (Roca 1990; Williams i saradnici, 1997).

Sve tipologije izvora primijenjene su na regionalnom nivou, kao ekomorfološke karakteristike i skupljanje makroinvertebrata, te se regionalno razlikuju. Ovo je i razlog zašto je jednostavna podjela na reokrene, helokrene i limnokrene još uvijek najčešća.

Evropska komisija usvojila je zakon 2000. godine koji je rezultirao sa Evropskom direktivom za vode (EU-WRRL). Da bi se postigao dobar status svih tekućih voda, u EU je, do 2015. godine razvijena kompleksna procedura za procjenu, uključujući diverzitet makroinvertebrata, a takođe i ekomorfoloških aspekata (npr. Meier i saradnici, 2006). U Švajcarskoj je Švajcarski modularni koncept (SMC, Bundi i saradnici, 2000) implementiran od strane BUWAL (1998), da bi se ispunili zahtjevi iz Zakona za zaštitu voda (1991). Ovaj koncept baziran je na različitim modulima kao što su: ekomorfologija, makroinvertebrate, ribe i ekotoksikološki aspekti, skorašnji pristupi imaju za cilj da uporede različite postupke procjenu, posebno u Evropi (npr. Erba i saradnici, 2009; Diamond i saradnici, 2012; Langhans i saradnici, 2013). Izvori nijesu uključeni u spomenute procjene kvaliteta vode, pošto se smatraju suviše malim i suviše različitim od donjeg toka tekućih voda BUWAL (1998). Stoga je neophodno da se razviju metode procjene, naročito o izvorima, na čemu je do 1990. godine radilo nekoliko istraživačkih timova. Procedura je bazirana na flori (Hinterlang 1993), hemiji vode (Andree 1995), i makroinvertebratima (Fischer 1996). Posebno je procjena faune bila često upotrijebljena i modifikovana za staništa švajcarskih izvora, a primijenili su je Zollhöfer (1997) i Lubini (2009). Međutim, još jednostavnije je procijeniti ekomorfološki status izvora. U Bavarskoj je procedura procjene izvora bila implementirana od strane Hotzyja i Römhelda (2004). Fokus je ovdje na promjeni areala, morfološkoj degradaciji i uslovima okoline. Drugi način procjene baziran je na ekomorfološkim karakteristikama i razvio ga je Schindler (2004). Njegovu metodu adaptirali su Lubini i saradnici (2009) u cilju procjene izvora u Švajcarskoj. Do sada postojeće procedure za procjenu fokusirane su na niske planinske oblasti u centralnoj Evropi. Nema procedure za procjenu izvora u regionima planina Balkana. Značajan i detaljan metod za menažment izvora i njihovu tipologiju dao je Verdonschot (1996).

U regionu Balkana znanje o navedenim ekosistemima je još uvijek oskudno. Ovo važi kako za planinske tako i ravničarske izvore. Mnoge vrste izvora su prilagođene relativno stabilnim termičkim uslovima. Steno-termalne vrste su ugrožene globalnim klimatskim promjenama, a posebno su osjetljive endemične vrste. Postojanje još neotkrivenih vrsta, prilagođenih surovom okruženju na visokim nadmorskim visinama, je veoma moguće. Planinski izvori su uglavnom istraživani u Alpima, posebno u Nacionalnom parku „Berchtesgaden“ (Gerecke & Franz, 2006) i Gesäuse (Gerecke i

saradnici, 2012), ali i u italijanskom dijelu Alpa (npr. Sambugar, 2006; Cantonati i saradnici, 2007; Stoch i saradnici, 2011; Cantonati i saradnici, 2006).

Izvori u planinskim djelovima Kosova su slabo istraženi. Većina radova se bavi istraživanjem faune ili taksonomijom nekih grupa koje žive u izvorima. Istraživanja su bila fokusirana na makroinvertebrate koji nastanjuju i u manjoj mjeri druga staništa. Podatke o fauni istraženih grupa u rijekama dali su: Plecoptera (Dauti 1987), Trichoptera (Ibrahimi i saradnici, 2012).

1.3 Optimalno vrijeme za sakupljanje makroinvertebrata u izvorima

Uprkos velikom značaju biodiverziteta izvori nijesu uključeni u neke od široko prihvaćenih strategija za očuvanje (Pešić i saradnici, 2019). Na primjer, uprkos činjenici da okvirna direktiva o vodama EU zahtijeva “dobar” ekološki status ili “dobar ekološki potencijal” u svim površinskim vodama, zbog svojih malih dimenzija izvori nijesu uključeni u direktive koje zahtijevaju procjenu njihovog ekološkog statusa (EC, 2003). Rutinske monitoring aktivnosti ovih ekosistema rijetko se preduzimaju što ukazuje na to da postoji ograničen napredak ka postizanju dobrog ekološkog statusa u izvorskim staništima i njihovom uključenju u nacionalne biomonitoring programe. Natura 2000 kao najveća mreža zaštićenih područja na EU sastoji se od posebnih područja zaštite I područja zaštite koja su određena prema direktivi o staništima I direktivi o pticama, ima za cilj da zaštiti i ojača vodene ekosistema da bi se postiglo dobro ekološko stanje svih vodenih tjela u EU do 2027 godine.

Ovo može biti zbog činjenice da ne postoji standardizovani protokol metodologije i učestalost uzorkovanja u izvorskim staništima. U mnogim studijama, zajednice izvora su prikupljene samo jednom (npr. Gerecke i saradnici, 2007; Kubíková i saradnici, 2012; Dmitrović i saradnici, 2016; Płóciennik i saradnici, 2016), rijetko češće tokom dvije ili tri sezone (npr. von Fumetti i saradnici, 2006), ili čak i tokom svih godišnjih doba (Bottazzi i saradnici, 2011; Pešić i saradnici, 2016), ali mjesečno kvantitativno uzorkovanje do sada nije rađeno.

U većini studija, uzorkovanje iz izvora je rađeno tokom ljeta (npr. Gerecke i saradnici, 2011). Jedan od razloga za to svakako leži u činjenici da postojeće procedure procjene

izvora sugerišu uzorkovanje većeg grupa organizma kao što su mejofauna, dijatomeje i perifiton (Gerecke i saradnici, 2011). Za mejofaunu optimalno vrijeme je rano ljeto, za perifiton jesen, dok je kraj ljeta optimalan period za dokumentovanje diverziteta silikatnih algi (Gerecke i saradnici, 2011).

Makroinvertebratska fauna izvora je raznovrsna, i uključuje taksone koji stalno žive u vodi kao i vodene insekte koje imaju leteću terestričnu fazu u njihovom životnom ciklusu (Botosaneanu 1998). Ove dvije ekološke grupe imaju različit životni ciklus što komplikuje strategije uzorkovanja. Vodeni insekti koji imaju leteću terestričnu fazu emigriraju na način da u određenom periodu godine nestaju iz bentosa. To podrazumijeva da se raznovrsnost taksona koji stalno žive u vodi i insekata može značajno razlikovati, a to utiče na ukupan diverzitet izvorske faune. Jedan od najrasprostranjenijih taksona u balkanskim izvorima i potocima je račić *Gammarus balcanicus* (npr. Mamos i saradnici, 2014). Ova vrsta može dostići veliku brojnost u reokrenim izvorima. Ovo nameće pitanje koliko je važan životni ciklus ove vrste za fenologiju čitave zajednice izvora. Istraživanje izvora u velikom stepenu zavisi od fluktuacije fenologije i sezonskih temperatura.

Temperatura je jedan od najvažnijih faktora za klasifikaciju izvora koji se na osnovu ovoga dijele na hladne, termalne i tople izvore. Za izvore u umjerenim zonama najčešće se smatra da imaju konstantne temperature što bi trebalo da bude od posebnog značaja za hladnoljubive organizme. Međutim, mali reokreni izvori mogu pokazivati značajne dnevne i godišnje varijabilnosti koje se kreću od 0 °C do skoro 15 °C. To zavisi od nadmorske visine i izdašnosti izvora.

2 PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

Proučavani izvori se nalaze na području planinskog masiva Prokletija (Albanski Alpi), blizu grada Peć u zapadnom dijelu Kosova. Izvor KS16 (izvor Nenqershi, 42°38'36" N; 20°16'36" E, 803 n.m.), nalazi se blizu grada Peć. Drugi izvor, KS40 (izvor Toplila 42°34'19" N; 20°17'26" E, 640 n.m.) nalazi se na rubu šume, blizu sela Ljebus.

Istraživani izvori se nalaze u okviru granica Nacionalnog parka „Prokletije“. Površina Nacionalnog parka „Prokletije“ je 62488,00 ha i predstavlja 5.7% površine Kosova.

Kosovo ima centralni geografski položaj na Balkanskom poluostrvu. Nalazi se između 41°50'58" N i 43°51'42" N sjeverne geografske širine i 20°01'30" E i 21°48'02" E istočne geografske dužine. Prokletije su visoki planinski vijenac na jugoistočnom rubu Dinarskog gorja koji se prošire u sjevernoj Albaniji, istočnoj Crnoj Gori, zapadnom dijelu Kosova i južnom dijelu Srbije. Prokletije / Bjeshkët e Nemuna / Cursed Mountains obuhvataju oblast jedinstvenih pejzaža koja je veoma važna oblast za očuvanje biodiverziteta na Balkanu i cijeloj Evropi.

Njihovo ime (na Engleskom: Cursed Mountains-Proklete planine) najbolje opisuje karakter ovog regiona: smatra se najnedostupnijim planinskim masivom u Evropi.

2.1 Klima

Klima rezultira sa toplim ljetima i hladnim zimama, sa mediteranskim i alpskim uticajem (prosječna temperatura varira od 30 °C ljeti do -10 °C zimi; decembar i januar se smatraju hladnijim mjesecima, jul i avgust toplijim mjesecima). Preovladavajući tipovi klime su perhumidna (izuzetno vlažna), submediteranska klima i vlažna planinska klima alpskog tipa (Gruda 1981).

Prokletije se karakterišu velikom količinom padavina (preko 130 dana), gdje slojevi snijega na ravnim djelovima traju do 40 dana, dok na Prokletijama 60-120 dana. Najhladniji mjesec je januar, dok je najtopliji jul mjesec. Sloj snijega na nadmorskoj visini preko 2000 m traje 60% tokom godine.



KS 16



KS 40

Slika 1: Fotografije istraživanih izvora

2.2 Geološka karakteristika

Prokletije su izrazito kraško područje, oblikovano glacijacijom - sa dubokim i širokim dolinama, izdubljenim i oblikovanim radom ledenjaka, iz kojih se direktno izdižu litice visokih i šiljastih planinskih vrhova, što ovoj regiji daje alpski ugođaj, netipičan za područje Balkana. Geološka struktura je složena: vapnenci i dolomiti, glinasti škriljci, ultrabazične i serpentinske stijene, pješčenjaci i konglomerati (Vranaj 1990).

Prokletije pripadaju dinarskom prelaznom eko-sistemu, kojega odlikuju alpski reljef, kraška hidrografija i bogati biljni svijet s brojnim endemskim i reliktnim vrstama (Hoda 1992).

2.3 Hidrološke karakteristike

Kosovo je mala zemlja sa (10908,00 km²) sa specifičnim i raznolikim pejzažima unutar ekoregiona 5 i 6 prema Illies (1978). Beli Drim (u južnom dijelu Kosova) pripada Jadranskom moru, Ibar (sjeverozapadnim dijelom) teče i uliva se u Moravu i Dunav, a dalje protiče do Crnog mora, Lepenac (u jugoistočnom dijelu teče i uliva se u Vardar, a zatim u Crno more). Površinske vode koje se dreniraju u sliv Crnog mora, obuhvataju površinu od 5500,00 km² ili 51% od ukupne površine Kosova. U sliv Jadranskog mora dreniraju se vode u površini od 4500,00 km² ili 43%, a u sliv Egejskog mora dreniraju se vode sa površine od 900 km² (ili 6%).

2.4 Vegetacija

Kosovo na Balkanskom poluostrvu dostiže površinu 2.3%, ali kosovski fitodiverzitet predstavlja 25% flore Balkana, 18% evropske flore, 797 vaskularnih biljaka, dok 128 vrsta se smatraju endemičnim (Millaku 1999).

Prema inverterizaciji, šume na Kosovu predstavljaju 42% totalne površine Kosova ili 4648,00 ha. Listopadne šume predstavljaju 90%, gdje dominira hrast, bukva i 7% četinari, smreke i jele (dostupno na Agencija za Zaštitu Sredine Kosova).

3 CILJ RADA

Prirodni izvori su ugroženi ekosistemi koji su veoma osjetljivi na antropogene uticaje. Njihova izolacija kao stanište otežava njihovu kolonizaciju. Mnoga od ovih specijalnih staništa su ugrožena odstrane različitih antropogenih uticaja npr. uništenja isušivanjima kaptiranjem i slično. U regionu Balkana znanje o navedenim ekosistemima je još uvijek oskudno. Ovo važi kako za planinske tako i za ravničarske izvore. Mnoge vrste izvora su prilagođene relativno stabilnim termičkim uslovima. Steno-termalne vrste su ugrožene globalnim klimatskim promjenama, a posebno su osjetljive endemične vrste. Postojanje još neotkrivenih vrsta, prilagođenih surovom okruženju na visokim nadmorskim visinama, je veoma moguće. Glavni cilj ovog istraživanja je proširiti znanje o sadašnjem bogastvu biodiverziteta u izvorima na planinama Kosova, što može poslužiti kao model za buduća istraživanja na čitav Balkan.

Cilj doktorske disertacije je (i) da identifikujemo glavni obrazac fenologije zajednice izvora u oblasti Prokletija, (ii) identifikujemo sezonu koja bi bila optimalna za faunistička istraživanja izvora kako bi ustanovili maksimum diverziteta koju zajednice izvora mogu imati u planinskim područjima zapadnog Balkana.

Kao glavne hipoteze pretpostavili smo da 1) *Gammarus balcanicus* kao dominantna vrsta u planinskim izvorima Prokletija determiniše vrijednost diverziteta i strukture makroinvertebratske zajednice koja naseljava izvore, 2) životni ciklus vodenih insekata značajno utiče na fenologiju zajednice istraživanih izvora, 3) temperatura vazduha ne utiče značajno na sezonske promjene u strukturama ispitivanih zajednica, 4) ako se izvori na području zapadnog dijela Balkana ne mogu istraživati u toku svake sezone, onda je ljeto najprikladnije vrijeme za sakupljanje uzoraka i upoređivanje maksimuma diverziteta bentoskih zajednica koje ih naseljavaju.

4 MATERIAL I METODE

4.1 Područje istraživanja, uzorkovanje i laboratorijska obrada

U toku ove studije proučavali smo dva izvora koji se nalaze na području planinskog masiva Prokletije (Albanski Alpi), blizu grada / Peć u zapadnom dijelu Kosova (slika. 1).

Izvor KS16 (izvor Nenqershi, 42°38'36" N; 20°16'36" E, 803 n.m.), nalazi se blizu grada Peć u listopadnoj šumi u kojoj dominira obična bukva, tako da je izvor zasenjen krošnjama drveća tokom vegetacijske sezone.

Drugi izvor, KS40 (izvor Toplila 42°34'19" N; 20°17'26" 'E 640 n.m.) nalazi se na rubu šume, blizu sela Ljebus.

Oba izvora su mala (1-2 m²) sa malim pražnjenjem, < 10 dm³ x min⁻¹ (prosjeak: KS16 7.7 dm³ x min⁻¹; KS40 6.7 dm³ x min⁻¹). Shodno klasifikaciji izvora koju daju Springer i Stevens (2008), KS16 pripada brdskim izvorskim ekosistemima, bez nagiba izvorišnog potoka, dok KS40 pripada reokrenim izvorskim ekosistemima, koji su izloženi sezonskim poplavama.

Voda oba izvora koristi se sa navodnjavanje kao i za vodo snabdijevanje stoke tokom ljetnjeg perioda.

Temperatura i pH su mjerene pomoću pH-metra (HI 98103, preciznost 0.2) dok je konduktivitet mjeran sa konduktivitometrom (HI 98303, tačnost ± 2%).

Vrijednosti srednje mjesečne temperature vazduha dobijene su od strane Kosovske Agencije za Zaštitu Životne Sredine (app. 1).

Makroinvertebrati su sakupljeni pomoću Surberove mreže (0.15 m², dimenzije okaca 350 µm). Sakupljanje je rađeno u eukrenalu na način da se negativni uticaj sakupljanja na stanište što više minimizira. Svi uzorci su odmah pohranjivani u 96% ethanolu, a zatim su sortirani i determinisani u laboratoriji.

Makroinvertebrati su sakupljani mjesečno iz svakog izvora u periodu od oktobra 2014. do septembra 2015. godine (datumi sakupljanja su dati u Prilogu 1).

Svi taksoni određeni od strane stručnjaka za pojedine faunističke grupe (Gastropoda – P. Glöer, Hirudinea – C. Grosser, Hydrachnidia – V. Pešić, Odonata i vodene Heteroptera – B. Gligorović, Trichoptera – H. Ibrahim, Ephemeroptera i Plecoptera – T. Kovacs, Chironomidae i druge Diptera – M. Plóciennik) do najnižeg taksonomskog nivoa (Tab. 3 i 4). Kolekcija Chironomidae i Dixidae larvae, se nalazi deponovana na studijskom programu Zoologije beskičmenjaka i hidrobiologije na Univerzitetu u Lođu.

