Raznolikost i struktura zajednice puževa (Mollusca, Gastropoda) izvorišnog dijela rijeke Cetine

Baraka, Anamarija

Master's thesis / Diplomski rad

2015

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:219848

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Biološki odsjek

Anamarija Baraka

Raznolikost i struktura zajednice puževa (Mollusca, Gastropoda) izvorišnog dijela rijeke Cetine

Diplomski rad

Zagreb, 2015.

Ovaj rad, izrađen u Zoologijskom zavodu Biološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, pod vodstvom doc. dr. sc. Jasne Lajtner, predan je na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu radi stjecanja zvanja magistra edukacije biologije i kemije.

Srdačno zahvaljujem svojoj mentorici doc. dr. sc. Jasni Lajtner na iznimnom strpljenju i korisnim savjetima te stručnoj pomoći koju mi je pružila tokom izrade praktičnog i pismenog dijela ovog diplomskog rada.

Zahvaljujem roditeljima koji su mi omogućili fakultetsko obrazovanje i bili podrška tijekom cijelog studija.

Veliko hvala bratu Mati koji mi je omogućio da danas budem među živima.

I naravno, zahvaljujem se prijateljima i kolegama koji su mi studiranje učinili posebnim te bili velika pomoć i potpora tijekom studiranja.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno-matematički fakultet

Biološki odsjek Diplomski rad

RAZNOLIKOST I STRUKTURA ZAJEDNICE PUŽEVA (MOLLUSCA, GASTROPODA) IZVORIŠNOG DIJELA RIJEKE CETINE

Anamarija Baraka

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb

Glavni cilj ovog rada bio je odrediti sastav i strukturu zajednice slatkovodnih puževa izvorišnog područja rijeke Cetine. Odabrane su dvije postaje: Preočki most i Crveni most. Prva istraživana postaja nalazi se 1,5 km, a druga 2,5 km nizvodno od izvora Glavaš. Sakupljanje uzoraka makrozoobentosa obavljano je svaki drugi mjesec od listopada 2004. do kolovoza 2005. godine. Na svakoj postaji odabrane su tri različite podloge (mikrostaništa): valutice, makrovegetacija i sitni sediment. Nakon izdvajanja iz bentosa puževi su u laboratoriju determinirani do razine vrste. Iz dobivenih podataka o brojnosti jedinki za svaku vrstu utvrđena je abundancija, a na osnovu morfometrijskih mjerenja kućice prikazana je uzrasna struktura. Tijekom istraživanja ukupno su pronađene 3 vrsta puževa. Dominantna vrsta na obje postaje je *Radomaniola curta germari,* druga vrsta po zastupljenosti je *Horatia klecakiana*. Vrsta *Ancylus fluviatilis* pojavljuje se u malom broju primjeraka na postaji Preočki most, dok na postaji Crveni most nije zabilježena. Provedena analiza funkcionalnih hranidbenih grupa pokazala je da na istraživanim postajama podjednak udio strugača i detritivora. Najviše vrijednosti Shannonovog i Simpsonovog indeksa raznolikosti zabilježene su na makrovegetaciji postaje Preočki most, dok su najniže vrijednosti ovog indeksa utvrđene na sitnom sedimentu iste postaje. Klaster analiza sličnosti, koja je provedena prema tipu mikrostaništa, pokazala je najveću sličnost između mikrostaništa sa valuticama obaju postaja, dok je najmanja sličnost utvrđena između mikrostaništa karakteriziranih sitnim sedimentom. Dobiveni podaci značajan su doprinos boljem poznavanju faune slatkovodnih puževa rijeke Cetine.

(48 stranica, 24 slike, 3 tablice, 53 literaturna navoda, jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici

Ključne riječi: abundancija, funkcionalne trofičke grupe, gornji tok, mekušci, uzrasna struktura

Voditelj: Doc. dr. sc. Jasna Lajtner

Ocjenitelji: Doc. dr. sc. Jasna Lajtner

Izv. prof. dr. sc. Ines Radanović

Izv. prof. dr. sc. Draginja Mrvoš-Sermek

Rad prihvaćen: 05. ožujka 2015.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb

Faculty of Science

Department of Biology

Graduation Thesis

DIVERSITY AND STRUCTURE OF COMMUNITY OF THE SNAIL FAUNA (MOLLUSCA, GASTROPODA) IN THE SOURCE AREA OF THE CETINA RIVER

Anamarija Baraka

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Croatia

The main objective of this study was to determine the composition and structure of recommunities of freshwater snails in the source area of the Cetina River. Two locations were chosen: Preočki most and Crveni most. The first research location is located 1,5 km and the second one 2,5 km downstream from the source Glavas. Collection of macroinvertebrates samples took place every other month from October 2004 to August 2005. At each location three various substrates (microhabitats) were selected: pebbles, macrovegetation and sediment. Snails were separated from the benthos in the laboratory and were determined to the species level. Abundance of each species was determined based on the number of individuals, and age structure was based on morphometric measurements of their shells. During this study, a total of three snail species was found. The dominant species at both locations is *Radomaniola curta germari*. *Horatia klecakiana* is the second dominant species. Species *Ancylus fluviatilis* occurs in a small number of samples at the location Preočki most while at the location Crveni most was not recorded. The analysis of functional feeding guilds at researched sites showed equal share of the grazers and detritivora. Highest values of the Shannon and Simpson diversity indices were recorded at macrovegetation of Preočki most, while the lowest values of the indices were determined on the sediment of the same stations. Cluster analysis of similarity, which was carried out according to the type of habitat, showed the greatest similarity between microhabitats with pebbles of both stations, while the lowest similarity was found between microhabitats characterized by sediment. The obtained data are significant contribution to better understanding of the freshwater snail's fauna of the Cetina River.

(48 pages, 24 figures, 3 tables, 53 references, original in: Croatian)

Thesis deposited in the Central Biological Library

Key words: abundance, functional trophic groups, molluscs, upper course, growth structure

Supervisor: Dr. Jasna Lajtner, Asst. Prof.

Reviewers: Dr. Jasna Lajtner, Asst. Prof.

Dr. Ines Radanović, Assoc. Prof

Dr. Draginja Mrvoš-Sermek, Assoc. Prof.

Thesis accepted: 5th March, 2015

Sadržaj

1. UVOD ... 1
1.1. Opća obilježja izvora ... 1
1.2. Klasifikacija izvora ... 2
1.3. Biologija slatkovodnih puževa ... 3
1.4. Ekologija i ugroženost slatkovodnih puževa ... 4
1.5. Cilj istraživanja ... 5
2. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA ... 6
2.1. Geografski smještaj rijeke Cetine ... 6
2.2. Reljef ... 7
2.3. Klima ... 8
2.4. Slivno područje ... 9
2.5. Hidroenergetska iskoristivost ... 9
3. MATERIJALI I METODE ... 10
3.1. Smještaj i opis istraživanih postaja ... 10
3.2. Mjerenje fizikalno-kemijskih čimbenika vode ... 12
3.3. Uzorkovanje makrozoobentosa ... 13
3.4. Laboratorijska obrada uzoraka i statistička obrada podataka ... 13
4. REZULTATI ... 16
4.1. Sastav zajednice makrozoobentosa ... 16
4.1.1. Makrozoobentos na postaji Preočki most ... 16
4.1.2. Makrozoobentos na postaji Crveni most ... 17
4.2. Sastav i struktura zajednice puževa ... 19
4.2.1. Sistematski prikaz zajednice puževa na istraživanom području ... 19
4.2.2. Gustoća populacija puževa ... 20
4.2.3. Uzrasna struktura puževa ... 24
4.2.4. Funkcionalno trofička struktura zajednice puževa ... 32
4.2.5. Analiza sličnosti i raznolikosti zajednice puževa ... 33
5. RASPRAVA ... 36
6. ZAKLJUČAK ... 40
7. LITERATURA ... 42
8. ŽIVOTOPIS ... 47

1. UVOD

1.1. Opća obilježja izvora

Izvori ili vrela se najčešće definiraju kao mjesta gdje podzemna voda izlazi na površinu pri čemu nastaje površinski tok. Dok biolozi izvore obično predočuju kao mjesta gdje izviru potoci ili rijeke, hidrogeolozi u tu definiciju uključuju još i brojne male izvore koji nisu povezani sa glavnim tokom (Zollhöfer i sur. 2002).

Dinamika istjecanja podzemnih voda ovisi o lokalnoj količini oborina, topografiji i geologiji područja (Williams i Williams 1998). Izvori su u većem broju i s većom izdašnošću prisutni u brdskim i planinskim područjima, iako ih nalazimo i u nizinskim područjima, u blizini mora pa čak i pod morem (vrulje). Veličina izvora razlikuje se od vrlo malih povremenih izvora, koji se pojavljuju samo nakon obilnijih kiša i topljenja snijega, do vrlo velikih stalnih izvora moćnih planinskih rijeka. Pojavljivanje izvora uvjetovano je kontaktom propusnog i nepropusnog geološkog sloja na površini ili postojanjem pukotina u stijeni koja je povezana sa sabirnim i izlaznim područjem podzemnih voda, a ovisi i o konfiguraciji terena i razini podzemnih voda (Herak 1990).

Izvor (krenon ili krenal) je širi pojam koji obuhvaća izvorište - eukrenal ili mjesto gdje voda izlazi na površinu i izvorski tok - hipokrenal, tok nizvodno od izvora. Godišnje temperaturne promjene u izvorima uglavnom su vrlo male pa se područje eukrenala određuje kao dio toka u kojem godišnje temperaturne fluktuacije ne prelaze 2 °C (Erman i Erman 1995, cit. prema Smith i sur. 2001), ili prema nekim autorima 5 °C (Illies 1952, cit. prema Smith i sur. 2001).

Temperatura vode u izvorima je približno jednaka srednjoj godišnjoj temperaturi zraka tog područja (Williams i Williams 1998). Granica eukrenala i hipokrenala je generalno određena na područje gdje se godišnja kolebanja temperature ne mijenjaju više od 2 °C (Erman i Erman 1995, cit. prema Smith i sur. 2003). Većina izvora, zbog utjecaja podzemne vode, zaštićena je od klimatskih oscilacija i upravo iz tog razloga su mnoge reliktne i zanimljive vrste opstale na takvim staništima diljem svijeta (Smith i sur. 2003).

Termička stabilnost je biološki važna karakteristika pa eukrenal može predstavljati visoko stabilan okoliš (Williams 1991, cit. prema Smith i sur. 2003). Stabilni uvjeti nisu svojstveni svim izvorima pa fizikalno-kemijski čimbenici mogu varirati sezonski ili se promijeniti iznenada. Najčešće vrste makroskopskih beskralježnjaka izvora uvjetovane su specifičnim kemijskim (Webb i sur. 1998) i fizikalnim svojstvima, uključujući pH (Glazier 1991, cit. prema Smith i sur. 2003), alkalinitet i prekrivenost makrofitskom vegetacijom. Gustoća zajednica i raznolikost makroskopskih beskralježnjaka uglavnom je viša u stalnim

izvorima, iako nekim izvorima koji povremeno presušuju gustoće nekih skupina (npr. Ephemeroptera i Diptera) mogu biti veće zbog njihove sposobnosti da brzo koloniziraju vode nakon ponovnog uspostavljanja protoka (Glazier i Glooch 1987).

Fizikalno-kemijski sastav vode u izvoru odraz je ne samo mineralnog sastava stijena s kojima je voda bila u kontaktu na površini, nego i različitih kemikalija koje prodiru u podzemlje (Webb i sur. 1998). Fizikalno-kemijski uvjeti relativno su konstantni pa pružaju jedinstveno stanište za endemične i rijetke vrste vodenih životinja i biljaka (Webb i sur. 1998).

Izvori se nalaze na prijelazu između podzemne i nadzemne vode pa predstavljaju zaseban biotop (Hahn 2000) kojeg nazivamo ekoton. To su jedinstvene lokacije za proučavanje odnosa između životinjskih zajednica i okolišnih čimbenika koji utječu na njihovu rasprostranjenosti i raznolikost. Izvori kao ekotoni reguliraju interakcije podzemnih voda i površinskih sustava kao i protok tvari, energije, informacija i organizama između ovih kontrastnih sustava (Mallard i sur. 1997). Izvori i njihovi potoci su prirodni laboratoriji za proučavanje ekologije i evolucije vrsta i biotičkih zajednica. Oni su mali, diskretni ekosistemi u kojima su fizikalno-kemijski uvjeti relativno konstantni, čime su pojednostavljene fiziološka analiza, populacijska analiza i analiza cijelog ekosistema (Glazier 1998).

1.2. Klasifikacija izvora

Sastav i struktura zajednica u izvorima povezivani su s ekološkim značajkama izvora, kao i s povijesno-evolucijskim promjenama tijekom životnog vijeka izvora. Različite klasifikacije izvora u Europi utemeljene su uglavnom na ekološkim značajkama, a geološke i klimatske promjene u prošlosti služile su za objašnjenje prisutnosti i rasprostranjenosti izvorskih specijalista ili krenobionata, kao i endemskih i reliktnih vrsta koje su nađene u izvorima (Erman 2002).