4.2 Statistička analiza

Osnovni indeksi zajednica: brojnost (N), broj taksona (S), razređenosti (ES(n)) i najčešće korišćeni indeksi raznolikosti: Margalef-ov Index (d); Simpson-ov Index (1-Lambda'), Šenonov (Shannon Index - $H(\log_e)$) kao i Pijel-ov indeks ujednačenosti (Pielou's evenness index - J') izračunati su za sva 24 uzorka. Najmanji uzorak uključen u analizu razrijeđenosti obuhvatao je 9 jedinki. Izračunata je statistička značajnost koja ukazuje na razlike u indeksima biodiverziteta 1) između zajedničkih zajednica makro-beskičmenjaka (brojnost je sumirana) lokaliteta KS16 i KS40, i 2) između dvije ekološke grupe makro-beskičmenjaka – i) 'vodenih taksona' i ii) 'vodenih insekata sa terestričnom fazom', u daljem tekstu disertacije označeni samo kao 'insekti' (izuzev vodenih Coleoptera gdje adulti većinu vremena provode u vodi). Kruskal-Wallis test je urađen pomoću software STATISTICA (StatSoft Inc., 2015).

Da bismo pronašli opšti obrazac u proučavanim zajednicama, Bray-Curtis indeks (pretvoren u procenat) izračunat je među uzorcima i 1) Non-Metric Multidimensional Scaling (NMDS) sa Kruskal fit scheme 1, minimalni stres 0.01 i 50 restart, kao i 2) klaster analiza urađena na dvije varijante: i) za sve zajednice, i ii) i za zajednice kada je isključena vrsta *Gammarus balcanicus*. SIMPER analiza je bazirana na podacima transformisanim u procenat, a zatim Bray-Curtis sličnost sa prekidom na mali doprinos = 90% sa ciljem da se uporede taksonomske razlike između izvora KS16 i KS40, kao i između četiri sezone – zima (decembar, januar, februar), proljeće (mart, april, maj), ljeto (jun, jul, avgust, septembar) i jesen (oktobar, novembar) - ukupne zajednice na oba lokaliteta u dvije varijante (za sve sakupljene taksone, i u slučaju kada vrsrta *G.*

balcanicus nije bila uključena). Multivarijantna analizaje urađena pomoću PRIMER 6 (Clarac i Gorlay, 2001).

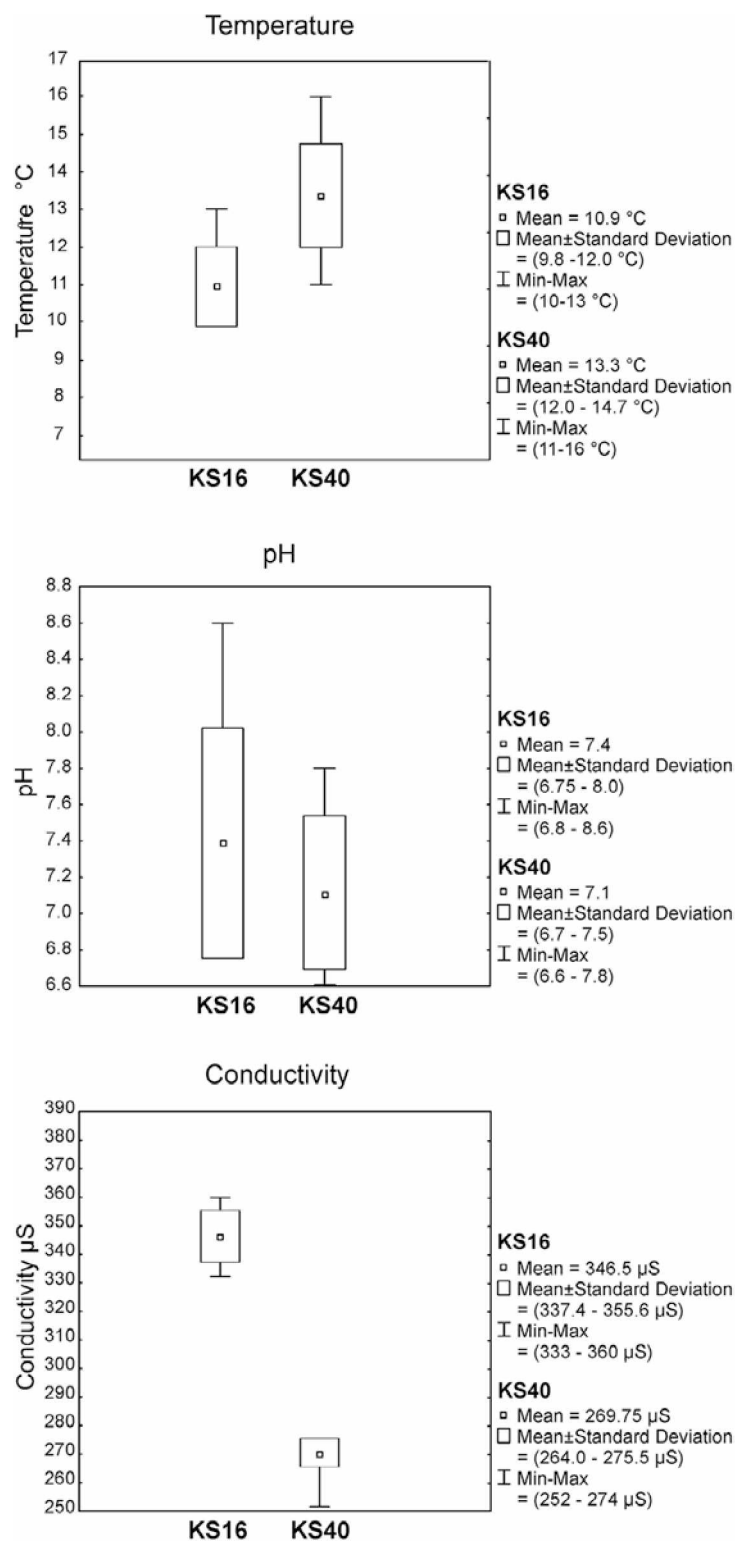
5 REZULTATI

5.1 Fizičko hemijski karakteristike istraživanih izvora

Oba izvora karakterišu se relativno stabilnim fizičko-hemijskim parametrima. Temperatura vode je na stabilnom nivou u toku čitave godine (KS16: 10.9 ± 1.0 °C; KS40: 13.3 ± 1.4 °C).

Konduktivitet je veći u izvoru KS16 (346.5 ± 9.1 mS / cm-1) nego u izvoru KS40 (269.75 ± 5.75 mS / cm-1). pH je neutralan u oba izvora (KS16: 7.38 ± 0.63 ; KS40: 7.10 ± 0.42) pri čemu je mjesečno variranje bilo veće u izvoru KS16 tokom vegetacijskog perioda.

Najveći protok u izvorima praćen mjesečno tokom godine ima reokreni izvor KS16 ($7.7 \text{ dm}^3 \times \text{min}^{-1}$), a najmanji protok ima izvor KS40 ($6.7 \text{ dm}^3 \times \text{min}^{-1}$).



Slika 2: Temperatura vode, pH i konduktivitet u istraživanim izvorima KS16 i KS40.

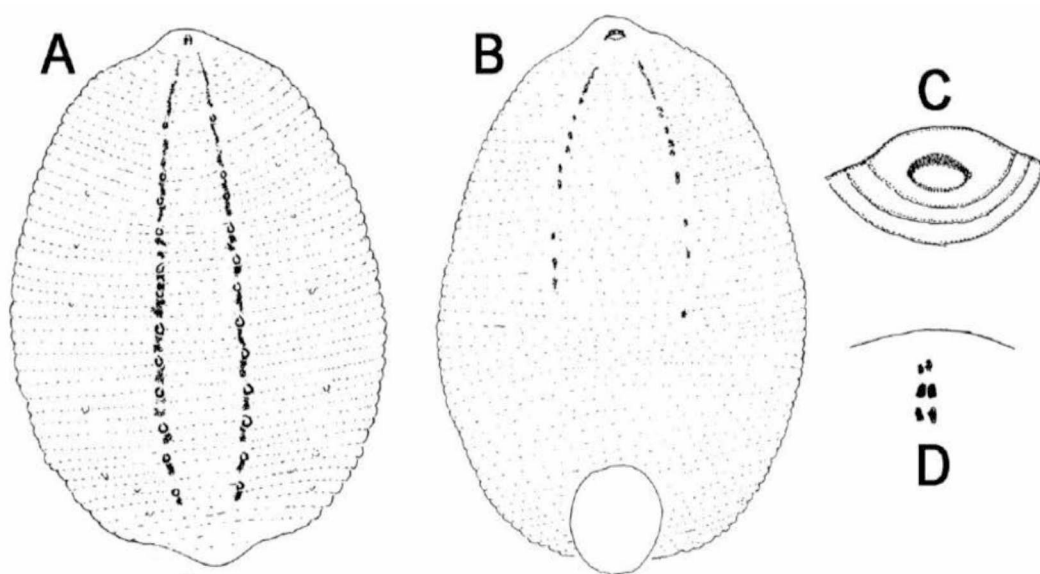
5.2 Opis novih taksona za nauku i faunu Kosova

Tokom istraživanja od 51 sakupljenog taksona dvije pijavice *Dina prokletijaca* i *Glossiphonia balcanica* su opisane kao nove za nauku (Grosser i saradnici, 2016). Dvije vrste vodenih grinja *Lebertia glabra* Thor, 1897 i *Atractides fonticolus* Viets, 1920 (Hydrachnidia) su registrovane po prvi put za faunu Kosova.

Glossiphonia balcanica Grosser i Pešić, 2016

Locus typicus novoopisane vrste *Glossiphonia balcanica* (Grosser i saradnici, 2016) je izvor Topla gdje su pijavice sakupljane od marta do decembra 2015.

Ova vrsta živi u malim i srednjim brzo tekućim vodama, ali i u velikim stajaćim vodama (Skadarsko jezero - Utevsky i saradnici, 2013). Vrsta se karakteriše leđnom površinom boje čilibara, paramedijalne papile su istaknute na članku, dok su male i neprimjetne papile nepravilno raspoređene na leđnoj površini, tri para odvojenih i dobro vidljivih očiju raspoređen su u dva paralelna reda; glavena pijavka je bez srednjeg prevoja.



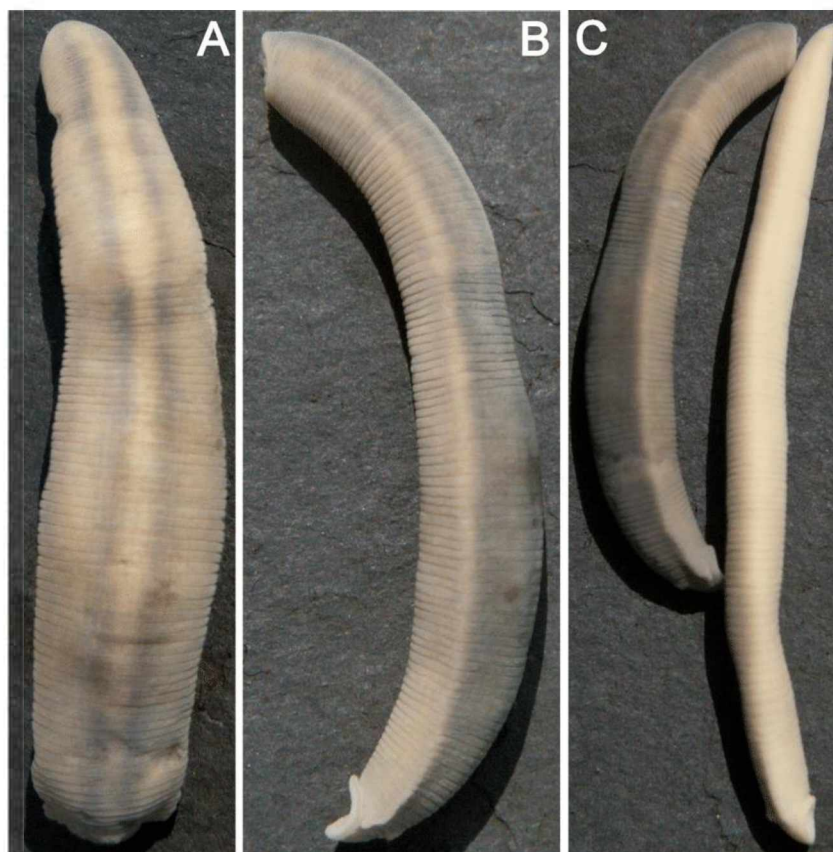
Slika 3: *Glossiphonia balcanica* Grosser i Pešić, 2016. A – izgled pijavice sa dorzalne strane, B - izgled pijavice sa ventralne strane, C – izgled glavene pijavke, D – raspored očiju. Iz Grosser i saradnici (2016).

Dina prokletijaca Grosser i Pešić, 2016

Novoopisana vrsta *Dina prokletijaca*, sakupljena je u reokrenim izvorima u listopadnim šumama Prokletija (Grosser i saradnici, 2016). Locus typicus vrste je izvor Toplla, Kosovo.

Vrsta se karakteriše svijetlo sivkastom dorzalnom površinom sa dvije široke i tamne paramedijske uzdužne pruge (Grosser i saradnici, 2016). Male pijavice, preparirani uzorci su do 27 mm dužine i 5 mm širine. Dorzalna površina svježih primjeraka je svijetlo sivkasta sa dvije široke tamne uzdužne pruge, duž cijele dužine. Ventralna površina je ravna i svjetlija od dorzalne površine. Oči u istraživanim konzerviranim uzorcima su jako smanjene ili nijesu vidljive.

Dina prokletijaca (Grosser i saradnici, 2016), sakupljena je reokrenim izvorima u listopadnim šumama u kojima dominira obična bukva (*Fagus silvatica* L).



Slika 4: *Dina prokletijaca* Grosser i Pešić, 2016, holotype: A = dorzalni izgled; B = lateralni izgled; lijevo – *D. prokletijaca*, holotip; desno – *D. montana*, Štavna, Montenegro. Iz Grosser i saradnici (2016).

5.3 Ekološka analiza zajednice makroinvertebrata istraživanih izvora

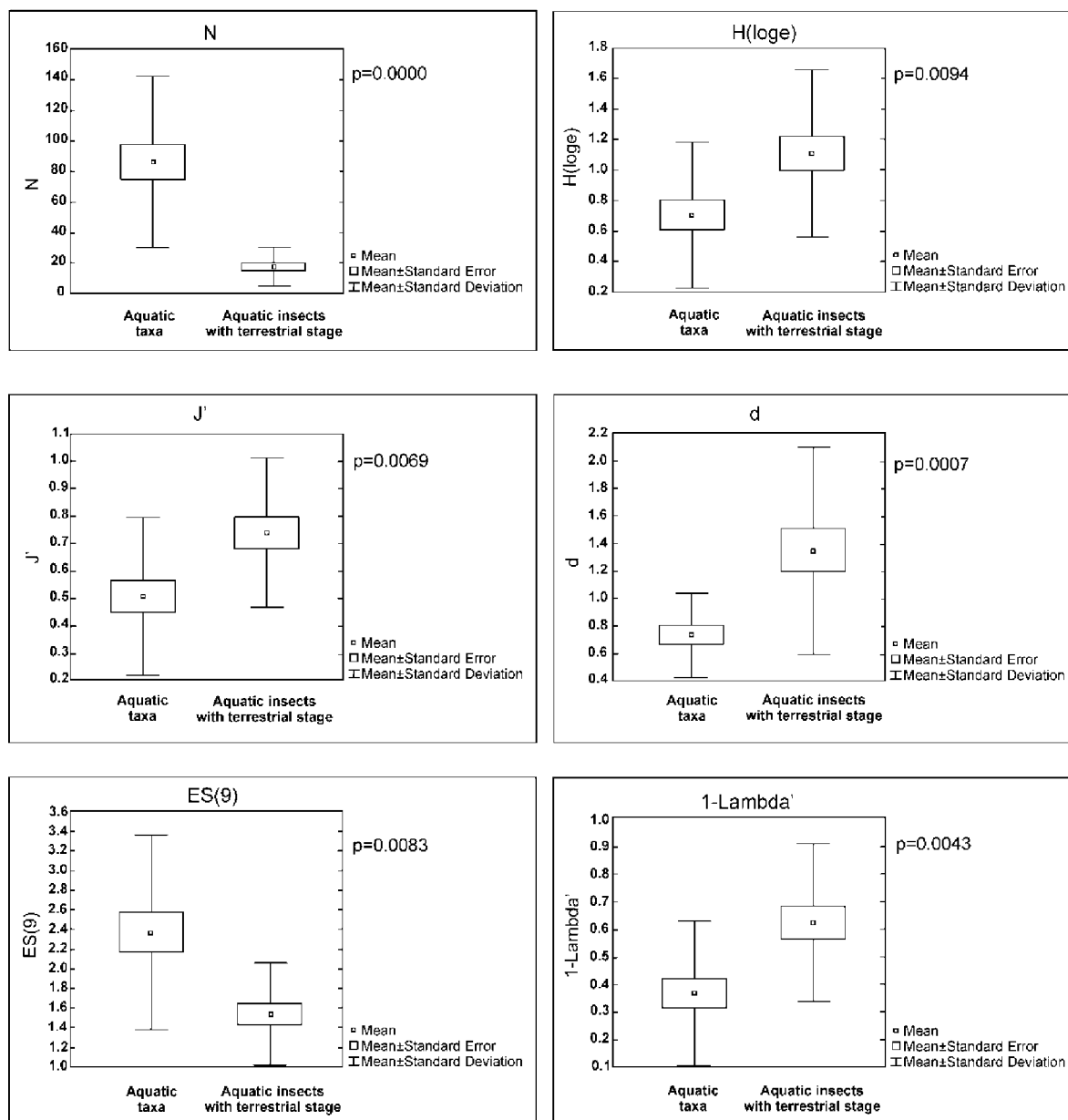
U istraživanim izvorima ukupno je sakupljeno 2494 jedinki i 51 takson makroinvertebrata. Među identifikovanim taksonima nađene su i dvije krenobiontne vrste, *Lebertia glabra* i *Atractides fonticolus*, koje pripadaju grupi vodenih grinja (Hydrachnidia).