U ranim danima hidrobiologije, Steinmann (1915) je klasificirao izvore na temelju načina istjecanja vode i strukturalnih značajki izvora koje su s tim povezane (Zollhöfer i sur. 2000). On razlikuje tri glavna tipa izvora:

- reokreni
- limnokreni
- helokreni

Reokreni izvori su izvori kod kojih sva voda izlazi na jednom mjestu tako da odmah formira turbulentni izvorski tok. Ovi izvori jako sliče na ogranke prvog reda, a vegetacija u njima često je nalik na onu u zoni ritrala gdje prevladavaju mahovine. Izvori su to s jakim prozračivanjem vode i stjenovitom podlogom.

Limnokreni izvori ili oka su izvori gdje voda izlazi na dnu veće i dublje udubine formirajući ujezerenje koje podsjeća na planinsko jezero. Izvorišno područje limnokrenog izvora je najčešće s muljevito-pjeskovitim sedimentom.

Helokreni izvori su specifični manji izvori gdje male količine vode difuzno izlaze kroz slojeve mulja i organskog detritusa, a obično su prekriveni bogatom vodenom i higrofilnom vegetacijom.

Usprkos svojim nedostacima, tj. neupotrebljivosti na brojnim različitim prelaznim tipovima izvora, Steinmannova se klasifikacija zbog svoje jednostavnosti zadržala u upotrebi tijekom brojnih generacija limnologa.

Klasičnu tripartitnu podjelu izvora Gerecke i sur. (1998) i Zollhöfer i sur. (2000) proširuju s još jednim tipom izvora – linearni izvori. Prema njima ovaj tip izvora jasno se može odvojiti od ostalih. To su izvori gdje voda izlazi duž većeg segmenta kanala, a mjesto izlaženja vode mijenja se ovisno o hidrološkim prilikama i količini oborina. Povećanjem protoka izvor se pomiče uzvodno, a zatim se smanjivanjem dotoka podzemnih, podpovršinskih i površinskih voda spušta nizvodno. Od helokrenog tipa izvora razlikuje se po nestabilnom hidrološkom režimu, jer njegovi gornji dijelovi presušuju više puta godišnje. Kod velikog dotoka vode u njima dolazi do miješanja podzemnih i površinskih voda što utječe na veću varijabilnost fizikalno-kemijskih čimbenika vode (Gottstein i sur. 2009).

Osim navedenih, treba spomenuti švicarsku tipologiju izvora u kojoj su na temelju sastava zajednica i strukturalnih obilježja navedena još tri tipa reokrenih izvora (Zollhöfer i sur. 2000): krški reokreni, sedrotvorni reokreni i nesedrotvorni reokreni izvori. Nedostatak ovih podjela je što ne uzimaju u obzir termalne, bočate i slane izvore i mogu se najbolje upotrijebiti za klasifikaciju stalnih, a djelomično i povremenih hladnih izvora središnje i sjeverne Europe. Nedostatak jasnih kriterija za klasifikaciju izvora čini sve klasifikacije izvora, kao i uostalom sve druge stroge podjele u ekologiji, samo pomoćnom metodom za snalaženje u velikoj raznolikosti koju nalazimo u prirodi (Gottstein i sur. 2009).

Usprkos brojnim opisima izvora, ekološki relevantna i smislena klasifikacija još nije utemeljena. Idealna ekološka klasifikacija morala bi integrirati opće strukturalne i biotičke karakteristike izvora. Iz tog razloga klasifikacija izvora, koja je još u razvoju, zaslužuje daleko veću pozornost (Zollhöfer i sur. 2000).

1.3. Biologija slatkovodnih puževa

Puževi (Gastropoda) su najbrojnija skupina mekušaca. Ime im potječe od grčke riječi *„gaster“* (gen. *gastros*) što znači želudac i *„pous“* (gen. *podos*) što znači stopalo. Puževi su asimetrične životinje čije tijelo se sastoji od tri dijela: glave, stopala i spiralno zavijene

utrobe zaštićene ljušturom. Stijenku tijela čine jednoslojna trepetljikava epiderma, plašt i mišićni sloj. U epidermi se nalaze brojne žljezdane stanice koje izlučuju sluz važnu za zaštitu od isušivanja i kao pomoć pri kretanju. Plašt obavija utrobnu vreću puževa, a njegov rub izlučuje ljušturu. Plašt nije srastao s tijelom na svim dijelovima nego postoji i plaštana šupljina smještena između njega i utrobne vreće (Habdija i sur. 2011). Vapnenačka ljuštura sastoji se od više dijelova. Vanjski sloj građen je od organske tvari konhina i naziva se periostrakum. Ispod njega nalaze se dva vapnena sloja, ostrakum građen od prizmatičnih kristala kalcita ili aragonita, i hipostrakum u kojem su kristali listićavo raspođeni (Habdija i sur. 2011). Oslonac mišićnom sloju koji se nalazi uz epidermu pruža tjelesna tekućina odnosno hidrostatski skelet. Osobito su razvijeni mišići stopala, a najvažniji je kolumelarni mišić čijom kontrakcijom se svi organi uvlače u kućicu. Neke vrste puževa posjeduju operkulum, odnosno rožnati poklopac kojim zatvore ušće kućice da bi se zaštitili od isušivanja i predatora. Jedinstveni proces u životinjskom svijetu je torzija utrobne vreće i plaštanog kompleksa kod puževa. Prema stupnju torzije recentne vrste dijelimo na prednjoškržnjake (Prosobranchia), stražnjoškržnjake (Opisthobranchia) i plućnjake (Pulmonata). Prednjoškržnjaci su većinom razdvojena spola, a stražnjoškržnjaci i plućnjaci su dvospolci (Habdija i sur. 2011). U slatkim vodama nalazimo samo prednjoškržnjake i plućnjake. Iz oplođenih jaja nastaje ličinka trohofora, a zatim veliger ličinka kod koje u kasnijoj fazi razvoja dolazi do torzije. Disanje se odvija preko perastih škrga ktenidija ili u slučaju plućnjaka preko prokrvljenog plašta. Po tipu ishrane su biljojedi, predatori, svejedi, strvinari i detritivori. Pomoću hitinizirane membrane s mnogobrojnim redovima zuba odnosno pomoću radule ili trenice usitnjavaju hranu (Habdija i sur. 2011).

1.4. Ekologija i ugroženost slatkovodnih puževa

Puževi su jedina skupina mekušaca koja osim u moru, živi na kopnu i u kopnenim vodama (jezerima, rijekama, barama, potocima) (Glöer 2002). Široko su rasprostranjeni te ih možemo naći na svim kontinentima osim Antartike (Bouched 2007).

U slatkovodnim ekosustavima prisutni su prednjoškržnjaci i plućnjaci koji su uglavnom bentoske životinje, a nastanjuju plitke vode jezera, ribnjaka, rijeka, potoka i močvara. Puževa je znatno manje u dubokim jezerima i velikim rijekama i rijetkost je da se veća populacija pojavljuje na dubinama većim od 4 m (Pfleger i Chatfield 1988). Prednjoškržnjaci uglavnom dolaze u tekućim vodama s puno kisika, a plućnjaci više preferiraju stajaće ili slabo tekuće vode (Pfleger 1999).