Broj taksona po izvoru u mjesečnim uzorcima iznosio je od 4 do 15. Prosječna brojnost beskičmenjačke zajednice u oba izvora bila je najveća u ljetnjem periodu (992.5 i 1592.6 jedinki $\times m^{-2}$ u KS16 i KS40, respektivno), a najniža u toku zime i ranom proljeću (239.8 i 312.9 jedinki $\times m^{-2}$ u KS16 i KS40, respektivno). Prosječna brojnost zajednice insekata u izvoru KS40 bila je najveća u proljećnoj sezoni (118 jedinki $\times m^{-2}$) i najniža u jesen (18 jedinki $\times m^{-2}$). U izvoru KS16, prosječna sezonska brojnost zajednice insekata bila je ista tokom cijele godine, varirajući od (142 jedinki $\times m^{-2}$) u ljeto do (213 jedinki $\times m^{-2}$) u toku zime.

Ukupna brojnost zajednica vodenih taksona u izvoru KS16 kretala se od (60 jedinki $\times m^{-2}$) u februaru do (1300 jedinki $\times m^{-2}$) u martu. Ukupna brojnost zajednice vodenih taksona u izvoru KS40 kretala se od (200 jedinki $\times m^{-2}$) u martu do (1246.4 jedinki $\times m^{-2}$) u mjesecu julu. Značajno veća brojnost zajednice vodenih taksona je povezana sa većom brojnošću vrste *G. balcanicus* koja dostiže brojnost od (1267 jedinki $\times m^{-2}$) u mjesecu julu u izvoru KS40. Na vrstu *G. balcanicuss* otpada skoro 65% od ukupnog broja sakupljenih jedinki.

Grupa vodenih beskičmenjaka obuhvatala je 13 taksona, dok su dvije trećine (38 taksona) pripadali grupi insekata sa disperzionim stadijumom. Istraživanje je pokazalo da ne postoje statistički značajne razlike u vrijednostima indeksa diverziteta između ukupne zajednice izvora KS16 i ukupne zajednice izvora KS40. Upoređivanje zajednica insekata i vodenih beskičmenjaka oba izvora (ukupno 24 uzorka) pokazalo je da se indeks S razlikuje značajno, dok su indeksi N i ES(9) značajno niži kod insekata nego

kod vodenih beskičmenjaka, dok su J' , d , H' (loge) i $1-\text{Lambda}'$ indeksi imali značajno veće vrijednosti kod insekata nego kod zajednice vodenih beskičmenjaka (Slika 5).



Slika 5: Indeksi različitosti statističkih parametra (N brojnost, ES(n) razređenost, d Margalef-ov Index, J' Pijelu-ov Index, $1-\text{Lambda}'$ Simpson-ov Index, $H(\log)$ Šenonov Index.

SIMPER analiza sprovedena sa svim zajednicama pokazala je da vrsta *G. balcanicus* dominira u oba izvora, ali da se subdominantni taksoni razlikuju u istraživanim zajednicama, tj. *Assehus aquaticus*, i *Thremma anomalum* su subdominantni taksoni u

zajednici izvora KS16, dok su *Pisidium casertanum*, i *Radix labiata* subdominantni taksoni u zajednici izvora KS40. NMDS analiza je pokazala jasno razdvajanje njihovog sastava kada je vrsta *G. balcanicus* bila uključena u analizu kao i kada ova vrsta bila isključena iz analize (slika. 6 C, D). U odsustvu vrste *G. balcanicus*, dominantni taksoni u izvoru KS40 su *R. labiata*, *P. casertanum* i *Glossiphonia nebulosa*, dok u izvoru KS16 dominiraju vrste *A. aquaticus* i *Thremma anomalum*. Naši rezultati su pokazali da prosječna razlika između zajednica izvora KS16 i KS40 kada je vrsta *G. balcanicus* bila isključena iz analize bila mnogo veća (93.95%) nego kada je vrsta *G. balcanicus* bila uključena u analizu (55.51%).

Pošto su od svake sezone bila dostupna samo dva do četiri uzorka iz istraživanih izvora, nemoguće je bilo dobiti vrijednosti indeksa diverziteta između godišnjih doba. Ipak, NMDS analiza urađena na svim zajednicama (slika 6 A, B) pokazala je da se najrazličitija zajednica u oba izvora pojavljuje u mjesecu februaru. Zajednice od ostalih mjeseci oba izvora uzeti odvojeno su više sličniji, ali i dalje ostaju različite u aprilu. Zajednice oba izvora od maja do oktobra imaju stabilan sastav zajednica, ali od oktobra zajednice postaju ponovo različite. U smislu sličnosti lokaliteta, zajednice od decembra do januara su veoma (u izvoru KS40) različite ili ostaju različite (KS16) od ljetnje zajednice.

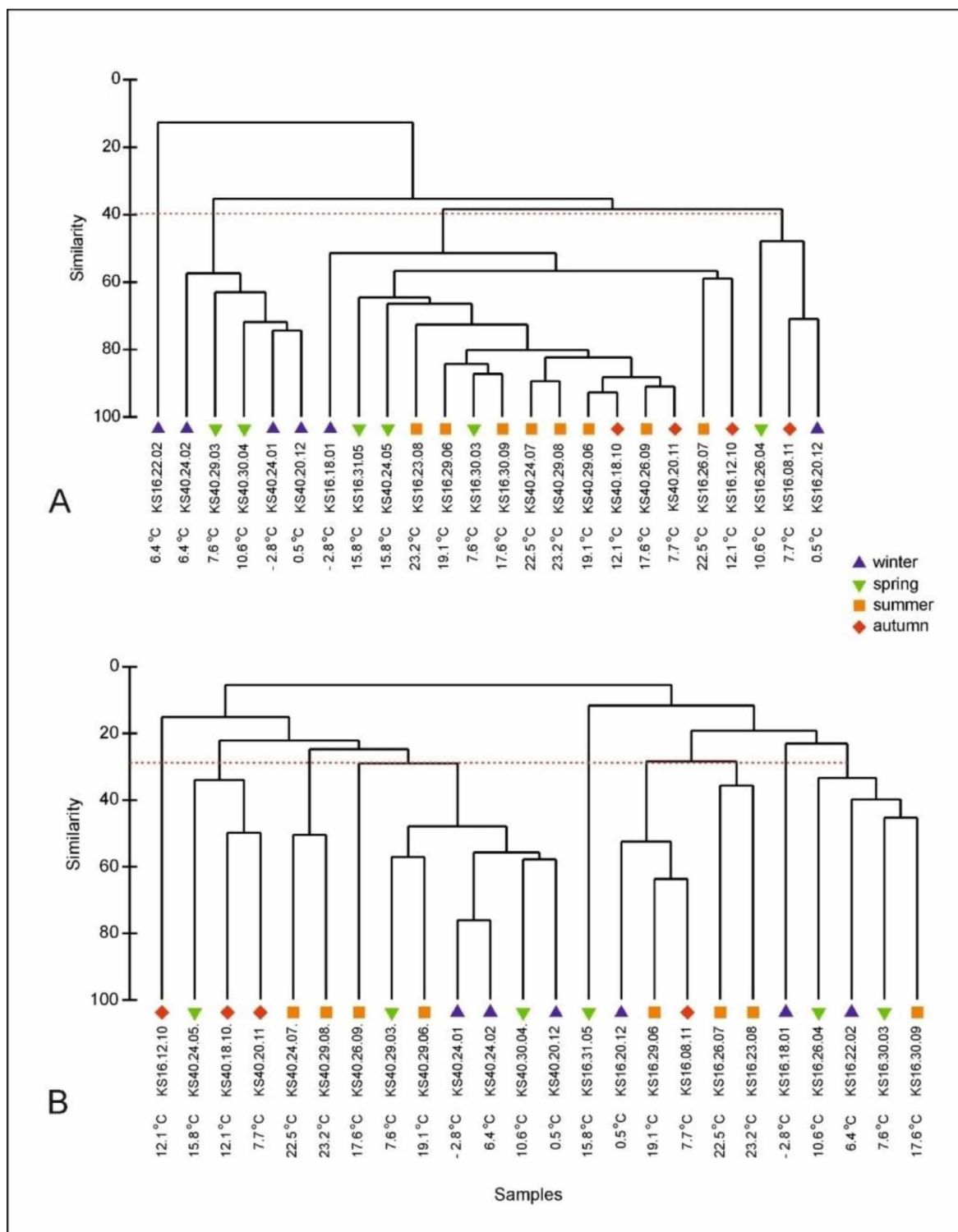
SIMPER analiza pokazala je daje zima najrazličitija od drugih sezona (65.15 - 70.74%) nego što su proljeće, ljeto i jesen slični jedni drugima (44.45 - 52.96%). Zimska zajednica ostaje takođe najrazličitija u pogledu broja taksona (app.5). Karakteristični taksoni zimskih zajednica, pored vrste *G. balcanicus*, su vrste *A. aquaticus*, *P. casertanum*, *R. labiata*, *G. nebulosa*, *Halesus* sp. i *Micropterna* sp. U proljeće, *G. balcanicus*, *A. aquaticus* i *Silo pallipes* su najčešće nalažene vrste. S druge strane, *G. balcanicus* je jedina vrsta koja značajno doprinosi zajednici oba izvora u ljetnjem i jesenjem periodu.

NMDS i SIMPER analiza otkrivaju drugačiji sezonski uzorak kada je vrsta *G. balcanicus* isključena iz analize (slika 6 C, D). Kada su KS16 i KS40 analizirani odvojeno onda NMDS analiza razdvaja dvije grupe zajednica izvora (zima-proljeće i ljeto-jesen). Na primjer, KS16 zajednica decembra ostaje sličnija zajednici iz juna nego zajednicama iz januara i februara, respektivno, dok KS40 zajednica iz januara i februara

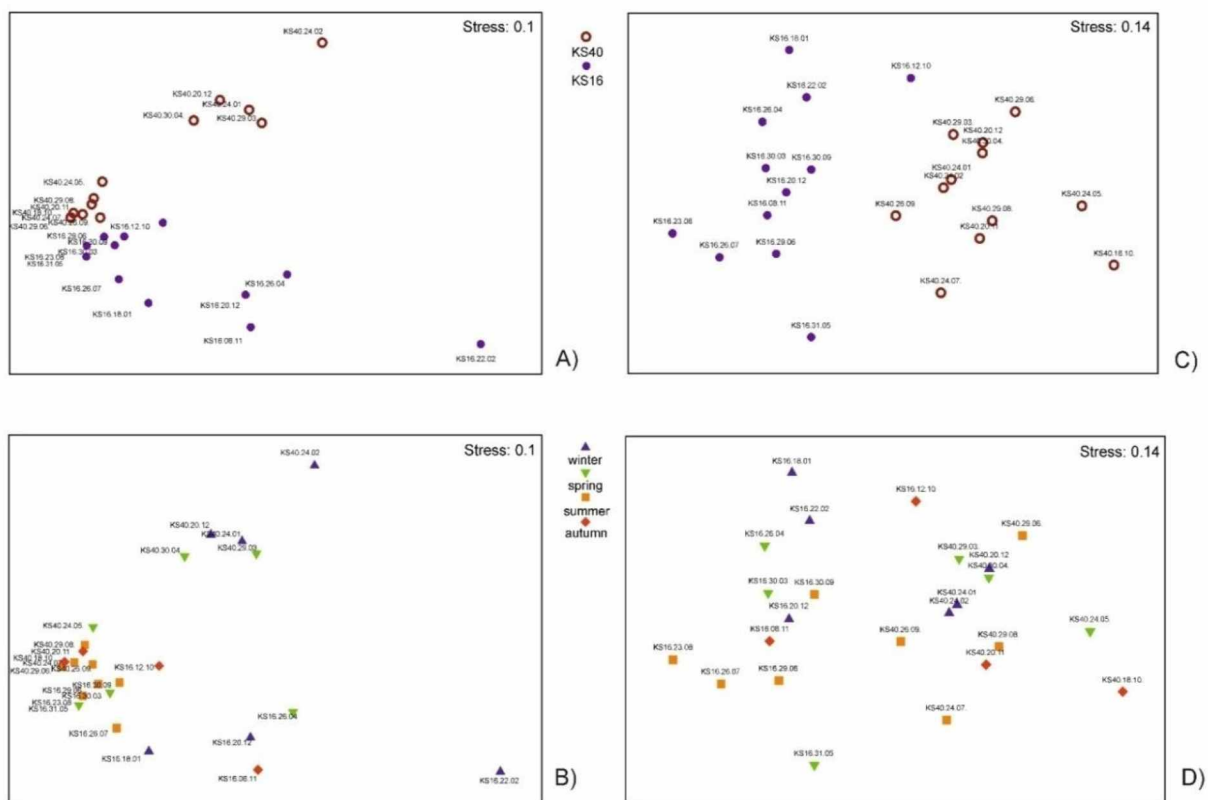
je postavljena između zajednica iz proljeća i ljeta. SIMPER analiza urađena bez *G. balcanicus* ukazuje da su vrste *A. aquaticus*, *P. casertanum* i *R. labiata* karakteristični taksoni za zimske i proljećne zajednice. S druge strane, vrste *A. aquaticus*, *T. anomalum* i *R. labiata* uglavnom doprinose zajednicama ljeta, dok pijavica *Glossiphonia balcanica* je karakteristična vrsta za jesenje zajednice.

Rezultati SIMPER analize kada su svi taksoni bili uključeni u analizu pokazali su najveću razliku između zime i ljeta (67.2%) i najmanju između ljeta i jeseni (36.63%). Sa druge strane, kada je vrsta *G. balcanicus* bila isključena iz analize najveća razlika je nađena između proljeća i jeseni (87.87%), a najmanja između zime i proljeća (80.45%).

Kluster analiza je urađena u dvije varijante, za sve zajednice ukupno i za zajednice kada je bila isključena vrsta *G. balcanicus*. Značaj *G. balcanicus* kao glavne komponente zajednica izvora se može vidjeti na rezultatima klusterske analize (slika 5). Kada su analizirani sve taksoni, sličnost zajednica izvora (slika 5A) otkriva jasan fenološki uzorak. Klusterska analiza otkriva jaku različitost zimskih zajednica u izvoru KS16 jedne sa drugima, dok zimska zajednica KS40 je grupisana zajedno sa zajednicama ranog proljeća. Zajednice kasnog proljeća, ljeta i jeseni ovog izvora nagomilavaju se zajedno i pokazuju jaku sličnost jedne sa drugima. Izgleda da prelazak od zimskih i zajednica ranih proljeća prema zajednicama iz kasnog proljeća–jesen se odigrava u novembru-decembru i u aprilu-maju kada mjesečna srednja temperatura vazduha dostiže 7.6-10.6 °C. Sa druge strane, kada je *G. balcanicus* bila isključena iz analize, nije postojao jasan obrazac koji bi mogao biti vezan sa sezonskim promjenama (slika 5 B). Zimske zajednica izvora KS16 pokazuje snažnu različitost jedne prema drugima, dok je zimska zajednica KS40 bila grupisana zajedno sa ranim proljećnim zajednicama. Zajednica kasnog proljeća, ljeta i jeseni zajedno ne pokazuje nikakav trend i uzorci iz različitih mjeseci pokazuju jaku nesličnost. Sa druge strane, kada je vrsta *G. balcanicus* bila isključena iz analiza nijesmo našli bilo kakvu korelaciju između zajednica i srednje mjesečne temperature vazduha.



Slika 6: Bray – Curtis indeks sličnosti zajednica makroinvertebratskih vrsta u istraživanim izvorima KS16 i KS40.



Slika 7: Resultat NMDS analiza zajednica makroinvertebrata na izvore KS16 I KS40 tokom sezona. A i B - analiza sprovedena sa cjelim skupovima, C i D - kada vrsta *G. balcanicus* je isključen iz analize.

6 DISKUSIJA

6.1 Diverzitet makroinvertebratske zajednice u istraživanim izvorima

U ovoj disertaciji registrovan je 51 takson iz dva izvora koja se nalaze u planinskom regionu zapadnog dijela Kosova. Dvije vrste *Glossiphonia balcanica* i *Dina prokletijaca* opisane su kao nove za nauku dok su dvije vrste vodenih grinja registrovane kao nove za faunu Kosova.

Vrsta *Glossiphonia balcanica* je najbližnja vrstama *G. concolor* Apathy, 1888 i *G. nebulosa* Kalbe, 1964. Od vrste *G. concolor* se razlikuje prisustvom tamnih pruga na leđnom dijelu, kao i sa unutrašnjim paramedijalnim jako istaknutim prekidom na članku a2 (Nesemann i Neubert, 1999). Od vrste *G. Nebulosa* se razlikuje po tome što je kod ove posljednje vrste frontalni par očiju je vrlo mali (ponekad redukovan), dok su srednji i zadnji parovi često manje ili više spojeni. Pored toga, leđnu površinu kod *G. balcanica* pokriva nekoliko malih, nepravilno raspoređenih papila, sa izraženim paramedijalnim papilama koje nalaze se samo na članku a2. Vrsta *G. nebulosa* ima tri para istaknutih papila koje se nalaze na dva anulusa (a2 i a3), dok vrsta *G. concolor* ima glatku površinu tijela bez istaknutih papila (Nesemann i Neubert, 1999). Kod vrste *G. balcanica* medijalni nabor na glavenoj pijavki nedostaje, dok je on izražen kod populacija vrste *G. nebulosa* sa Kosova.

Dina prokletijaca je veoma slična sa *Dina montana* (Sket 1968) i *D. dinarica* (Sket 1968). Obje vrste žive u istom području kao i nova vrsta. Od ove posljednje vrste *Dina prokletijaca* razlikuje se po veličini, dostižući otprilike polovinu veličine *D. dinarica*. Ova druga vrsta ima izraženiju anulaciju nego nova vrsta sa svim prstenovima osim b6 koji se mogu podijeliti. Druga razlika uključuje proširenje vrećice jajnika, koje su jedan somit kraće u *D. dinarica*. Zbog oblika i proširenja polnih organa *Dina prokletijaca* podsjeća na vrstu *D. montana* vrstu koja je prvobitno opisana sa Crnogorskog dijela planine Prokletije (Sket 1968). Ova druga vrsta se razlikuje od *Dina prokletijaca* po slijedećim osobinama: 1) Vitko i dorzoventralno više spljošteno tijelo, dorzalna površina glatka bez papile, 2) kranijalni nabor izdužen sa malim otvorom usta, 3) dorzalna boja svježije sačuvanih primjeraka *D. montana* je veoma tamno sivkasta do braonkasta, tako da tamne paramedijalne pruge nijesu jasno vidljive, 4) vidljivo je osam

očiju, povremeno odsutno samo jedno oko. Vrsta *Dina lineata* O. F. Muller, 1774, srednja do velika pijavica, može se lako razlikovati od *D. prokletijaca* po vitkom tijelu sa malim otvorom usta. Vrsta *Dina lineata lacustris* Sket, (1968) se razlikuje po ženskim genitalnim porama pomaknutim na b6 (u sredini ili na kraj anulusa) nikad u brazdi b5./ b6 (Sket 1968). Smanjenje broja očiju čini novu vrstu sličnoj vrsti *Dina minuoculata* Grosser, Moritz & Pešić, 2007, koja je poznata iz planinskog područja Crne Gore (Grosser i saradnici, 2007). Ova vrsta je karakteristična po izraženim papilama i manje uvijenim vrećicama jajnika. Štaviše, smanjenje pigmentacije očiju je znatno više izraženo kod vrste *D. prokletijaca*.

6.2 Optimalno vrijeme za sakupljanje makroinvertebrata u reokrenim izvorima i implikacije na indekse diverziteta

Izvori su značajni za održavanje diverziteta vodenih beskičmenjaka, posebno u područjima gdje su druga vodena staništa, kao što su velika jezera i rijeke, ograničena (Davis i saradnici, 2017).

U ovoj disertaciji registrovan je 51 takson makroinvertebrata iz dva izvora koja se nalaze na planinskom regionu zapadnog dijela Kosova. U pogledu taksnonomskog bogatstva, u zajednicama oba izvora dominiraju insekti. Najveće bogatstvo vrsta je zabilježeno u grupi Trichoptera, što je u skladu sa rezultatima drugih studija (npr. Savić i saradnici, 2017). Naša studija je pokazala da istraživane zajednice insekata u istraživanim izvorima pokazuje znatno veće bogatstvo i ujednačenost nego zajednice ostalih beskičmenjaka (Tab. 5). Međutim, ukupan broj jedinki taksona koji čitav životni ciklus provedu u vodi je mnogo veći, ali ujednačenost mnogo niža u odnosu na insekte (bez Coleoptera). Ovo je uglavnom vezano sa dominantnošću vrste *Gammarus balcanicus*, koja je široko rasprostranjena i abundantna u malim reokrenim izvorima na Balkanskom poluostrvu (Mamos i saradnici, 2014). Istraživanja urađena u Iberijskim izvorima, pokazala su da vrste roda *Echinogammarus* imaju veću brojnost od drugih taksona sa kojima se srijeću zajedno (Barquín i Death, 2004). Naši rezultati pokazali su da se mjesečnim uzorkovanjem istraživanih izvora na području Prokletija dobija veća raznolikost vodenih makroinvertebrata nego pojedinačnim uzorkovanjem na godišnjem ili sezonskom nivou.

Neke studije (npr. Sandlund i Aagaard, 2004) pokazale su da, čak i kada kombinujemo različite metode uzorkovanja i uz značajan trud tokom sakupljanja uzoraka, oko 50% vrsta će biti propušteno ako se uzorkovanje radi samo jedan put godišnje. Međutim, mjesečno istraživanje ili barem sezonsko uzorkovanje pokreće niz praktičnih problema u vezi sa tehnikama uzorkovanja i uticaja na zajednice u izvorima. Prije svega, nepostoji jasan i standardizovan protokol za uzorkovanje zajednica vodenih makroinvertebrata u izvorima, a različite metode se koriste u različitim studijama.

Rosati i saradnici (2016) sistematizovali su literaturu koja se odnosi na semi-kvantitativne metode uzorkovanja u izvorima, uzimajući u obzir njihov uticaj na izvore i njihovu biotu. Ovi autori su pokazali da proporcionalno uzorkovanje iz svih mikrostaništa koji su prisutni u izvoru je najpogodnije za inventarizaciju biodiverziteta u ovim staništima. Mnogi autori (npr. Gooch i Glazier, 1991; Gerecke i saradnici, 2007) ističu da su izvori veoma osjetljivi ekosistemi i da, ako se uzorci uzimaju sa većom frekvencijom (i uzorkovanje se radi u svim mikrostaništima), takav pristup može biti destruktivan za životnu sredinu i biotu u izvorima.

Ipak, detaljne studije o uticaju višestrukog uzorkovanja u izvorima i vrijeme oporavka zajednice od poremećaja kao što su uticaj na substrat i na smanjivanje različitih mikrohabitata su još uvijek nepoznanica. Nivo uznemiravanja, kolonizacija pomoću adulta sa disperzionom fazom u životnom ciklusu ili migracija iz potoka u izvor ima važnu ulogu u oporavku izvorišnih zajednica.

Von Fumetti i saradnici (2017) su u Bosni i Hercegovini ustanovili da se disperzija i kolonizacija uglavnom odvija putem riječnih koridora od strane adultnih insekata. Procjena taksona koje su se karakterisale prisustvom leteće disperzione faze na stadijumu adulta bio je visok (dvije trećine) u spomenutoj studiji i uporediv je sa rezultatima našeg istraživanja.

Važan faktor koji ne treba zaboraviti su finansijski troškovi i potrebno vrijeme za prikupljanje, sortiranje i identifikacija uzoraka, a koji može predstavljati nepovoljan faktor za višestruko uzorkovanje u izvorima.

Ovo može biti poseban problem za male reokrene izvore. Posljedica toga je najčešće da se uzorkovanje u izvorima obično radi najčešće jednom godišnje. Ovdje se postavlja pitanje, koje je najpovoljnije vrijeme za sakupljanje uzoraka za procjenu biodiverziteta u izvorskim staništima?

Rezultati našeg istraživanja pokazali su da je zimska zajednica vodenih beskičmenjaka na izvorima na području Prokletija najraznovrsnija. Skoro svi značajni indeksi raznovrsnosti su dokazali da zajednica „vodenih taksona“ (vrsta koja čitav životni ciklus provedu u vodi) proučavanih izvora ima najveću vrijednost zimi.

Sa druge strane, zimska zajednica insekata (bez akvatičnih tvrdokrilca koji čitav životni ciklus provedu u vodi, za razliku od ostalih vodenih insekata) pokazuje najveću rijetkost i vrijednost Shannon indeksa, dok drugi indeksi raznolikosti, kao što su Margalef-ov i Simpson-ov indeks imaju slične vrijednosti za zimske, proljećne i ljetne zajednice, čak su i viši tokom ljeta (tab.5). Skoro svi indeksi raznolikosti su značajno veći za insekte nego za čisto „vodene“ beskičmenjake. Ovi rezultati ukazuju da vrijeme uzorkovanja može uticati na indekse raznolikosti zajednica izvora, i da razliku između beskičmenjaka koji su isključivi „vodeni taksona“ i insekata koji naseljavaju izvore treba uzeti u obzir. Prema indeksima raznolikosti, najrazličitije zajednice u oba izvora se pojavljuju u februaru. To je potvrđeno rezultatima SIMPER analize, koja je dokazala da kada su analizirane sve zajednice, zimska zajednica se najviše razlikovala od zajednica ostalih godišnjih doba.

Međutim, treba napomenuti da ovaj šablon nije bio prisutan u izvoru KS16 kada je *G. balcanicus*, dominantna vrsta u zajednicama oba izvora, bila isključena iz analize. Naša studija je pokazala da su zajednice, koje su bile najraznovrsnije u pogledu broja taksona, pronađene tokom ljeta.

Pored toga, najveći broj ekskluzivnih vrsta, onih koje su prikupljenih samo u jednoj sezoni, u oba izvora su nađene u ljeto i jesen (tab. 3, 4).

Stoga, ako želimo izvući zaključke našeg istraživanja, onda bi mogli zaključiti da ako bismo morali izabrati jednu sezonu za uzorkovanje izvora na istraživanom području Prokletija, uzorkovanje u ljetnjem periodu bi obezbijedilo zajednice sa najvećim brojem

taksona, ali sa nižim indeksima diverziteta za beskičmenjaka, vodenih taksona”, a dijelom i za zajednicu insekta (tab.5) u odnosu na druga godišnja doba. Međutim, ako bismo željeli kompletirati podatke sa zajednicama koje su najrazličitije u pogledu strukture, onda bismo za istraživanje izvore preporučili uzorkovanje u februaru.

Sve to znači da vremenski period istraživanja zavisi od naučnih ciljeva i potrebnih informacija za ciljeve projekata koji se sprovode, kao i ekologije specifičnih taksona koja uslovljava korišćenje određenih metoda za njihovo sakupljanje. Naime, dobro je poznato da je korišćenje nekih metoda za inventarizaciju biodiverziteta izvora, kao što su „emergence“ mreže ili zamke, moguće samo u određenom periodu godine, obično u ljeto i jesen.

Na primjer, univoltini vodeni insekti, kao što su redovi insekata Ephemeroptera, Plecoptera i porodice Limnephilidae i Leptoceridae koje pripadaju redu Trichoptera, obično se pojavljuju kao adulti tokom ljeta i u jesen (Wallace i saradnici, 2003).

Postavlja se pitanje u kojoj mjeri istraživanje izvorskih zajednice zavisi od vremenskih uslova. Naši rezultati su pokazali da kada je vrsta *G. balcanicus* bila uključena u analizu, mjesečna srednja temperatura vazduha je dobro objašnjavala obrazac sličnosti istraživanih zajednica. S druge strane kada je dominantni takson – vrsta *G. balcanicus* bila isključena iz analize nije pronađen jasan sezonski obrazac. To može ukazati na to, da obrazac koji je uočen u proučavanim zajednicama u stvari odražava sezonske promjene brojnosti vrste *G. balcanicus* povezan sa temperaturom, dok pojava drugih taksona ne prati sezonski obrazac ili je njihova fenologija pod uticajem drugih faktora.

6.3 Nedostaci istraživanja i buduće perspektive

Zaključci prezentirani u disertaciji dobijeni su na osnovu istraživanja dva izvora. Uzorkovanje u teškim planinskim uslovima zahtijeva mnogo vremena i nije bilo moguće prikupljanje materijala iz većeg broja izvora. Zbog ovog razloga, predstavljeni rezultati i zaključci imaju ograničenu vrijednost, kada se uzmu u obzir značajne razlike u sastavu zajednica. Ipak, reokreni izvori KS16 i KS40 su izabrani za testiranje gore-navedenih hipoteza između 50 ostalih izvora koji su preliminarno istraživani kao dobar primjer standardnih tipova izvora za ovu regiju. Bez obzira što su izabrani izvori tipični

za planinski masiv Prokletija, dobijeni zaključci se mogu primijeniti i na ostale izvore u regiji zapadnog Balkana.

7 ZAKLJUČCI

1. Dosadašnja istraživanja izvora u planinama Prokletije su bila fragmentarna i ograničena na faunističke studije određenih grupa. Cilj doktorske disertacije je (i) da identifikujemo glavni obrazac fenologije zajednice izvora u oblasti Prokletija, (ii) identifikujemo sezonu koja bi bila optimalna za faunistička istraživanja izvora kako bi ustanovili maksimum diverziteta koju zajednice izvora mogu imati u planinskim područjima zapadnog Balkana.
2. Faunistička istraživanja makroinvertebratske zajednice su urađena u dva izvora koja se nalaze na planinskom regionu zapadnog dijela Kosova. U istraživanim izvorima ukupno je sakupljeno 2494 jedinki i 51 takson makroinvertebrata. Grupa vodenih beskičmenjaka obuhvatala je 13 taksona, dok su dvije trećine (38 taksona) pripadali grupi insekata sa disperzionim stadijumom. Najveće bogatstvo vrsta je zabilježena u grupi Trichoptera.
3. Dvije vrste pijavica *Glossiphonia balcanica* i *Dina prokletijaca* su opisane kao nove za nauku (Grosser i saradnici, 2016), dok su dvije vrste vodenih grinja *Lebertia glabra* Thor, 1897 i *Atractides fonticolus* Viets, 1920 registrovane po prvi put za faunu Kosova.
4. Prosječna brojnost beskičmenjačke zajednice u oba izvora bila je najveća u ljetnjem periodu, a najniža u toku zime i ranom proljeću. Zajednice insekata u istraživanim izvorima pokazuje znatno veće bogatstvo i ujednačenost nego zajednice ostalih beskičmenjaka. Međutim, ukupan broj jedinki taksona koji čitav životni ciklus provode u vodi je mnogo veći, ali ujednačenost mnogo niža u odnosu na insekte (bez Coleoptera) sa disperzionim stadijumom što je posledica dominantnosti vrste *Gammarus balcanicus* na koju otpada skoro 65% od ukupnog broja sakupljenih jedinki.

5. Skoro svi indeksi raznolikosti su značajno veći za insekte nego za čisto „vodene“ beskičmenjake što ukazuje da vrijeme uzorkovanja može uticati na indekse raznolikosti zajednica izvora. Prema indeksima raznolikosti, najrazličitije zajednice u oba izvora se pojavljuju u februaru. To je potvrđeno rezultatima SIMPER analize, koja je pokazala se zimska zajednica najviše razlikovale između sebe kao i u odnosu na zajednice iz ostalih sezona. Međutim kada je vrsta *G. balcanicus* bila isključena iz analize, ovaj obrazac nije bio prisutan.
6. Zaključci iz ove studije pokazujali su da (a) se mjesečnim uzorkovanjem istraživanih izvora na području Prokletija dobija veća raznolikost vodenih makroinvertebrata nego pojedinačnim uzorkovanjem nagodišnjem ili sezonskom nivou, i (b) zima i kasno ljeto predstavljaju najpovoljnije vrijeme za karakterizaciju zajednice makroinvertebrata na malim reokrenim izvorima.

LITERATURA

- Andree, C., Lischewski, D. & Timm, T. (1995). Bewertungsverfahren Flora und Vegetation an Quellen. *Crunoecia* 2: 25 - 37.
- Aubert, J. (1965). Les Plécoptères du Parc National Suisse. Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchungen im Schweizerischen Nationalpark, 10.
- Bader, C. (1975). Die Wassermilben des Schweizerischen Nationalparks. Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchungen im Schweizerischen Nationalpark, 14.
- Baltes, B., Fumetti, S. v., Küry, D., Contesse, E., Butscher, C., Huggenberger, P., Suter, D., Leimgruber, W. & Nagel, P. (2005). Basel entdeckt seine Quellen. In: Deutsche Gesellschaft für Limnologie, Proceedings 2004: 226-230.
- Baltes, B., Fumetti, S. v. & Nagel, P. (2006). Quellen, die verlorenen Biotope? In: Deutsche Gesellschaft für Limnologie, Proceedings 2005: 30-34.
- Barquín J, Death RG. (2004). Patterns of invertebrate diversity in streams and freshwater springs in Northern Spain. *Arch Hydrobiol* 161: 329-349.
- Bonettini, A. M. & Cantonati, M. (1996). Macroinvertebrate assemblages of springs of the River Sarca catchment (Adamello-Brenta Regional Park, Trentino, Italy). *Crunoecia*, 5: 71–78.
- Botosaneanu, L. (1998). Studies in Crenobiology. The biology of springs and springbrooks. Backhuys Publishers, Leiden, 261 pp.
- Bottazzi, E. Bruno, MC. Pieri, V, Di Sabatino, A. Silveri, L., Carolli, M. Rossetti, G. (2011). Spatial and seasonal distribution of invertebrates in Northern Apennine rheocrene springs. *J Limnol* 70: 77-92.
- Bundi, U., Peter, A., Frutiger, A., Hütte, M., Liechti, P. & Sieber, U. (2000). Scientific base and modular concept for comprehensive assessment of streams in Switzerland. *Hydrobiologia*, 422/4223: 477-487.
- Butscher, C. & Huggenberger, P. (2007). Implications for karst hydrology from 3D geological modelling using the aquifer base gradient approach. *Journal of Hydrology*, 342: 184-198.