Povoljan rast i razvoj slatkovodnih puževa ovisi o mnogim ekološkim čimbenicima. Ti čimbenici su salinitet, pH vrijednost, koncentracija kalcijevih iona, količina otopljenog kisika,

temperatura, strujanje vode, supstrat, rast bilja, kompeticija za hranu, predatori i paraziti (Glöer 2002).

Mekušci su jedna od najugroženijih skupina organizama što se tiče izumiranja. Čak 42 % od ukupnog broja izumrlih životinjskih vrsta nakon 1500. godine pripada mekušcima Razlozi njihove ugroženosti su brojni. Jedan od najvažnijih uzročnika je gubitak i fragmentacija staništa (Lydeard i sur. 2004). Na to su posebno osjetljivi specijalisti za određena staništa. Ograničen areal, nizak fekunditet, dugačko razdoblje sazrijevanja i dugovječnost im onemogućavaju prilagodbu na promjenu u toku vode, siltaciji, manje su otporni na onečišćenje i ne mogu se učinkovito nositi s introduciranim stranim vrstama (Strong i sur. 2008).

Najvažniji uzroci promjene staništa su hidromorfološke promjene na samom toku rijeke, odnosno izgradnja brana, kanaliziranje rijeka, čime se umjesto rijeke bogate raznolikim tipovima staništa dobiva jednoličan tok s niskom energijom vode (Bogan 1998; McAllister 2000), gubi se „riffle-pool“ sustav i stanište gubi na svojoj heterogenosti (Killeen i sur. 2004). Režim toka i temperature je poremećen, a sedimentacija je povećana uzvodno od brane. Osim toga, brane sprječavaju širenje mekušaca, pogotovo što se ribe na kojima su pričvršćene glohidije ne mogu slobodno kretati uzvodno, što može uzrokovati smanjenje toka gena i stope novačenja (Killeen i sur. 2004).

Nakon fragmentacije i degradacije staništa invazivne vrste predstavljaju veliki problem za sveukupnu bioraznolikost nekog područja (Fahrig 2003). Sljedeća opasnost koja prijeti slatkovodnim mekušcima je onečišćenje od rudarenja, kanalizacijskog ispusta i ispiranje s poljoprivrednih površina (Richter 1997; Thomas 1997; Bogan 1998; Killeen i sur. 2004), što može uzrokovati smanjenje koncentracije kisika u vodi i povećanje amonijaka i vodikovog sulfida.

1.5. Cilj istraživanja

Istraživanje slatkovodnih puževa u izvorišnom dijelu rijeke Cetine ima za cilj:

- usporediti zastupljenost puževa u odnosu na ostale skupine beskralješnjaka
- odrediti sastav zajednice puževa do razine vrste
- utvrditi gustoću populacija puževa (abundanciju)
- usporediti sastav zajednice puževa na različitim mikrostaništima
- utvrditi uzrasnu strukturu pojedinih vrsta puževa
- utvrditi funkcionalno trofičku strukturu zajednice puževa

2. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

2.1. Geografski smještaj rijeke Cetine

Rijeka Cetina je najdulja srednjodalmatinska rijeka koja nakon 105 km puta od izvora silazi 382 metra i ulijeva se u Jadransko more. Ona protječe smjerom Dinare i Svilaje (sjeverozapad – jugoistok). Cetina protječe kroz dvije županije: Splitsko – dalmatinsku i Šibensko – kninsku, te kroz više administrativno - teritorijalnih jedinica lokalne samouprave (gradove Vrlika, Sinj, Trilj i Omiš, te općine Kijevo, Civljane, Hrvace, Otok, Šestanovac i Zadvarje) (CRA/PPA 2000).

Cetina izvire iz nekoliko jakih vrela podno Dinare, a najveće je Milaševo vrelo poznatije pod imenom Glavaš. Izvor Glavaš (Slika 1) je smješten u krajnjem sjeverozapadnom dijelu Cetinskoga polja kod istoimenog sela, na 382 m nadmorske visine, 7 km sjeverno od Vrlike (Lovrenković 2009).



Slika 1. Izvor Glavaš u listopadu 2014. godine (A. Baraka)

Od izvora Cetina teče prema jugoistoku Cetinskim poljem i utječe u akumulaciju Peruča, smještenu u Koljanskom i Ribarničkom polju. Nizvodno od brane Peruča Cetina protječe kroz Hrvatačko polje do Hana, a zatim Sinjskim poljem do Trilja, gdje se ulijeva u akumulaciju Đale i nastavlja nizvodno do akumulacije Prančevići. Od brane Prančevići dio

voda Cetine protječe dovodnim tunelom do HE Zakučac, a dio voda nastavlja svoj put prirodnim koritom, kanjonom do Zadvarja, odakle Cetina naglo mijenja smjer toka prema zapadu i kod Omiša se ulijeva u Jadransko more (Slika 2) (CRA/PPA 2000).



Slika 2. Ušće rijeke Cetine i njen kanjon (B. Rabotić)

2.2. Reljef

Formiranjem dinarskog planinskog sustava u tercijaru nastaju osnovne konture reljefa na području rijeke Cetine. Ovdje možemo izdvojiti dva osnovna visinska prostora: niži prostor (250 – 550 m n.v.) koji se topografski odnosi na izravni dio sliva, te viši prostor (800 – 1200 m n.v.) koji obuhvaća oko 2/3 sliva (odnosi se na podzemni, neizravni dio sliva). Oba prostora presijeca i dijeli Dinara, najviša planina u Hrvatskoj (vrh Dinara 1831 m n.v.). Izravni (površinski) sliv Cetine sa zapada je ograničen planinom Svilajom (1580 m n.v.), a s istoka Dinarom (CRA/PPA 2000).

Temeljna značajka dinarskoga krša jesu okomita razvedenost reljefa, te nedostatak površinskih vodotokova koji bi odvodili oborinsku vodu prema Jadranskom moru. Korozijom atmosferske vode i geološkim boranjem u vapnencima nastali su brojni krški oblici. Najviša planinska područja nemaju oblik grebena, nego visokih zaravni s brojnim ponikvama, vrhovima, jamama i gorskim kosama. Rubovi zaravni često završavaju okomitim golim stijenama što se ruše u duboka i ravna krška polja. Reljef visinski raste vrlo strmo i brzo

gledajući od obale do prvog platoa u zaleđu, a zatim stepenasto preko krških polja do kraja sliva. Od Sinjskog polja kao zadnjeg polja u slivu rijeka se naglo kroz kanjon Cetine, s visine od 300 m n.v., spušta prema moru. Izrazita krška razvijenost reljefa u slivu uvjetuje posebne hidrološke značajke koje tvore hidrološki sustav rijeke (CRA/PPA 2000).