- BUWAL (1998). Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer in der Schweiz: Modul-Stufen-Konzept. Mitteilungen zum Gewässerschutz 26.
- Cantonati, M., Bertuzzi, E. & Spitale, D. (2007). The spring habitat: biota and sampling methods. Museo Tridentino di Scienze Naturali, Trento. Monografie del Museo Tridentino di Scienze Naturali 4.
- Cantonati, M., Gerecke, R. & Bertuzzi, E. (2006). Springs of the Alps – sensitive ecosystems to environmental change: from biodiversity assessments to long-term studies. *Hydrobiologia*, 562: 59-96.
- Cantonati, M. & Ortler, K. (1998). Using spring biota of pristine mountain areas for long term monitoring. *Hydrology, Water Resources and Ecology in Headwaters* (Proceedings of the Headwater'98 Conference held at Merano / Meran, Italy, April 1998). IAHS Publication, 248:379-385.
- Contesse, E. & Kury, D. (2005). Aufwertung der Quellen im Moostal und im Aatal in Riehen (Schweiz): Machbarkeit der Ausdolungen und Revitalisierung von Quellen und Quellbächen in Siedlungsnähe. *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaften beider Basel*, 8: 115-133.
- Cuttelod A., Seddon M. & Neubert E. (2011). European Red List of Non-marine Molluscs. IUCN Global Species Programme, IUCN Regional Office for Europe, IUCN Species Survival Commission, 98 pp.
- Clark KR, Gorley RN. (2001).PRIMER v5: User Manual/Tutorial. PRIMER-E, Plymouth, 91 p.
- Dauti, E.D. (1987): Seasonal and regional dynamics of the population density of *Perla marginata* and *Brachyptera seticornis* along the Nerodimka River [Yugoslavia]. *Acta. Biol. Med. Exp.* 12: 77-82.
- Davis J, Kerezszy A, Nicol SC. (2017). Springs: Conserving perennial water is critical in arid landscapes. *Biol Conserv* 211: 30-35.
- Diamond, J., Stribling, J.R., Huff, L. & Gilliam, J. (2012). An approach for determining bioassessment performance and comparability. *Environmental Monitoring Assessment*, 184: 2247-2260.

- DIN 38410 Part 1 (1987). Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Biologisch-ökologische Gewässeruntersuchung (Gruppe M); Allgemeine Hinweise, Planung und Durchführung von Fließgewässeruntersuchungen (M1). Beuth Publ., Berlin & Cologne.
- DIN 38410 Part 2 (1989). Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Biologisch-ökologische Gewässeruntersuchung (Gruppe M); Verfahren zur Bestimmung des Saprobienindex (M2). Beuth Publ., Berlin & Cologne.
- Dmitrović D, Savić D, Pešić V. (2016). Discharge, substrate type and temperature as factors affecting gastropod assemblages in springs in northwestern Bosnia and Herzegovina. *Arch Biol Sci* 68 (3): 613-621.
- European Commission (EC) (2003). Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance document no. 11: Planning Processes. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- Erba, S., Furse, M. T., Balestrini, R., Christodoulides, A., Ofenböck, T., van der Bund, W., Wasson, J.-G. & Buffagni, A. (2009). The validation of common European class boundaries for river benthic macroinvertebrates to facilitate the intercalibration process of the Water Framework Directive. *Hydrobiologia* 633: 17-31.
- Erman, N. A. & Erman, D. C. (1995). Spring permanence, Trichoptera species richness and the role of drought. *Journal of the Kansas Entomological Society Supplement*, 68: 50– 64.
- Felder, S. & von Fumetti, S. (2013). Faunistic characterisation of alpine springs in the Swiss National Park. Conference volume of the 5th Symposium research in protected areas, Mittersill: 185-190.
- Ferrington, L.C. (1995). Biodiversity of aquatic insects and other invertebrates in springs: Introduction. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 68: 1-3.
- 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.
- Botosaneanu, L. (ed), Studies in crenobiology. The Biology of Springs and Springbrooks. Backhuys Publishers, Leiden: 182-199.
- Botosaneanu, L. (ed.), Studies in crenobiology: the biology of springs and springbrooks. Backhuys Publishers, Leiden: 39–48.
- Gallo, K. (2002). Aquatic and riparian effectiveness monitoring program for the Northwest Forest Plan. U.S. Forest Service, Corvallis, Oregon.
- Gauterin, H. (1999). Vorschlag zu einer überregionalen faunistischen Quelltypologie mit einer Beschreibung der Crenobia alpina-Bythinella dunkeri-Zoozönose. Crunoecia, 6: 67-72.
- Gerecke, R. (1991). Taxonomische, faunistische und ökologische Untersuchungen an Wassermilben aus Sizilien unter Berücksichtigung anderer aquatischer Invertebraten. Lauterbornia, 7: 1–304.
- Gerecke, R. & Di Sabatino, A. (2003). Water mites (Acari, Hydrachnellae) and spring typology in Sicily. Crunoecia 5: 35-41.
- Gerecke, R., Stoch, F. Meisch, C. & Schrankel, I. (2005). Die Fauna der Quellen und des hyporheischen Interstitials in Luxemburg. Ferrantia 41.
- Gerecke, R. & Franz, H. (2006). Quellen im Nationalpark Berchtesgaden. Lebensgemeinschaften als Indikatoren des Klimawandels. Nationalparkverwaltung Berchtesgaden, Forschungsbericht 51.
- Gerecke, R., Haseke, H. Klauber, J. & Maringer, A. (2012). Quellen. Schriften des Nationalparks Gesäuse, Bd. 7, Weng im Gesäuse.
- Geske, C., Engel, E. & Plachter, H. (1997). Typologisierung und Bewertung kleiner Fließgewässer - ein Methodenvergleich. Wiesbaden, Hessische Landesanstalt für Umwelt.

- Gerecke, R. Cantonati, M. Spitale, D. Stur, E. Wiedenbrug, S. (2011). The challenges of long- term ecological research in springs in the northern and southern Alps: indicator groups, habitat diversity, and medium-term change. *J Limnol* 70: 168-187.
- Gerecke, R., Maiolini, B. Cantonati, M. (2007). Collecting meio- and macrozoobenthos in springs. In: Cantonati M, Bertuzzi E, Spitale D, eds. *The spring habitat: biota and sampling methods*. Monografie del Museo Tridentino di Scienze Naturali, Trento, 265- 274.
- Gooch, J.L Glazier, DS. (1991). Temporal and spatial patterns in mid-Appalachian springs. *Mem Entomol Soc Can* 155: 29-49.
- Gräse, W. & Beierkuhnlein, C. (1999). Temperaturen und Strahlungshaushalt an Waldquellen. In: Beierkuhnlein, C. & Gollan, T.(eds), *Ökologie silikatischer Waldquellen in Mitteleuropa*. Bayreuther Forum Ökologie, Bayreuth: 77-85.
- Grosser, C., Moritz, G. & Pešić, V.(2007). *Dina minuoculata* sp.nov. (Hirudinea: Erpobdellidae) eine neue Egelart aus Montenegro. *Lauterbornia*, Dinkelscherben, 59:7-18.
- Grosser, C., Pešić, V. & Gligorović, B. (2015a) A checklist of the leeches (Annelida: Hirudinea) of Montenegro. *Ecologica Montenegrina*, 2(1), 20–28.
- Grosser, C., Pešić, V. & Lazarević, P. (2015b) A checklist of the leeches (Annelida: Hirudinida) of Serbia, with new records. *Fauna Balkana*, 3, 71–86.
- Grosser, C., Pešić, V. Berlajolli, V. & Gligorović, B.(2016) *Glossiphonia balcanica* n. sp. and *Dina prokletijaca* n. sp. (Hirudinida: Glossiphoniidae, Erpobdellidae) - two new leeches from Montenegro and Kosovo. *Ecologica Montenegrina*, 8:17–26
- Hahn, H.J. (2000). Studies on classifying of undisturbed springs in Southwestern Germany by macrobenthic communities. *Limnologica* 30: 247-259.
- Hänni, P. (2004). *Quellen der Kraft: mit Wanderungen zu magischen Quellen in der Schweiz*. AT Publ., Baden.
- Haseke, H. (2012). Die Quellen der Gesäuseberge: Hydrogeologie, Quellmorphologie und Quellgebiete. In: Gerecke, R., Haseke, H. Klauber, J. & Maringer, A. (eds). *Quellen*. Schriften des Nationalparks Gesäuse, Weng im Gesäuse, Bd. 7: 10-37.

- Hinterlang, D. (1993). Bewertungsverfahren Flora und Vegetation an Quellen. *Crunoecia* 2: 25-37.
- Hotzy, R. & Römheld, J. (2004). Aktionsprogramm Quellen in Bayern. Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg.
- Howein, H. & Schröder, H. (2006). Geomorphologische Untersuchungen. In: Gerecke, R. & Franz, H. (eds). Quellen im Nationalpark Berchtesgaden. Lebensgemeinschaften als Indikatoren des Klimawandels. Nationalparkverwaltung Berchtesgaden, Forschungsbericht 51: 71-86.
- Ibrahimi, H. Kucinic, M. Gashi, A. & Grapci-Kotori, L.(2012). The caddisfly fauna (Insecta,Trichoptera) of the rivers of the Black Sea basin in Kosovo with distributional data for some rare species, (182):71-85Zookeys.
- Illies, J. (1952). Die Mölle. Faunistisch-ökologische Untersuchungen an einem Forellenbach im Lipper Bergland. *Archiv für Hydrobiologie*, 46: 424–612.
- 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 der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*, 12: 1-57.
- Kalbe, (1964). *Glossiphonia nebulosa*. Fauna Europaea.
- Kolkwitz, R. (1950). Ökologie der Saprobien. Über die Beziehungen der Wasserorganismen zur Umwelt. *Schriftenr. Ver. Wasser-, Boden- und Lufthygiene*, 4: 1-64.
- Kolkwitz, R. & Marsson, M. (1902). Grundsätze für die biologische Beurteilung des Wassers nach seiner Flora und Fauna. *Mitt. Kgl. Prüfungsanst. Wasserversorgung Abwasserbeseitigung, Berlin-Dahlem*, 1: 33-72.
- Kubíková, L., Simon, O. P., Tichá, K., Douda, K., Maciak, M., & Bílý, M. (2012). The influence of mesoscale habitat conditions on the macroinvertebrate composition of springs in a geologically homogeneous area. *Freshwater Science*, 31(2), 668-679.

- Langhans, S. D., Lienert, J., Schuwirth, N. & Reichert, P. (2013). How to make river assessments comparable: a demonstration for hydromorphology. *Ecological Indicators*, 32:264-275.
- Liebmann, H. (1962). *Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie*. Vol. 1, G. Fischer, Jena.
- Lencioni, V., Marzali, L. & Rossaro, B. (2011). Diversity and distribution of chironomids (Diptera, Chironomidae) in Alpine and pre-Alpine springs (Northern Italy). *Journal of Limnology*, 70 (Suppl): 106–121.
- Lubini, V., Stucki, P. & Vicentini, H. (2009). *Ökologische Bewertung von Quellen*. Draft for the BAFU, Section Arten- und Biotopschutz, Abteilung Natur, Bern.
- Mamos, T., Wattier, R. Majda, A. Sket, B., Grabowski M. 2014. Morphological vs. molecular delineation of taxa across montane regions in Europe: the case study of *Gammarus balcanicus* Schäferna, (Crustacea: Amphipoda). *J Zool Syst Evol Res* 52: 237-248.
- Martin, P., Rückert, M. & Brunke, M. (2008). Eine faunistisch begründete Quelltypologie für Schleswig-Holstein. In: *Deutsche Gesellschaft für Limnologie, Proceedings 2007*: 74- 78.
- Meier, C., Haase, H., Rolauffs, P., Schindehütte, K., Schöll, F. Sundermann, A. & Hering, D. (2006). *Methodisches Handbuch Fließgewässer bewertung*. <http://www.fliessgewaesserbewertung.de>
- Millaku, F (1999). About some taxons new to Flora of Albanian Alps and Kosovo's flora on the whole. *Buletini i shkencave Bujqesore*. 4,81-85.
- Mori, N. & Brancelj, A. (2006). Macroinvertebrate communities of karst springs of two river catchments in the Southern Limestone Alps (the Julian Alps, NW Slovenia). *Aquatic Ecology*, 40: 69-83.
- Nadig, A. (1942). *Hydrobiologische Untersuchungen in Quellen des Schweizerischen Nationalparkes im Engadin. Unter besonderer Berücksichtigung der Insektenfauna. Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchung im Schweizerischen Nationalpark. Band 1. Nr. 9. Verlag H.R. Sauerländer & Co, Aarau. 432 S.*

- Nagel, P. (contr. of Bäche, J., Günther, C., Heinemann, R., Kunz, M., Potel, S., Schönleber, Y., Steinhausen, S. & Trischler, M. (1989). Bildbestimmungsschlüssel der Saprobien. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York.
- Nesemann, H. & Neubert, E. (1999) Annelida, Clitellata: Branchiobdellida, Acanthobdellea, Hirudinea. Pp1-178. In: Schwoerbel, J., & Zwick, P. (eds), Süßwasserfauna von Mitteleuropa. Begründet von A. Brauer 6/2, (Spektrum) Heidelberg.
- Odum, E.P. (1971). Fundamentals of Ecology. Saunders, Philadelphia.
- 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: 809-817.
- Pešić, V, Dmitrović D, Savić A, Milošević Dj, Zawal A, Vukašinović-Pešić V, von Fumetti (2019). Application of macroinvertebrate multimetrics as a measure of the impact of anthropogenic modification of spring habitats. *Aquat. Conserv. Mar. Fresw. Ecosyst.* 29: 341–352
- Plóciennik, M., Dmitrović D, Pešić V, Gadawski P. (2016). Ecological patterns of Chironomidae assemblages in Dinaric karst springs. *Knowl Manag Aquat Ecosyst* 11(417): 1-19.
- Radoman, P. (1983). Hydrobioidea a superfamily of Prosobranchia (Gastropoda) I. *Systematics* 547: 256 pp.. Beograd.
- Robinson, C. T., Schmid, D., Svoboda, M. & Bernasconi, S. M. (2008). Functional measures and food webs of high elevation springs in the Swiss alps. *Aquatic Sciences*, 70: 432- 445.
- Roca, J.R. (1990). Tipologia fisico-química de las Fuentes de los Pirineos centrales: síntesis regional. *Limnetica*, 6: 57-78.
- Rosati M, Cantonati M, Fenoglio S, Segadelli S, Levati G, Rossetti G. (2016). Is there an ideal protocol for sampling macroinvertebrates in springs? *J Freshwater Ecol* 32:199- 209.

- Sandlund, O.T, Aagaard K. (2004). Long term monitoring and research in an alpine-boreal watershed: Atndalen in perspective. In: Sandlund OT, Aagaard K, eds. *The Atna River: Studies in an Alpine-Boreal Watershed. Developments in Hydrobiology*, vol. 177. Springer, Dordrecht, 203-208.
- Sambugar, B., Dessi, G., Sapelza, A., Stenico, A., Thaler, B. & Veneri, A. (2006). *Südtiroler Quellfauna*. Autonome Provinz Bozen: 365 pp.
- Savić A, Dmitrović D, Pešić V. (2017). Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera assemblages of karst springs in relation to environmental factors: a case study in central Bosnia and Hercegovina. *Turk J Zool* 41: 119-129.
- Scharf, R. & Braasch, D. (1997). Die sensiblen Fließgewässer des Landes Brandenburg - Kreis Elbe-Elster. *Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg* 2/97:49-58.
- Schindler, H. (2004). Bewertung der Auswirkungen von Umweltfaktoren auf die Struktur und Lebensgemeinschaften von Quellen in Rheinland-Pfalz. PhD thesis, University of Kaiserslautern.
- Schmidlin, L., von Fumetti, S. & Nagel, P. (subm.). Effects of increased and variable temperature on *Gammarus fossarum* Koch, (1835): A Study of the feeding activity and electron transport system (ETS). Submitted to *Hydrobiologia*.
- Schwoerbel, J. (1959). Ökologische und tiergeographische Untersuchungen über die Milben (Acari, Hydrachnellae) der Quellen und Bäche der südlichen Schwarzwaldes. *Archiv für Hydrobiologie Suppl.* 24: 385-546.
- Sket, B. (1968). K Poznavanju Favne Pijavk (Hirudinea) v Jugoslaviji, Zur Kenntnis der Egel-Fauna (Hirudinea) Jugoslawiens. *Academia Scientiarum et Artium Slovenica Classis IV: Historia Naturalis et Medicina, Diss. Ljubljana*, 9(4), 127–197.
- 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.
- Springer AE, Stevens LE. (2008). The sphere of discharge of springs. *Hydrogeol J* 17:83-93.