2.3. Klima

Na području riječnog bazena Cetine i okolnog područja razlikujemo dva tipa klime: mediteransku i kontinentalnu. Obilježja mediteranske klime jesu duga i topla ljeta, te blage i vlažne zime. Kontinentalnu klimu u unutrašnjosti obilježavaju oštre i duge zime, kratka i topla ljeta, te vlažna proljeća i jeseni (CRA/PPA 2000).

Sliv Cetine nalazi se u neposrednoj blizini Jadranskog mora od kojeg je odvojen planinskim lancima visine i do 1500 m n.v., takav posebni geografski položaj uzrok je složenih klimatskih uvjeta. Smjer pružanja Dinarida sjeverozapad – jugoistok smanjuje izravni utjecaj mediteranske klime, koja je tipična za obalno i otočno područje Jadrana, na dio rijeke i pripadajuća polja s istočne strane planinskih lanaca. Sa zapada i jugozapada često prodiru vlažne zračne mase koje sa sobom donose obilje oborina. Nad slivom koji je većinom smješten u kontinentalnom dijelu dinarskog masiva susreću se i sukobljavaju utjecaji mediteraske i kontinentalne klime. Stoga su česte izmjene vlažnih i suhih, kao i toplih i hladnih zračnih masa, što uvjetuje složenost klimatskih uvjeta tijekom cijele godine. Prosječna godišnja temperatura zapadnog dijela sliva, koji je pod utjecajem mediteranske klime, iznosi 12,4 °C, dok prosječna godišnja temperatura sjeveroistočnog dijela sliva, koji je pod snažnim utjecajem kontinentalne klime, iznosi svega 6,9 °C. Prosječna godišnja količina oborina na području Cetine iznosi 1380 mm. Topliji dio godine je sušan. U razdoblju od lipnja do kolovoza padne svega 17 % godišnjih oborina, dok u razdoblju od listopada do prosinca, najvlažnijem razdoblju godine, padne 34 % godišnjih oborina. Od siječnja do travnja česte su poplave u krškim poljima. Ovisno o oborinskom režimu poplave mogu potrajati i do svibnja. Na oborinski režim ima utjecaj i zadržavanje snijega na višim nadmorskim visinama (iznad 1000 m n.v.) (CRA/PPA 2000).

2.4. Slivno područje

Sliv Cetine drugi je po veličini od slivova koji s dinarskog krškog područja pritječu u Jadransko more (Štambuk-Giljanović 2002). Cijeli je sliv ovalnog oblika i izdužen u smjeru sjeverozapad – jugoistok. Sama rijeka je slabo razvedena i vrlo siromašna riječnom mrežom, a značajniji pritok je rijeka Ruda.

Slivno područje Cetine dijeli se na:

- sliv na području BiH ukupne površine oko 2440 km^2; i
- sliv dalmatinskog dijela RH ukupne površine 1200 km^2.

Dalmatinski dio sliva rijeke Cetine dijeli se na:

- gornji dio toka do brane Peruča
- središnji dio doline Cetine do Trilja; i
- donji dio toka Cetine do ušća u more (CRA/PPA 2000).

Cetina u more prosječno unosi oko 140 m^3/s vode. Oborine donose u slivno područje oko 50 m^3/s vode. Cetina od oborina dobiva 90 m^3/s vode izvan njezinih reljefnih udubljenja. Niti u jednu našu rijeku na pritječe toliko vode kao u korito Cetine, što je najvećim dijelom posljedica podzemnog pritjecanja voda (CRA/PPA 2000).

2.5. Hidroenergetska iskoristivost

Rijeka Cetina predstavlja značajan vodni i hidroenergetski potencijal. Srednji godišnji protok na ušću Cetine je oko 116 m^3/s. Ukupan pad od izvora do ušća iznosi 382 m, od čega se jedna trećina odnosi na slapove Gubavice. Zbog tih temeljnih značajki Cetina je odavno privukla pozornost. Do danas je na slivu Cetine izgrađeno pet hidroelektrana: HE Kraljevac, HE Peruča, HE Zakučac, HE Orlovac i HE Đale (a planira se gradnja još devet na Cetini i tri na teritoriju BiH), zatim tri kompenzacijska bazena i nekoliko kanala kojima se voda preusmjerava sa svog prirodnog toka. Izgradnjom hidroelektrana na rijeci Cetini riješen je niz vodoprivrednih problema, osigurava se vodoopskrba šireg područja, navodnjavanje poljoprivrednih površina i obrana od poplava. Cetina svojim pritocima služi i kao recipijent otpadnih voda koje se stvaraju u slivu. Iskorištavanje Cetinskog hidroenergetskog potencijala, s druge strane, pridonijelo je promjeni same prirode rijeke (hidrološkog režima), što ima odraza i na druge djelatnosti uz samu Cetinu (CRA/PPA 2000).

3. MATERIJALI I METODE

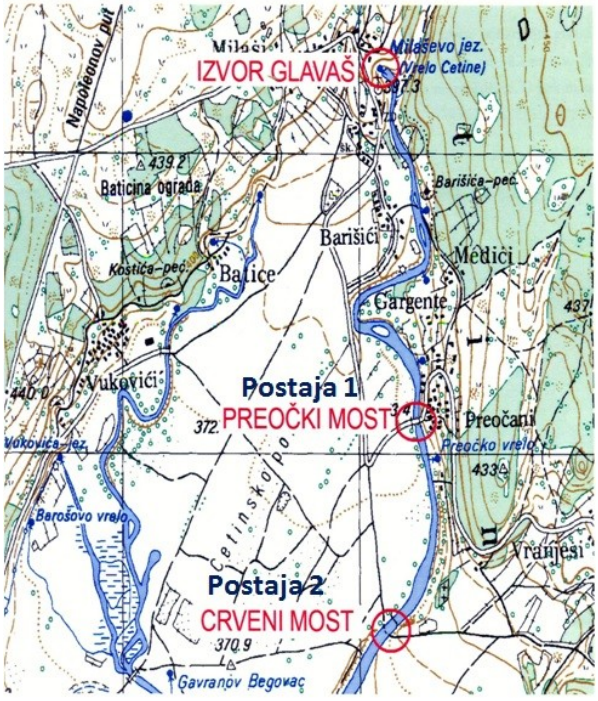
Istraživanje na rijeci Cetini provedeno je u razdoblju od kolovoza 2004. godine do kolovoza 2005. godine u okviru znanstveno-stručnog projekta koji je obuhvatio cijeli tok rijeke Cetine te rijeku Rudu kao njezinu najveću pritoku (Kerovec i Kučinić 2007).

3.1. Smještaj i opis istraživanih postaja

U ovom radu istraživano je područje gornjeg, izvorišnog dijela rijeke Cetine. Istraživane postaje (Slika 3) uključene u ovaj rad su Preočki most i Crveni most. Razmak između postaja je 1 km.

Postaja **1 - Preočki most** (Slika 4) nalazi se kod sela Preočani, odmah ispod Preočkog mosta, 1,5 km nizvodno od izvora Glavaš. Dno karakterizira fini sediment uz lijevu obalu, a u sredini toka su prisutne valutice raznih veličina i bogato razvijena makrovegetacija.

Postaja **2 - Crveni most** (Slika 5) nalazi se 20-30 metara nizvodno od Crvenog mosta, a od izvora Glavaš je udaljena 2,5 km. Na dnu se uz stijene, sitni šljunak i valutice nalazi i fini sediment i mulj iza bogato razvijene makrofitske vegetacije.



Slika 3. Karta istraživanog područja (preuzeto i prilagođeno od Zrinski 2006)



Slika 4. Preočki most u listopadu 2014. godine (A. Baraka)



Slika 5. Crveni most u listopadu 2014. godine (A. Baraka)

3.2. Mjerenje fizikalno-kemijskih čimbenika vode

Fizikalno-kemijski čimbenici vode mjereni su WTW sondama. Koncentracija otopljenog kisika u vodi, zasićenje vode kisikom i temperatura vode mjereni su Oxi 330/SET sondom, pH vrijednost vode pH-metrom WTW pH 330, a provodnost pomoću konduktometra WTW LF 330. Alkalinitet (količina vezano CO_2 u vodi) određivan je titracijom 100 mL uzorka vode 0,1 mol dm^{-3} kloridnom kiselinom uz dodatak metiloranža kao indikatora.

Tijekom istraživanja izmjereni su slijedeći fizikalno-kemijski čimbenici: temperatura vode (°C), koncentracija otopljenog kisika u vodi (mg L^{-1}), zasićenje vode kisikom (%), pH vode, provodljivost vode (µS cm^{-1}) i alkalinitet vode (mg $CaCO_3$ L^{-1}) (Kerovec i Kučinić 2007). Vrijednosti svih mjerenih čimbenika prikazane su u Tablicama 1 i 2.

Tablica 1. Vrijednosti fizikalno-kemijskih čimbenika na postaji Preočki most

Mjesec	Temperatura vode/ (°C)	Koncentracija otopljenog kisika/ (mg L^{-1})	Zasićenje vode kisikom/ (%)	pH vode	Provodnost vode/ (µS cm^{-1})	Alkalinitet vode/ (mg $CaCO_3$ L^{-1})
10	10,3	11,80	111,0	7,997	339	175,0
12	9,1	11,60	106,0	7,810	335	180,0
2	7,5	12,10	107,8	8,088	352	185,0
4	8,6	11,30	102,6	7,734	308	165,0
6	10,1	11,31	104,7	7,935	317	165,0
8	9,5	13,93	127,6	7,842	333	175,0

Tablica 2. Vrijednosti fizikalno-kemijskih čimbenika na postaji Crveni most

Mjesec	Temperatura vode/ (°C)	Koncentracija otopljenog kisika/ (mg L^{-1})	Zasićenje vode kisikom/ (%)	pH vode	Provodnost vode/ (µS cm^{-1})	Alkalinitet vode/ (mg $CaCO_3$ L^{-1})
10	10,6	12,20	115,0	7,986	345	175,0
12	8,8	10,70	98,0	7,850	351	180,0
2	7,3	11,45	101,6	8,049	358	185,0
4	8,7	10,88	98,9	7,739	311	170,0
6	10,1	11,53	106,9	7,886	323	167,5
8	9,6	12,89	117,9	7,798	336	182,5

3.3. Uzorkovanje makrozoobentosa

Uzorci makrozoobentosa na terenu su sakupljani Surberovom mrežom zahvatne površine 10 dm^2. Makrofauna je odvajana od sedimenta dekantiranjem i prosijavanjem kroz bentos mrežu promjera okašaca od 500 µm, te je konzervirana u 96 % etanolu i sortirana za identifikaciju u laboratoriju.

Na postajama su odabrana tri mikrostaništa, a uzorci su razdvojeni prema sljedećem redoslijedu:

- uzorak **1** - makrofauna sakupljena na većim valuticama;
- uzorak **2** - makrofauna sakupljena u makrovegetaciji;
- uzorak **3** - makrofauna sakupljena na sitnijem sedimentu (mulj, pijesak, šljunak ili manje valutice).

3.4. Laboratorijska obrada uzoraka i statistička obrada podataka

Iz uzoraka sakupljenih na terenu u laboratoriju su puževi (Gastropoda), kao i predstavnici ostalih skupina makrozoobentosa izdvojeni posebno, stavljani u kivete ili epruvete zatvorene čepom, te konzervirani u 75 % etanolu. Svaka epruveta bila je označena etiketom s uobičajenim podacima (datum i postaja uzorkovanja, mikrostanište ili substrat, naziv taksona, te napomenu o tome jesu li kućice puževa pune ili prazne).

Pri determinaciji puževa koristila sam standardizirani postupak: sadržaj jedne kivete ili epruvete sam prebacila u Petrijevu zdjelicu. Ukoliko su bili nađeni, pažljivo sam uklonila sitne dijelove biljaka, kamenčiće i sl. Pincetom sam uzimala jednu po jednu jedinku puževa i promatrala sam ih pod binokularnom lupom povećanja do 100 puta. Sve sam uredno bilježila i prema potrebi skicirala u laboratorijski dnevnik. Na temelju oblika, visine i širine kućice, te broja, oblika i veličine zavoja, izgleda ušća, prisustva ili odsustva šara, eventualnih zadebljanja na kućici, određivala sam taksonomski identitet jedinke. Za determinaciju do razine vrste ili podvrste koristila sam dihotomske ključeve Bole (1969) i Glöer (2002). Nakon toga sam provela morfometrijska mjerenja kućica puževa. Ispod Petrijeve zdjelice stavila sam milimetarski papir, pomoću kojeg sam odredila mjere kućice. Kod vrste *Horatia klecakiana* mjerila sam širinu, a kod podvrste *Radomaniola curta germari* visinu kućice. Veličinske razrede podijelila sam u četiri kategorije koje su jednake za obje vrste (za širinu i visinu kućice): ≤ 1,0 mm, 1,0 - 1,5 mm, 1,5 – 2,0 mm, ≥ 2,0 mm.

Puževe sam prema Moogu (2002), s obzirom na izvor hrane i način prehrane razvrstala u dvije osnovne funkcionalne hranidbene skupine:

- strugači (GRA eng. grazers) – hrane se obraštajem i usitnjenom organskom tvari u obraštaju;
- detritivori ili sakupljači (DET eng. detritivores) – hrane se česticama usitnjene organske tvari koje se talože na dnu.