- StatSoft Inc. 2015. STATISTICA (data analysis software system), version 12. Available from www.statsoft.com.
- Steinmann, P. (1915). *Praktikum der Süßwasserbiologie*. Bornträger, Berlin.
- Stoch, F., Gerecke, R., Pieri, V., Rossetti, G. & Sambugar, B. (2011). Exploring species distribution of spring meiofauna (annelida, Acari, Crustacea). *Journal of Limnology* (Suppl 1): 65-76.
- Stoddard, J. L., Peck, D. V., Paulsen, S. G., Van Sickle, J., Hawkin, C. P., Herlihy, A. T., Hughes, R. M., Kaufmann, P. R., Larsen, D. P., Lomnický, G., Olsen, A. R., Peterson, S. A., Ringold, P. L. & Whittier, T. R. (2005). An ecological assessment of western streams and rivers. EPA 620/R-05/005. U.S. Environmental Protection Agency, Washington D.C.
- Suter, D., Kury, D., Baltes, B. Nagel, P. & Leimgruber, W. (2007). Kulturelle und soziale Hintergründe zu den Wahrnehmungsweisen on Wasserquellen. *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft beider Basel* 10: 81-100.
- Thienemann, A. (1924). Hydrobiologische Untersuchungen an Quellen. *Archiv für Hydrobiologie*, 14: 151–190.
- Thienemann, A. (1950). *Verbreitungsgeschichte der Süßwassertierwelt Europas : Versuch einer historischen Tiergeographie der europäischen Binnengewässer*. Stuttgart:Schweizerbart
- UNEP Vienna ISCC (2010). Feasibility Study on Establishing a Transboundary Protected Area Prokletije / Bjeshkët e Nemuna Mountains. <http://www.unep.at/>
- Van der Kamp, R. O. (1995). The hydrogeology of springs in relation to the biodiversity of spring fauna: a review. In Ferrington, L. C. Jr., *Biodiversity of aquatic insects and other invertebrates in springs*. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 68: 4–17.
- Verdonschot, P. F. M. (1996). Towards Ecological spring management. *Crustacea* 5: 183- 194.

- Verneaux, J. & Tuffery, G. (1967). Une méthode zoologique pratique de détermination de la qualité biologique des eaux courantes. Indices Biotiques. Annals. Scien. Univ. Besancon (3e Serie, Zoologie) 3: 79-90.
- Von Fumetti, S. (2004). Anwendung ökologischer Quellbewertungsverfahren auf Quellen im Basler Umland. Diploma thesis, University of Freiburg.
- Von Fumetti, S., Nagel, P., Scheifhacken, N. & Baltes, B. (2006). Factors governing macrozoobenthic assemblages in perennial springs in north-western Switzerland. *Hydrobiologia*, 568: 467–475.
- Von Fumetti, S., Nagel, P. & Baltes, B. (2007). Where a springhead becomes a springbrook – a regional zonation of springs. *Fundamental and Applied Limnology*, 169: 37-48.
- Von Fumetti, S. (2008). Distribution, Discharge and disturbance: new insights into spring ecology. PhD thesis, University of Basel.
- Von Fumetti, S. & Nagel, P. (2011). A first approach to a faunistic crenon typology based on functional feeding groups. *Journal of Limnology (Suppl 1)*: 147-154.
- Von Fumetti, S. & Nagel, P. (2012). Discharge variability and its effect on faunistic assemblages in springs. *Freshwater Science* 31: 647-656.
- Von Fumetti, S., Wigger, F. & Nagel, P. (subm.). Faunistic assemblages of natural springs in the Bernese Alps (Switzerland) – variability or stability? Submitted to *Fundamental and Applied Limnology*.
- Von Fumetti, S., Dmitrović, D. & Pešić, V. (2017). The influence of flooding and river connectivity on macroinvertebrate assemblages in rheocene springs along a third-order river. *Fund Appl Limnol* 190(3): 251-263.
- Von Fumetti S, Nagel P, Scheifhacken N, Baltes B. (2006). Factors governing macrozoobenthic assemblages in perennial springs in north-western Switzerland. *Hydrobiologia* 568: 467-475.
- Wallace ID, Wallace B, Philipson GN. (2003). Case-bearing caddis larvae of Britain and Ireland. *Freshwater Biological Association Scientific Publication No. 61*, Cumbria, UK, 259 p.

- Webb, D. W., Wetzel, M. J., Reed, P. C., Philippe, L. R. & Young, T. C. (1998). The macroninvertebrate biodiversity, water quality, and hydrogeology of ten karst springs in the Salem Plateau of Illinois.
- Weber, M. (2004). Erfassung, Bewertung und strukturelle Typisierung naturnaher Quellen im Schweizer Alpenraum. Diplomarbeit. Fachhochschule Eberswalde, Eberswalde.
- Weinhold, K. (1898). Die Verehrung der Quellen in Deutschland. Abhandlungen der Koeniglichen Akademie der Wissenschaften Berlin, 69 p.
- Wigger, F. & von Fumetti, S. (2013). Quellen und ihre Lebensgemeinschaften in den Berner Alpen. Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Bern NF 70: 117-131.
- Williams, D. D. (1991). The spring as an interface between groundwater and lotic faunas and as a tool in assessing groundwater quality. Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie, 24: 1621.
- Williams, D. D. & Danks, H. V. (1991). Arthropods of springs: introduction. In: Williams, D.D. & Danks, H. V. (eds), Arthropods of springs, with particular reference to Canada. Memoirs of the Entomological Society of Canada, 155: 3-5
- Williams, D.D., Williams, N.E. & Cao, Y. (1997). Spatial differences in macroinvertebrate community structure in springs in southeastern Ontario in relation to their chemical and physical environments. Can. J. Zool., 75: 1404–1414.
- Zollhöfer, J. M. (1997). Quellen die unbekannten Biotope: erfassen, bewerten, schützen. Bristol-Schriftenreihe, Zürich, Bd. 6.
- Zollhöfer, J. M., Brunke, A. & Gonser, T. (2000). A typology of springs in Switzerland by integrating habitat variables and fauna. Archiv für Hydrobiologie Supplement, 121: 349–376.

Biografija autora

Izjava o autorstvu

Izjava o istovjetnosti štampane i elektronske verzije doktorskog rada

Izjava o korišćenju

PRILOGE

Priloga 1. Vrijeme uzorkovanja makrozoobentosa krenona u izvorima KS40 i KS16 u toku istraživnog perioda.

Priloga 2. Fizičko hemijski parametri (konduktivitet, ph, temperature vode, nadmorska visina, temperature vazduha, dnevna svjetlost, pritisak vazduha, vlažnost, oblačnost istraživanih izvora.

Priloga 3. Lista taksona i njihova brojnost (ind./m²) u izvoru KS16.

Priloga 4. Lista taksona i njihova brojnost (ind./m²) u izvoru KS40.

Priloga 5. Indeksi analiza između vodenih insekata i insekata sa letećom terestričnom fazom.

Priloga 6. Rezultati SIMPER analize zajednica na KS16 i KS40 izvora

Tabela 1. Vrijeme uzorkovanja makrozoobentosa krenona u izvorima KS40 i KS16 u toku istraživnog perioda.

Skraćenica izvora	Datum uzorkovanja	Uzorkovana biocenoza
KS16	12.10.2014	eukrenon
KS16	08.11.2014	eukrenon
KS16	20.12.2014	eukrenon
KS16	18.01.2015	eukrenon
KS16	22.02.2015	eukrenon
KS16	29.03.2015	eukrenon
KS16	26.04.2015	eukrenon
KS16	31.05.2015	eukrenon
KS16	29.06.2015	eukrenon
KS16	26.07.2015	eukrenon
KS16	23.08.2015	eukrenon
KS16	30.09.2015	eukrenon

Skraćenica izvora	Datum uzorkovanja	Uzorkovana biocenoza
KS40	18.10.2014	eukrenon
KS40	16.11.2014	eukrenon
KS40	21.12.2014	eukrenon
KS40	24.01.2015	eukrenon
KS40	27.02.2015	eukrenon
KS40	29.03.2015	eukrenon
KS40	30.04.2015	eukrenon
KS40	24.05.2015	eukrenon
KS40	28.06.2015	eukrenon
KS40	24.07.2015	eukrenon
KS40	29.08.2015	eukrenon
KS40	26.09.2015	eukrenon

Tabela 2. Fizičko hemijski parametri (konduktivitet, pH, temperature vode, nadmorska visina, temperature vazduha, dnevna svjetlost, pritisak vazduha, vlažnost, oblačnost istraživanih izvora

	konduktivitet (μs)	pH	Temperatura vode (°C)	Nadmorska visina (m)	Temperatura vazduha (°C)	Dnevna svjetlost (h and min in decimal values)	Pritisak vazduha(hPa)	Vlažnost vazduha(%)	oblačnost(0-10)
KS40.18.10.14	273	6.99	13	640	12.1	10.36	956.7	81	5.6
KS40.16.11.14	274	6.93	13	640	7.7	9.31	951.9	81	7.2
KS40.21.12.14	273	6.86	16	640	0.5	9.05	962.5	87	7.2
KS40.24.01.15	270	6.80	14	640	-2.8	9.11	955.6	95	-
KS40.27.02.15	272	6.59	13	640	6.4	9.93	-	73	5.7
KS40.29.03.15	270	6.93	11	640	7.6	11.21	956.7	75	7.4
KS40.30.04.15	270	6.71	13	640	10.6	12.71	952.7	78	7.7
KS40.24.05.15	270	7.03	10	640	15.8	14.08	955.9	73	6.3
KS40.28.06.15	271	7.08	14	640	19.1	15.10	957.2	85	6.7
KS40.24.07.15	271	7.78	14	640	22.5	14.51	958.6	71	4.5
KS40.29.08.15	272	7.75	14	640	23.2	13.21	958.3	86	4.5
KS40.26.09.15	271	7.77	14	640	17.6	11.71	957.1	86	4.6
KS16.12.10.14	359	7.00	12	803	12.1	10.36	956.7	81	5.6
KS16.08.11.14	360	7.19	13	803	7.7	9.31	951.9	81	7.2
KS16.20.12.14	355	6.89	12	803	0.5	9.05	962.5	87	7.2
KS16.18.01.15	348	6.85	10	803	-2.8	9.11	955.6	95	-
KS16.22.02.15	350	6.79	10	803	6.4	9.93	-	73	5.7
KS16.30.03.15	347	6.93	12	803	7.6	11.21	956.7	75	7.4
KS16.26.04.15	343	6.81	11	803	10.6	12.71	952.7	78	7.7
KS16.31.05.15	333	8.60	10	803	15.8	14.08	955.9	73	6.3
KS16.29.06.15	348	7.47	10	803	19.1	15.10	957.2	85	6.7
KS16.26.07.15	346	7.96	10	803	22.5	14.51	958.6	71	4.5
KS16.23.08.15	335	8.17	11	803	23.2	13.21	958.3	86	4.5
KS16.30.09.15	334	8.00	10	803	17.6	11.71	957.1	86	4.6

Table 3. Lista taksona i njihova brojnost (ind./m²) u izvoru KS16.

Taxa/datum uzorkovanje	18.01	22.02	30.03	26.04	31.05	29.06	26.07	23.08	30.09	12.10	08.11	20.12
Mollusca												
<i>Pisidium globulare</i> (Clessin, 1873)	0	13,3	20	60	0	0	26,6	13,3	0	0	0	13,33
<i>Pisidium casertanum</i> (Poli, 1791)	0	0	0	0	0	0	0	0	6,6	13,3	0	0
Nematomorpha												
<i>Gordiussp.</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0	0	0	6,6	0	0	0	0	0
Hirudinea												
<i>Dina prokletijaca</i> (Grosser & Pešić, 2016)	0	0	53,3	0	0	0	0	33,3	0	0	26,6	0
Crustacea												
<i>Gammarus balcanicus</i> (Schaferna, 1922)	180	13,3	1160	133,3	293,3	706,6	320	706,6	620	80	113,3	240
<i>Asselus aquaticus</i> (Linnaeus, 1758)	13,3	33,3	66,6	46,6	6,6	53,3	0	0	86,6	0	73,3	140
Hydrachnidia												
<i>Atractides fonticolus</i> (Viets, 1920)	0	0	0	0	0	0	53,3	0	0	6,6	0	33,3
Ephemeroptera												
<i>Baetis rhodani</i> (Pictet, 1843)	0	0	40	0	33,3	6,6	26,6	0	13,3	0	0	0
Odonata												
<i>Cordulegaster bidentata</i> (Selys, 1843)	0	33,3	13,3	20	6,6	0	0	6,6	13,3	0	0	6,6
Trichoptera												
<i>Limnephilus sp</i>	0	0	13,3	0	0	0	0	0	0	13,3	20	140
<i>Beraea sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,6	0	0
<i>Halesus sp.</i>	20	13,3	13,3	0	0	0	0	0	0	0	0	6,6
<i>Glossosoma sp</i>	0	0	0	0	120	20	0	0	0	0	0	0
<i>Micropterna sp.</i>	20	46,6	80	6,6	0	0	13,3	0	20	0	0	0
<i>Leptocerus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26,6	0
<i>Thremma anomalum</i> (McLachlan, 1876)	0	0	6,6	0	0	53,3	100	53,3	0	0	80	66,6
<i>Synagapetus iridipennis</i> (McLachlan, 1879)	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Plectrocnemia geniculata</i> (McLachlan, 1871)	6,6	13,3	6,6	6,6	6,6	0	0	6,6	6,6	0	0	6,6
<i>Philopotamus montanus</i> (Donovan, 1813)	20	0	0	0	0	0	0	6,6	0	0	0	0

[illegible]

Table 4. Lista taksona i njihova brojnost (ind./m²) u izvoru KS40.

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Tabela 5. Indeksi analiza između vodenih insekata i insekata sa letećom terestričnom fazom

mjesec	S	N	D	J'	ES(9)	H'(loge)	1-Lambda'	Ekološka grupa
ZIMA (XII-II)	4,67	57,33	0,95	0,77	3,39	1,17	0,62	Vodeni taksoni
PROLJEĆE (III-V)	3,83	84,17	0,67	0,54	2,36	0,73	0,4	Vodeni taksoni
LJETO (VI-IX)	4,13	116,5	0,67	0,3	1,73	0,39	0,18	Vodeni taksonii
JESEN (X-XI)	3,5	72,25	0,64	0,5	2,16	0,59	0,33	Vodeni taksoni
ZIMA (XII-II)	5,83	21,33	1,73	0,84	4,22	1,41	0,76	Insekti sa letećom terestričnom fazom
PROLJEĆE (III-V)	4,83	22,5	1,25	0,73	3,28	1,11	0,61	Insekti sa letećom terestričnom fazom
LJETO (VI-IX)	5	16	1,79	0,84	3,56	1,17	0,78	Insekti sa letećom terestričnom fazom
JESEN (X-XI)	2	8,25	0,67	0,85	1,86	0,52	0,43	Insekti sa letećom terestričnom fazom

Tabela 6. Rezultati SIMPER analize zajednica na KS16 i KS40 izvora

A1) Sve taksone

Grupa KS40

Srednja Sličnost : 54.72

Vrsta	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Gammarus balcanicus</i>	61.47	44.28	1.81	80.91	80.91
<i>Pisidium casertanum</i>	11.05	3.60	0.45	6.59	87.50
<i>Radix labiata</i>	7.94	3.30	0.87	6.03	93.53

Grupa KS16

Srednja Sličnost : 47.75

Vrsta	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Gammarus balcanicus</i>	52.98	39.20	1.90	82.09	82.09
<i>Asselus aquaticus</i>	7.49	3.24	0.75	6.78	88.87
<i>Thremma anomalum</i>	5.12	1.19	0.39	2.50	91.37

Grupe KS40 & KS16

Srednja Različnost = 55.51

Vrste	Grupa KS40		Grupa KS16		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
<i>Gammarus balcanicus</i>	61.47	52.98	15.28	1.44	27.53	27.53
<i>Pisidium casertanum</i>	11.05	0.83	5.56	0.88	10.01	37.54
<i>Radix labiata</i>	7.94	0.00	3.97	0.94	7.15	44.69
<i>Asselus aquaticus</i>	2.61	7.49	3.48	1.12	6.26	50.95
Tabanidae	0.55	5.52	2.83	0.55	5.09	56.04
<i>Thremma anomalum</i>	0.00	5.12	2.56	0.69	4.61	60.66
<i>Glossiphonia nebulosa</i>	3.34	0.00	1.67	0.77	3.01	63.66
<i>Limnephilus</i> sp.	0.04	2.97	1.49	0.51	2.69	66.35
<i>Micropterna</i> sp.	0.00	2.68	1.34	0.64	2.42	68.77
<i>Silo pallipes</i>	2.66	0.00	1.33	0.58	2.40	71.16
<i>Pisidium globulare</i>	0.00	2.37	1.18	0.57	2.13	73.30
<i>Glossosoma</i> sp.	0.00	2.34	1.17	0.33	2.11	75.40
<i>Synagapetus iridipennis</i>	0.00	2.27	1.14	0.30	2.05	77.45
<i>Atractides fonticolus</i>	0.89	1.54	1.06	0.64	1.91	79.36

<i>Glossiphonia balcanica</i>	2.09	0.00	1.05	1.04	1.89	81.25
<i>Paratendipes albimanus</i>	0.00	1.78	0.89	0.32	1.60	82.85
<i>Cordulegaster bidentata</i>	0.00	1.77	0.89	0.59	1.60	84.45
<i>Baetis rhodani</i>	0.07	1.41	0.71	0.65	1.28	85.72
<i>Silo</i> sp.	1.32	0.00	0.66	0.39	1.19	86.91
<i>Nepa cinerea</i>	1.21	0.00	0.60	0.54	1.09	88.00
<i>Dina prokletijaca</i>	0.00	1.20	0.60	0.52	1.09	89.09
Chaoboridae	0.00	1.11	0.56	0.42	1.00	90.09

A2) Sve taksone kada je vrsta *Gammarus balcanicus* isključena

Grupa KS40

Srednja Sličnost : 31.71

Vrste	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Radix labiata</i>	19.27	12.36	1.59	38.96	38.96
<i>Pisidium casertanum</i>	20.09	8.50	0.67	26.80	65.76
<i>Glossiphonia nebulosa</i>	10.07	3.82	0.61	12.04	77.79
<i>Glossiphonia balcanica</i>	9.47	2.45	0.46	7.74	85.53
<i>Asselus aquaticus</i>	5.47	1.82	0.55	5.73	91.26

Grupa KS16

Srednja Sličnost : 21.33

Vrste	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Asselus aquaticus</i>	17.38	7.61	0.76	35.66	35.66
<i>Thremma anomalum</i>	11.93	3.43	0.41	16.10	51.76
Tabanidae	8.27	1.74	0.36	8.16	59.92
<i>Micropterna</i> sp.	5.79	1.59	0.44	7.44	67.36
<i>Baetis rhodani</i>	4.48	1.13	0.39	5.29	72.64
<i>Cordulegaster bidentata</i>	3.18	1.07	0.55	5.01	77.65
<i>Pisidium globulare</i>	4.22	1.03	0.49	4.85	82.50
<i>Plectrocnemia</i> cf. <i>geniculata</i>	2.01	1.00	0.78	4.68	87.18
<i>Limnephilus</i> sp.	5.22	0.73	0.25	3.44	90.62

Grupe KS40 & KS16

Srednja Različitost = 93.95

Vrste	Grupa KS40	Grupa KS16		Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss			
<i>Pisidium casertanum</i>	20.09	2.00	9.87	1.08	10.50	10.50
<i>Radix labiata</i>	19.27	0.00	9.63	1.68	10.25	20.76
<i>Asselus aquaticus</i>	5.47	17.38	7.88	1.12	8.38	29.14
<i>Thremma anomalum</i>	0.00	11.93	5.97	0.78	6.35	35.49
<i>Glossiphonia nebulosa</i>	10.07	0.00	5.03	0.94	5.36	40.85
<i>Glossiphonia balcanica</i>	9.47	0.00	4.73	0.66	5.04	45.89
Tabanidae	0.80	8.27	4.20	0.62	4.47	50.36
<i>Silo</i> sp.	6.94	0.00	3.47	0.44	3.70	54.05
<i>Glossosoma</i> sp.	0.00	6.91	3.45	0.36	3.68	57.73
<i>Micropterna</i> sp.	0.00	5.79	2.89	0.76	3.08	60.81
<i>Silo pallipes</i>	5.42	0.00	2.71	0.52	2.88	63.69
<i>Limnephilus</i> sp.	0.17	5.22	2.64	0.56	2.81	66.50
<i>Lithax obscurus</i>	5.01	0.00	2.50	0.39	2.67	69.17
<i>Baetis rhodani</i>	0.10	4.48	2.25	0.74	2.39	71.57
<i>Synagapetus iridipennis</i>	0.00	4.46	2.23	0.30	2.38	73.94
<i>Atractides fonticolus</i>	2.04	3.15	2.19	0.67	2.33	76.27
<i>Pisidium globulare</i>	0.00	4.22	2.11	0.66	2.25	78.51
Chaoboridae	0.00	3.37	1.69	0.39	1.80	80.31
<i>Dina prokletijaca</i>	0.00	3.20	1.60	0.57	1.70	82.01
<i>Cordulegaster bidentata</i>	0.00	3.18	1.59	0.87	1.69	83.70
<i>Paratendipes albimanus</i>	0.00	2.99	1.50	0.36	1.59	85.30
<i>Amphimelania holandri</i>	2.78	0.00	1.39	0.30	1.48	86.77
<i>Nepa cinerea</i>	2.61	0.00	1.30	0.73	1.39	88.16
<i>Dixa</i> cf. <i>dilatata</i>	1.95	0.67	1.16	0.64	1.23	89.40
<i>Beraea</i> sp.	1.55	0.83	1.09	0.50	1.16	90.56

B1) Sve taksone

Grupa ZIMA

Srednja Sličnost: 35.07

Vrsta	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Gammarus balcanicus</i>	27.88	18.26	1.44	52.07	52.07
<i>Pisidium casertanum</i>	13.20	4.91	0.48	14.01	66.08
<i>Asselus aquaticus</i>	8.95	4.87	1.11	13.89	79.97
<i>Radix labiata</i>	6.76	2.55	0.48	7.28	87.25
<i>Glossiphonia nebulosa</i>	4.25	0.80	0.31	2.27	89.52
Tabanidae	7.14	0.71	0.64	2.02	91.53

Grupa PROLJEĆE

Srednja Sličnost: 46.53

Vrste	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Gammarus balcanicus</i>	51.39	39.78	3.14	85.49	85.49
<i>Asselus aquaticus</i>	4.30	1.88	1.03	4.04	89.53
<i>Silo pallipes</i>	5.05	1.54	0.44	3.31	92.84

Grupa LJETO

Srednja Sličnost : 74.66

Vrste	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Gammarus balcanicus</i>	79.17	72.03	6.72	96.47	96.47

Grupa JESEN

Srednja Sličnost : 50.82

Vrste	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Gammarus balcanicus</i>	66.10	48.46	2.29	95.36	95.36

Grupa ZIMA & PROJEĆE
Srednja Različitost = 62.20

Vrsta	Grupa ZIMA	Grupa PROJEĆE :				
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Gammarus balcanicus</i>	27.88	51.39	13.24	1.35	21.28	21.28
<i>Pisidium casertanum</i>	13.20	8.37	7.20	1.13	11.57	32.86
<i>Radix labiata</i>	6.76	6.99	4.80	1.12	7.72	40.57
Tabanidae	7.14	1.20	3.66	0.58	5.89	46.46
<i>Asselus aquaticus</i>	8.95	4.30	3.48	1.33	5.59	52.06
<i>Silo pallipes</i>	0.27	5.05	2.53	0.93	4.06	56.12
<i>Synagapetus iridipennis</i>	4.55	0.00	2.27	0.44	3.65	59.77
<i>Glossosoma</i> sp.	0.00	4.29	2.14	0.44	3.45	63.22
<i>Glossiphonia nebulosa</i>	4.25	0.28	2.12	0.74	3.41	66.63
<i>Micropterna</i> sp.	3.39	1.17	1.89	0.75	3.04	69.67
<i>Paratendipes albimanus</i>	0.00	3.56	1.78	0.48	2.86	72.53
<i>Limnephilus</i> sp.	3.33	0.15	1.72	0.46	2.76	75.29
<i>Pisidium globulare</i>	1.03	2.72	1.63	0.64	2.62	77.91
<i>Cordulegaster bidentata</i>	1.93	1.22	1.29	0.73	2.08	79.99
<i>Atractides fonticolus</i>	2.37	0.00	1.19	0.65	1.91	81.89
<i>Halesus</i> sp.	2.05	0.15	1.00	0.97	1.61	83.50
<i>Silo</i> sp.	0.00	2.00	1.00	0.44	1.61	85.11
<i>Glossiphonia balkanica</i>	1.86	0.61	0.95	1.06	1.53	86.64
<i>Nepa cinerea</i>	1.70	0.45	0.91	0.64	1.46	88.10
<i>Chironomus plumosus</i> type	1.76	0.00	0.88	0.68	1.41	89.51
<i>Baetis rhodani</i>	0.14	1.63	0.84	0.65	1.35	90.86

Grupa ZIMA & LIETO
Srednja Različitost = 67.20

Vrsta	Grupa ZIMA	Grupa LIETO				
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Gammarus balcanicus</i>	27.88	79.17	25.65	2.71	38.17	38.17
<i>Pisidium casertanum</i>	13.20	0.51	6.60	1.02	9.82	47.99
<i>Asselus aquaticus</i>	8.95	2.51	3.91	1.33	5.82	53.81
Tabanidae	7.14	0.11	3.55	0.54	5.29	59.09
<i>Radix labiata</i>	6.76	1.08	3.38	1.10	5.03	64.12
<i>Synagapetus iridipennis</i>	4.55	0.00	2.27	0.44	3.38	67.51
<i>Glossiphonia nebulosa</i>	4.25	1.08	2.24	0.87	3.33	70.84
<i>Thremma anomalum</i>	1.59	3.61	2.16	0.77	3.21	74.05

<i>Micropterna</i> sp.	3.39	0.61	1.80	0.69	2.67	76.72
<i>Limnephilus</i> sp.	3.33	0.05	1.68	0.45	2.51	79.23
<i>Atractides fonticolus</i>	2.37	1.30	1.50	0.78	2.22	81.45
<i>Cordulegaster bidentata</i>	1.93	0.30	1.03	0.54	1.53	82.98
<i>Halesus</i> sp.	2.05	0.00	1.03	0.97	1.53	84.51
<i>Glossiphonia balcanica</i>	1.86	0.15	0.93	0.95	1.39	85.90
<i>Chironomus plumosus</i> type	1.76	0.25	0.92	0.75	1.37	87.27
<i>Nepa cinerea</i>	1.70	0.20	0.86	0.59	1.28	88.55
Chaoboridae	0.00	1.67	0.83	0.54	1.24	89.79
<i>Prodiamesa olivacea</i>	1.40	0.34	0.77	0.69	1.14	90.93

Grupa ZIMA & JESEN

Srednja Različnost = 64.89

Vrsta	Grupa ZIMA	Grupa JESEN	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
<i>Gammarus balcanicus</i>	27.88	66.10	20.02	1.53	30.86	30.86
<i>Pisidium casertanum</i>	13.20	2.27	6.60	1.10	10.17	41.03
Tabanidae	7.14	5.49	4.85	0.82	7.47	48.50
<i>Asselus aquaticus</i>	8.95	5.40	4.76	1.48	7.34	55.83
<i>Radix labiata</i>	6.76	1.05	3.38	1.12	5.21	61.04
<i>Thremma anomalum</i>	1.59	5.66	3.23	0.69	4.97	66.02
<i>Limnephilus</i> sp.	3.33	3.69	2.90	0.93	4.46	70.48
<i>Synagapetus iridipennis</i>	4.55	0.00	2.27	0.44	3.50	73.98
<i>Glossiphonia nebulosa</i>	4.25	1.07	2.26	0.85	3.48	77.46
<i>Micropterna</i> sp.	3.39	0.00	1.70	0.60	2.61	80.07
<i>Atractides fonticolus</i>	2.37	1.14	1.38	0.81	2.12	82.20
<i>Glossiphonia balcanica</i>	1.86	2.26	1.25	1.19	1.93	84.13
<i>Halesus</i> sp.	2.05	0.00	1.03	0.96	1.58	85.71
<i>Cordulegaster bidentata</i>	1.93	0.00	0.97	0.48	1.49	87.20
<i>Dina prokletijaca</i>	0.00	1.89	0.94	0.57	1.45	88.65
<i>Leptoceros</i> sp.	0.00	1.89	0.94	0.57	1.45	90.10

Grupa PROLJEĆE & LJETO

Srednja Različitost = 46.37

Vrste	Grupa PROLJEĆE	Grupa LJETO	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
<i>Gammarus balcanicus</i>	51.39	79.17	14.83	1.59	31.97	31.97
<i>Pisidium casertanum</i>	8.37	0.51	4.27	0.68	9.21	41.18
<i>Radix labiata</i>	6.99	1.08	3.51	0.67	7.56	48.74
<i>Silo pallipes</i>	5.05	0.00	2.53	0.90	5.45	54.19
<i>Glossosoma</i> sp.	4.29	0.29	2.24	0.47	4.83	59.02
<i>Asselus aquaticus</i>	4.30	2.51	2.18	1.21	4.71	63.73
<i>Thremma anomalum</i>	0.07	3.61	1.81	0.63	3.91	67.64
<i>Paratendipes albimanus</i>	3.56	0.00	1.78	0.48	3.83	71.47
<i>Pisidium globulare</i>	2.72	0.74	1.55	0.59	3.35	74.82
<i>Baetis rhodani</i>	1.63	0.88	1.01	0.82	2.17	76.99
<i>Silo</i> sp.	2.00	0.00	1.00	0.44	2.16	79.14
Simuliidae pupa	1.67	0.08	0.86	0.46	1.86	81.00
Chaoboridae	0.00	1.67	0.83	0.54	1.80	82.80
<i>Lithax obscurus</i>	0.00	1.53	0.76	0.49	1.65	84.45
<i>Micropterna</i> sp.	1.17	0.61	0.72	0.79	1.54	85.99
<i>Atractides fonticolus</i>	0.00	1.30	0.65	0.43	1.40	87.39
<i>Cordulegaster bidentata</i>	1.22	0.30	0.63	0.76	1.36	88.75
Tabanidae	1.20	0.11	0.62	0.62	1.34	90.09

Grupa PROLJEĆE & JESEN

Srednja Različitost = 51.30

Vrsta	Grupa PROLJEĆE	Grupa JESEN	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
<i>Gammarus balcanicus</i>	51.39	66.10	13.94	1.49	27.17	27.17
<i>Pisidium casertanum</i>	8.37	2.27	4.56	0.77	8.90	36.07
<i>Asselus aquaticus</i>	4.30	5.40	3.60	1.08	7.01	43.08
<i>Radix labiata</i>	6.99	1.05	3.49	0.66	6.81	49.89
<i>Thremma anomalum</i>	0.07	5.66	2.85	0.57	5.55	55.44
Tabanidae	1.20	5.49	2.82	0.81	5.49	60.94
<i>Silo pallipes</i>	5.05	0.00	2.53	0.89	4.92	65.86
<i>Glossosoma</i> sp.	4.29	0.00	2.14	0.44	4.18	70.04
<i>Limnephilus</i> sp.	0.15	3.69	1.84	0.96	3.59	73.63
<i>Paratendipes albimanus</i>	3.56	0.00	1.78	0.47	3.47	77.10
<i>Pisidium globulare</i>	2.72	0.00	1.36	0.48	2.65	79.75
<i>Silo</i> sp.	2.00	0.96	1.32	0.63	2.57	82.33
<i>Glossiphonia balcanica</i>	0.61	2.26	1.13	1.02	2.21	84.53
<i>Dina prokletijaca</i>	0.59	1.89	1.09	0.70	2.13	86.66
<i>Leptoceros</i> sp.	0.00	1.89	0.94	0.57	1.84	88.50
Simulidae pupa	1.67	0.00	0.83	0.44	1.62	90.13

Grupe LJETO & JESEN

Srednja Različitost = 36.62

Vrste	Grupa LJETO	Grupa JESEN	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
<i>Gammarus balcanicus</i>	79.17	66.10	12.07	1.34	32.97	32.97
<i>Thremma anomalum</i>	3.61	5.66	3.73	0.84	10.19	43.16
<i>Asselus aquaticus</i>	2.51	5.40	3.24	0.82	8.83	51.99
Tabanidae	0.11	5.49	2.74	0.73	7.49	59.49
<i>Limnephilus</i> sp.	0.05	3.69	1.84	0.95	5.04	64.52
<i>Pisidium casertanum</i>	0.51	2.27	1.26	0.70	3.45	67.97
<i>Glossiphonia balcanica</i>	0.15	2.26	1.13	0.93	3.09	71.07
<i>Dina prokletijaca</i>	0.42	1.89	1.05	0.66	2.86	73.93
<i>Atractides fonticolus</i>	1.30	1.14	1.04	0.69	2.83	76.76
<i>Leptoceros</i> sp.	0.00	1.89	0.94	0.57	2.58	79.34
Chaoboridae	1.67	0.00	0.83	0.54	2.27	81.61
<i>Radix labiata</i>	1.08	1.05	0.81	0.88	2.20	83.82
<i>Glossiphonia nebulosa</i>	1.08	1.07	0.80	0.93	2.20	86.02
<i>Lithax obscurus</i>	1.53	0.00	0.76	0.49	2.09	88.10
<i>Beraea</i> sp.	0.43	1.14	0.67	0.71	1.84	89.95
<i>Silo</i> sp.	0.00	0.96	0.48	0.57	1.31	91.26

B2) Sve taksone kada je vrsta *Gammarus balcanicus* isključena u analizu**Grupa ZIMA**