Na osnovu podataka o brojnosti puževa izračunala sam apsolutne gustoće populacija svih vrsta, izražene na metar kvadratni površine. Rezultate sam grafički prikazala pomoću Microsoft Excel 2007 programa (Microsoft Corporation, 2007).

Za određivanje raznolikosti zajednice puževa primjenjeni su Shannonov indeks raznolikosti (H') te Simpsonov indeks raznolikosti (1 – λ), koji se temelje na odnosu broja vrsta i njihove zastupljenosti (relativne brojnosti) u zajednici, te se pomoću ta dva parametra nastoje definirati karakteristike zajednice (Krebs, 1999). Ova dva najčešća i vjerojatno najbolja indeksa raznolikosti razlikuju se po tome što je prvi osjetljiviji na brojnost rijetkih vrsta, a drugi na brojnost dominantnih vrsta. Indeksi su izračunati prema formulama:

Shannonov indeks raznolikosti:

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} (p_i)(\log_2 p_i)$$

gdje je: *H'* = Shannonov indeks raznolikosti,

p_i = udio pojedine vrste u uzorku,

s = broj vrsta u uzorku.

Simpsonov indeks raznolikosti:

$$1\text{-}\lambda = \sum_{i=1}^{s} p_i^{\,2}$$

gdje je: *1-λ* = Simpsonov indeks raznolikosti,

p_i = udio pojedine vrste u uzorku,

s = broj vrsta u uzorku.

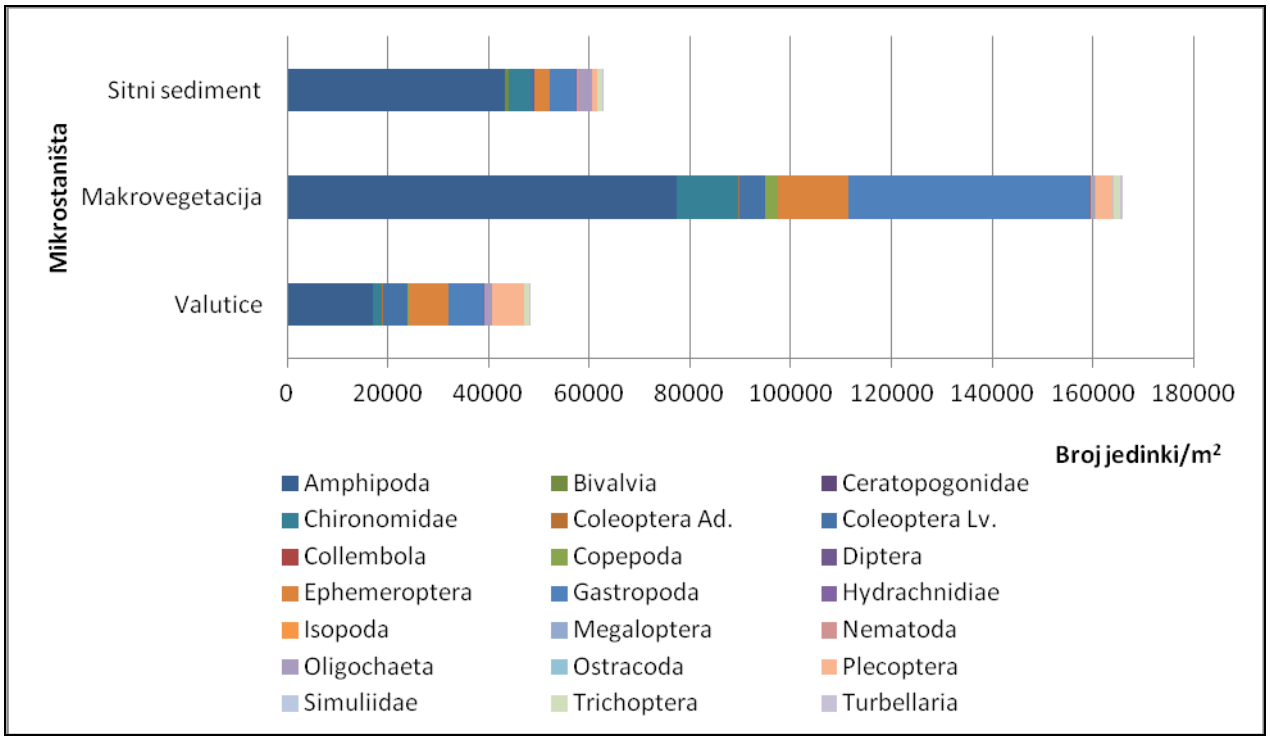
Analizu strukture zajednica provela sam pomoću aglomerativne hijerarhijske analize klastera kojoj je cilj utvrđivanje homogenih grupa ili klastera podataka na osnovu broja puževa po staništu i tipu podloge. S obzirom da su korištene varijable (brojnost prisutnih vrsta puževa) izmjerene jednakim mjernim ljestvicama nije primjenjena standardizacija. Korištena matrica je dobivena primjenom metode potpunog povezivanja kvadrirane euklidske udaljenosti između postaja uključujući brojnost jedinki pojedinih vrsta po tipu podloge. Analiza je provedena u programu Statistica 8 (StatSoft, 2007).