Srednja Sličnost : 22.97

Vrste	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Asselus aquaticus</i>	12.30	6.62	1.27	28.81	28.81
<i>Pisidium casertanum</i>	18.40	6.24	0.47	27.19	56.00
<i>Radix labiata</i>	9.28	3.45	0.48	15.04	71.03
Tabanidae	8.13	1.19	0.65	5.16	76.19
<i>Glossiphonia nebulosa</i>	5.47	1.16	0.32	5.03	81.23
<i>Halesus</i> sp.	3.16	0.90	0.67	3.92	85.14
<i>Glossiphonia balcanica</i>	2.53	0.76	0.47	3.29	88.43
<i>Micropterna</i> sp.	4.38	0.71	0.26	3.11	91.54

Grupa PROLEĆE

Srednja Sličnost : 22.97

Vrste	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Asselus aquaticus</i>	12.30	6.62	1.27	28.81	28.81
<i>Pisidium casertanum</i>	18.40	6.24	0.47	27.19	56.00
<i>Radix labiata</i>	9.28	3.45	0.48	15.04	71.03
Tabanidae	8.13	1.19	0.65	5.16	76.19
<i>Glossiphonia nebulosa</i>	5.47	1.16	0.32	5.03	81.23
<i>Halesus</i> sp.	3.16	0.90	0.67	3.92	85.14
<i>Glossiphonia balcanica</i>	2.53	0.76	0.47	3.29	88.43
<i>Micropterna</i> sp.	4.38	0.71	0.26	3.11	91.54

Grupa LJETO

Srednja Sličnost : 14.52

Vrste	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Asselus aquaticus</i>	13.81	2.95	0.35	20.32	20.32
<i>Thremma anomalum</i>	11.68	2.63	0.32	18.10	38.42
<i>Radix labiata</i>	9.04	1.76	0.30	12.15	50.57
<i>Dixa</i> cf. <i>dilatata</i>	3.92	1.47	0.51	10.09	60.66
<i>Pisidium casertanum</i>	6.81	1.30	0.47	8.93	69.59
<i>Glossiphonia nebulosa</i>	6.84	1.25	0.34	8.64	78.23
<i>Baetis rhodani</i>	2.85	0.61	0.33	4.20	82.43

<i>Lithax obscurus</i>	7.51	0.51	0.19	3.51	85.95
Chaoboridae	5.06	0.37	0.19	2.52	88.47
<i>Atractides fonticolus</i>	3.81	0.36	0.19	2.46	90.93

Grupa JESEN

Srednja Sličnost : 11.63

Vrste	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Glossiphonia balcanica</i>	20.29	6.67	0.41	57.33	57.33
<i>Radix labiata</i>	8.38	1.67	0.41	14.33	71.66
<i>Limnephilus</i> sp.	7.08	1.39	0.41	11.94	83.61
<i>Asselus aquaticus</i>	9.11	0.98	0.41	8.43	92.04

Grupe ZIMA & PROLJEĆE

Srednja Različitost = 80.45

Vrste	Grupa ZIMA	Grupa PROLJEĆE				
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Pisidium casertanum</i>	18.40	13.36	10.81	1.12	13.44	13.44
<i>Radix labiata</i>	9.28	11.61	6.76	1.06	8.40	21.85
<i>Glossosoma</i> sp.	0.00	11.54	5.77	0.44	7.17	29.02
<i>Silo pallipes</i>	0.39	10.45	5.22	0.83	6.49	35.51
<i>Asselus aquaticus</i>	12.30	8.91	4.92	1.35	6.11	41.62
<i>Synagapetus iridipennis</i>	8.93	0.00	4.46	0.44	5.55	47.17
Tabanidae	8.13	1.75	4.16	0.65	5.17	52.34
<i>Micropterna</i> sp.	4.38	4.34	3.49	0.85	4.34	56.68
<i>Paratendipes albimanus</i>	0.00	5.98	2.99	0.54	3.72	60.40
<i>Silo</i> sp.	0.00	5.56	2.78	0.44	3.45	63.85
<i>Glossiphonia nebulosa</i>	5.47	0.65	2.77	0.80	3.44	67.29
<i>Limnephilus</i> sp.	5.07	0.65	2.75	0.50	3.42	70.71
<i>Baetis rhodani</i>	0.20	5.17	2.62	0.69	3.25	73.96
<i>Pisidium globulare</i>	1.22	4.73	2.57	0.67	3.19	77.16
<i>Atractides fonticolus</i>	3.63	0.00	1.81	0.65	2.25	79.41
<i>Cordulegaster bidentata</i>	2.09	2.54	1.77	1.01	2.21	81.62
<i>Halesus</i> sp.	3.16	0.65	1.58	0.90	1.97	83.58
<i>Thremma anomalum</i>	2.42	0.33	1.32	0.50	1.64	85.22
<i>Dina prokletijaca</i>	0.00	2.61	1.31	0.44	1.62	86.85

<i>Glossiphonia balcanica</i>	2.53	1.21	1.30	1.06	1.61	88.46
<i>Nepa cinerea</i>	2.09	1.11	1.28	0.77	1.59	90.05

Grupa ZIMA & LIETO

Srednja Različnost = 82.40

Vrste	Grupa ZIMA	Grupa JESEN	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
<i>Pisidium casertanum</i>	18.40	6.81	9.33	1.14	11.33	11.33
<i>Asselus aquaticus</i>	12.30	13.81	8.44	1.30	10.24	21.57
<i>Radix labiata</i>	9.28	9.04	6.19	1.18	7.51	29.08
<i>Thremma anomalum</i>	2.42	11.68	6.14	0.82	7.45	36.53
<i>Synagapetus iridipennis</i>	8.93	0.00	4.46	0.44	5.42	41.95
<i>Glossiphonia nebulosa</i>	5.47	6.84	4.38	0.95	5.31	47.26
Tabanidae	8.13	0.50	4.04	0.60	4.90	52.16
<i>Lithax obscurus</i>	0.00	7.51	3.76	0.49	4.56	56.72
<i>Atractides fonticolus</i>	3.63	3.81	2.91	0.84	3.53	60.25
<i>Limnephilus</i> sp.	5.07	0.26	2.62	0.46	3.18	63.44
<i>Micropterna</i> sp.	4.38	2.14	2.57	0.85	3.12	66.56
Chaoboridae	0.00	5.06	2.53	0.50	3.07	69.63
<i>Amphimelania holandri</i>	0.00	4.17	2.08	0.37	2.53	72.16
<i>Dixa</i> cf. <i>dilatata</i>	0.00	3.92	1.96	0.96	2.38	74.54
<i>Halesus</i> sp.	3.16	0.00	1.58	0.84	1.92	76.46
<i>Glossiphonia balcanica</i>	2.53	1.25	1.57	0.97	1.91	78.36
<i>Baetis rhodani</i>	0.20	2.85	1.45	0.75	1.76	80.12
<i>Nepa cinerea</i>	2.09	1.51	1.44	0.74	1.74	81.87
<i>Cordulegaster bidentata</i>	2.09	1.29	1.42	0.70	1.72	83.59
<i>Pisidium globulare</i>	1.22	1.86	1.24	0.78	1.50	85.09
<i>Prodiamesa olivacea</i>	1.59	1.16	1.18	0.69	1.43	86.52
<i>Chironomus plumosus</i> type	1.92	0.87	1.16	0.77	1.40	87.92
<i>Beraea</i> sp.	0.00	2.05	1.02	0.43	1.24	89.17
<i>Philopotamus montanus</i>	1.79	0.29	0.99	0.51	1.20	90.37

Grupe ZIMA & JESEN

Srednja Različnost = 81.78

Vrste	Grupa ZIMA	Grupa JESEN	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund				
<i>Glossiphonia balcanica</i>	2.53	20.29	10.15	1.10	12.41	12.41
<i>Pisidium casertanum</i>	18.40	5.00	9.20	1.08	11.25	23.65

Tabanidae	8.13	11.39	7.05	0.84	8.62	32.27
<i>Asselus aquaticus</i>	12.30	9.11	6.41	1.32	7.83	40.10
<i>Silo</i> sp.	0.00	12.50	6.25	0.57	7.64	47.74
<i>Radix labiata</i>	9.28	8.38	5.26	1.22	6.43	54.18
<i>Glossiphonia nebulosa</i>	5.47	7.35	5.04	0.92	6.17	60.34
<i>Limnephilus</i> sp.	5.07	7.08	4.90	0.94	5.99	66.33
<i>Thremma anomalum</i>	2.42	8.33	4.77	0.69	5.83	72.17
<i>Synagapetus iridipennis</i>	8.93	0.00	4.46	0.44	5.46	77.62
<i>Atractides fonticolus</i>	3.63	2.50	2.34	0.86	2.87	80.49
<i>Micropterna</i> sp.	4.38	0.00	2.19	0.68	2.68	83.17
<i>Halesus</i> sp.	3.16	0.00	1.58	0.84	1.93	85.10
<i>Dina prokletijaca</i>	0.00	2.78	1.39	0.57	1.70	86.80
<i>Leptoceros</i> sp.	0.00	2.78	1.39	0.57	1.70	88.50
<i>Beraea</i> sp.	0.00	2.50	1.25	0.57	1.53	90.03

Grupa PROLJEĆE & LJETO

Srednja Različitost = 87.10

Vrste	Grupa PROLJEĆE		Grupa LJETO		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
<i>Pisidium casertanum</i>	13.36	6.81	8.01	0.86	9.20	9.20
<i>Asselus aquaticus</i>	8.91	13.81	7.80	1.10	8.95	18.15
<i>Radix labiata</i>	11.61	9.04	7.34	1.00	8.43	26.58
<i>Glossosoma</i> sp.	11.54	1.70	6.34	0.50	7.28	33.86
<i>Thremma anomalum</i>	0.33	11.68	5.88	0.74	6.75	40.61
<i>Silo pallipes</i>	10.45	0.00	5.22	0.81	6.00	46.61
<i>Lithax obscurus</i>	0.00	7.51	3.76	0.49	4.31	50.92
<i>Glossiphonia nebulosa</i>	0.65	6.84	3.50	0.71	4.02	54.94
<i>Baetis rhodani</i>	5.17	2.85	3.06	0.94	3.51	58.45
<i>Paratendipes albimanus</i>	5.98	0.00	2.99	0.54	3.43	61.88
<i>Micropterna</i> sp.	4.34	2.14	2.78	0.68	3.19	65.07
<i>Silo</i> sp.	5.56	0.00	2.78	0.44	3.19	68.26
<i>Pisidium globulare</i>	4.73	1.86	2.77	0.72	3.18	71.44
Chaoboridae	0.00	5.06	2.53	0.50	2.91	74.34
<i>Amphimelania holandri</i>	0.00	4.17	2.08	0.37	2.39	76.73
<i>Dixa</i> cf. <i>dilatata</i>	0.00	3.92	1.96	0.96	2.25	78.99
<i>Atractides fonticolus</i>	0.00	3.81	1.91	0.53	2.19	81.18
<i>Dina prokletijaca</i>	2.61	1.45	1.79	0.58	2.06	83.23
<i>Cordulegaster bidentata</i>	2.54	1.29	1.45	1.01	1.67	84.90

Simuliidae pupa	2.50	0.29	1.35	0.49	1.55	86.45
<i>Beraea</i> sp.	0.37	2.05	1.12	0.49	1.29	87.74
<i>Nepa cinerea</i>	1.11	1.51	1.11	0.69	1.27	89.01
<i>Glossiphonia balcanica</i>	1.21	1.25	1.08	0.69	1.24	90.24

Grupa PROLJEĆE & JESEN

Srednja Različitost = 87.87

Vrste	GrupaPROLJEĆE		Grupa JESEN		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
<i>Glossiphonia balcanica</i>	1.21	20.29	10.15	1.04	11.55	11.55
<i>Silo</i> sp.	5.56	12.50	7.64	0.71	8.69	20.24
<i>Pisidium casertanum</i>	13.36	5.00	7.51	0.77	8.55	28.79
<i>Radix labiata</i>	11.61	8.38	6.74	1.01	7.67	36.46
Tabanidae	1.75	11.39	5.80	0.72	6.60	43.06
<i>Glossosoma</i> sp.	11.54	0.00	5.77	0.44	6.57	49.62
<i>Asselus aquaticus</i>	8.91	9.11	5.70	1.24	6.49	56.11
<i>Silopallipes</i>	10.45	0.00	5.22	0.80	5.94	62.05
<i>Thremma anomalum</i>	0.33	8.33	4.25	0.59	4.83	66.89
<i>Glossiphonia nebulosa</i>	0.65	7.35	3.84	0.62	4.37	71.26
<i>Limnephilus</i> sp.	0.65	7.08	3.54	0.89	4.03	75.29
<i>Paratendipes albimanus</i>	5.98	0.00	2.99	0.53	3.40	78.69
<i>Baetis rhodani</i>	5.17	0.00	2.58	0.66	2.94	81.63
<i>Pisidium globulare</i>	4.73	0.00	2.37	0.56	2.69	84.32
<i>Dina prokletijaca</i>	2.61	2.78	2.23	0.71	2.54	86.86
<i>Micropterna</i> sp.	4.34	0.00	2.17	0.49	2.47	89.33
<i>Leptoceros</i> sp.	0.00	2.78	1.39	0.57	1.58	90.91

Grupa LJETO & JESEN

Srednja Različitost = 86.05

Vrste	Grupa LJETO		Grupa JESEN		Contrib%	Cum.%
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
<i>Glossiphonia balcanica</i>	1.25	20.29	10.15	1.03	11.79	11.79
<i>Asselus aquaticus</i>	13.81	9.11	8.24	0.98	9.58	21.37
<i>Thremma anomalum</i>	11.68	8.33	7.34	0.89	8.53	29.90
<i>Silo</i> sp.	0.00	12.50	6.25	0.57	7.26	37.16
<i>Radix labiata</i>	9.04	8.38	5.98	1.06	6.95	44.11
Tabanidae	0.50	11.39	5.69	0.68	6.62	50.73

<i>Glossiphonia nebulosa</i>	6.84	7.35	5.40	0.87	6.28	57.01
<i>Pisidium casertanum</i>	6.81	5.00	4.62	0.88	5.37	62.37
<i>Lithax obscurus</i>	7.51	0.00	3.76	0.49	4.37	66.74
<i>Limnephilus</i> sp.	0.26	7.08	3.54	0.87	4.12	70.86
<i>Atractides fonticolus</i>	3.81	2.50	2.53	0.74	2.94	73.80
Chaoboridae	5.06	0.00	2.53	0.49	2.94	76.74
<i>Amphimelania holandri</i>	4.17	0.00	2.08	0.37	2.42	79.16
<i>Dixa</i> cf. <i>dilatata</i>	3.92	0.00	1.96	0.95	2.28	81.44
<i>Beraea</i> sp.	2.05	2.50	1.90	0.73	2.20	83.64
<i>Dina prokletijaca</i>	1.45	2.78	1.77	0.67	2.06	85.70
<i>Baetis rhodani</i>	2.85	0.00	1.43	0.71	1.66	87.35
<i>Leptoceros</i> sp.	0.00	2.78	1.39	0.57	1.61	88.97
<i>Micropterna</i> sp.	2.14	0.00	1.07	0.52	1.24	90.21

Izjava o autorstvu

Potpisani **Violeta Berlajolli**

Broj indeksa/ upisa **1/13**

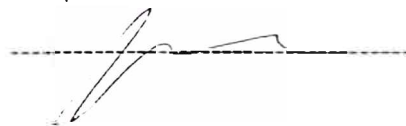
Izjavljujem da je doktorska disertacija pod naslovom: Faunistička I ekološka studija izvora kosovskog dijela Prokletija

- rezultat vlastitog istraživačkog rada,
- da predložena disertacija u cjelini nije predložena za dobijanje bilo koje diplome prema studijskim programima drugih ustanova visokog obrazovanja,
- da nijesam povrijedio/la autorska I druga intelektualna prava svojine koja pripadaju trećim licima,
- rezultati da su tačno I korektno navedeni.

U Podgorici

16.7.2019

Potpis doktoranda



Izjava o istovjetnosti štampane I elektronske verzije doktorskog rada

Ime I prezime autora **Violeta Berlajolli**

Broj indeksa / upisa **1/13**

Studijski program: **Biologija**

Naslov rada: Faunistička I ekološka studija izvora kosovskog dijela Prokletija

Mentor **Prof Dr Vladimir Pesič**

Potpisani _____

Izjavljujem da je štampana verzija mog doktorskog rada istovjetna elektronskoj verziji koju sam predao za objavljivanje u Digitalni arhiv Univerziteta Crne Gore. Istovremeno izjavljujem da dozvoljavam objavljivanje mojih ličnih podataka u vezi sa dobijanjem akademskog naziva doktorata nauka, odnosno zvanja doktora umjetnosti, kao što su ime I prezime, godina I mjesto rođenja, naziv disertacije I datum odbrane rada.

U Podgorici

16.7.2019

Potpis doktoranda

Izjava o korišćenju

Ovlašćujem Univerzitetsku biblioteku da u Digitalni arhiv Univerziteta Crne Gore sačuva moju doktorsku disertaciju pod naslovom: Faunistička i ekološka studija izvora kosovskog dijela Prokletija.

Disertaciju sa svim priložima predala sam u elektronskom formatu pogodnom za arhivu. Sačuvana u Digitalni arhiv Univerziteta Crne Gore, moju doktorsku disertaciju mogu da je koriste svi koji postuju pravila sadržana tipa licence Kreativne zajednice (Creative commons)

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

U Podgorici

16.7.2019

Potpis doktoranda