4. REZULTATI

4.1. Sastav zajednice makrozoobentosa

4.1.1. Makrozoobentos na postaji Preočki most

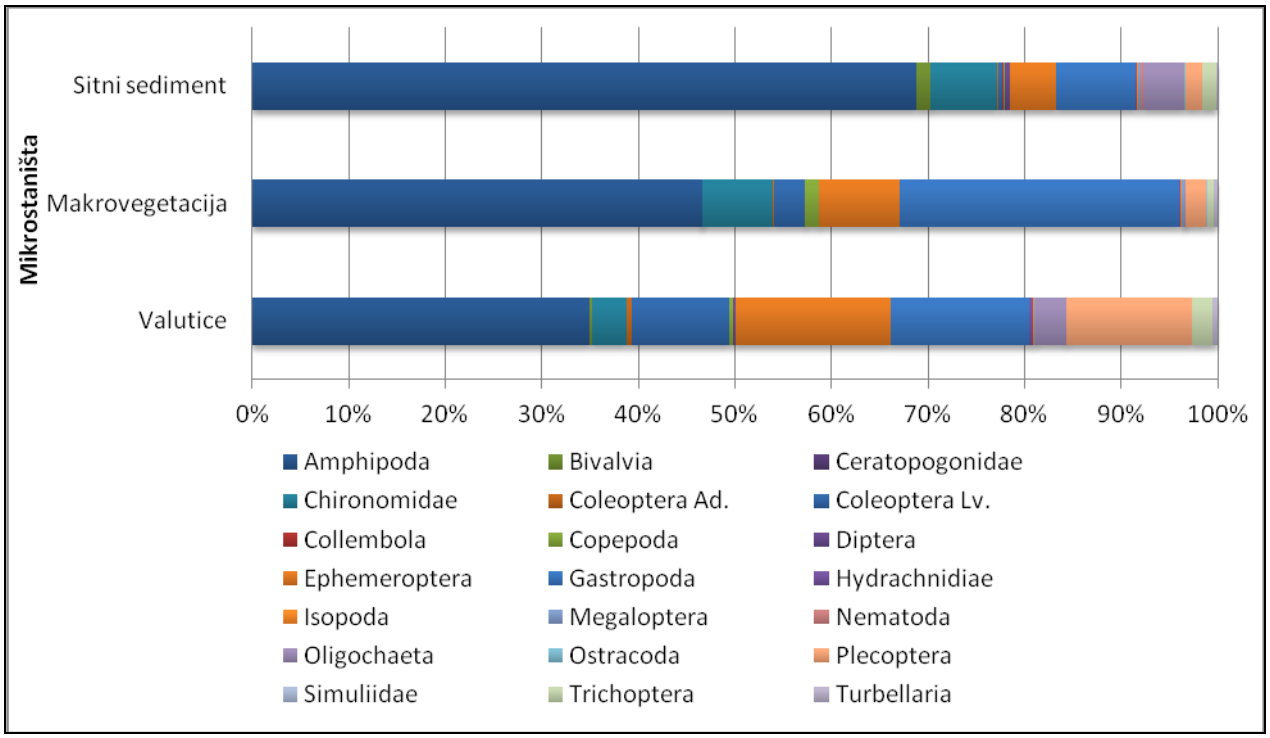
U uzorcima na postaji Preočki most utvrđena je prisutnost predstavnika 21 skupine makroskopskih beskralježnjaka (Slike 6 i 7). Na valuticama zabilježeno je 48 380 jedinki/m^2, na makrovegetaciji 166 000 jedinki/m^2, a na sitnom sedimentu 62 700 jedinki/m^2. Ukupno na sva tri mikrostaništa zabilježeno je 277 080 jedinki/m^2. Najveća gustoća i raznolikost (21 skupina beskralješnjaka) utvrđena je na makrovegetaciji.



Slika 6. Sastav i brojnost jedinki beskralješnjaka na različitim mikrostaništima postaje Preočki most

Na postaji Preočki most najbrojnije skupine su Amphipoda (137 450 jedinki/m^2), Gastropoda (60 060 jedinki/m^2), Ephemeroptera (24 710 jedinki/m^2), Chironomidae (18 290 jedinki/m^2), Plecoptera (10 900 jedinki/m^2) i Coleoptera - ličinke (10 460 jedinki/m^2). Skupine s najmanje jedinki su Ceratopogonidae, Collembola, Ostracoda i Simuliidae. Od ostalih skupina prisutne su Bivalvia, Coleoptera - odrasli, Copepoda, Diptera, Hydrachnidia, Isopoda, Megaloptera, Nematoda, Oligochaeta, Trichoptera i Turbellaria.

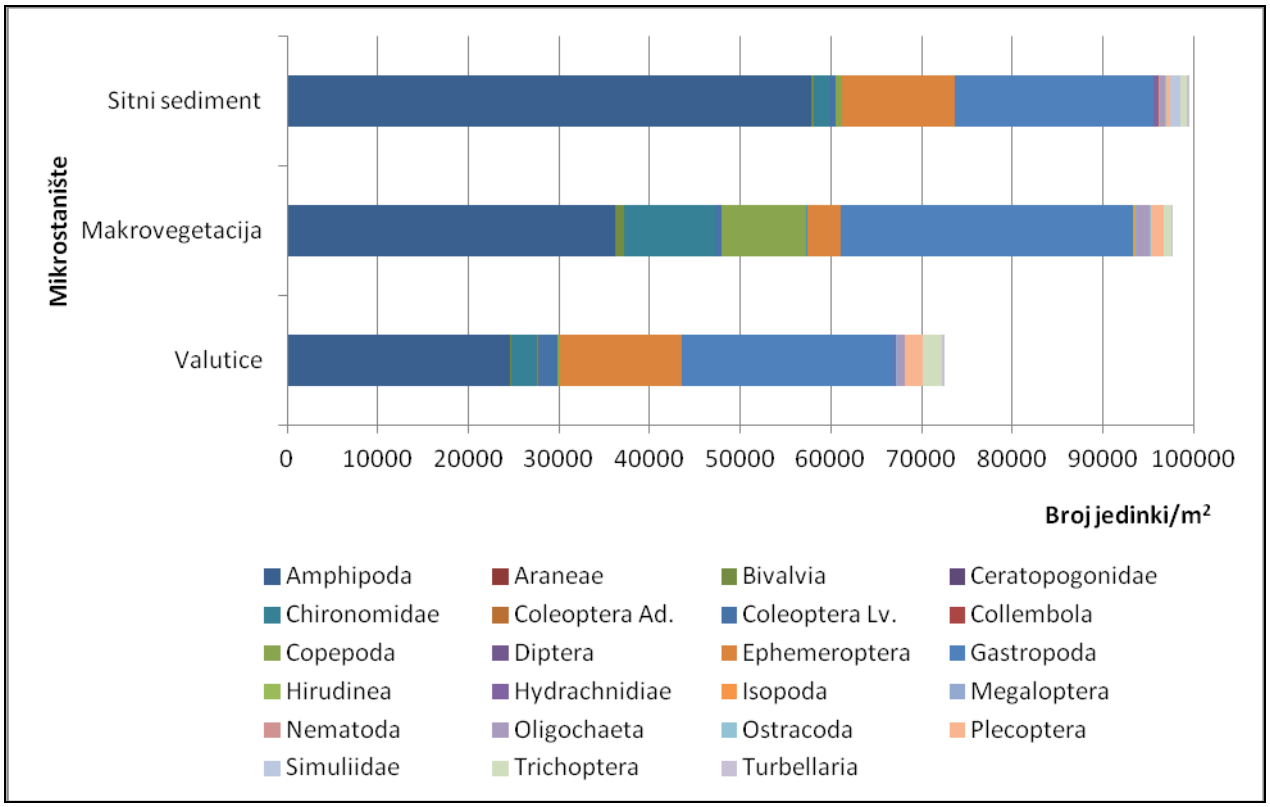
Na postaji Preočki most skupina Gastropoda najveću brojnost ima na makrovegetaciji dok je najmanja brojnost zabilježena na sitnom sedimentu.



Slika 7. Udio pojedinih skupina beskralješnjaka na različitim mikrostaništima postaje Preočki most

4.1.2. Makrozoobentos na postaji Crveni most

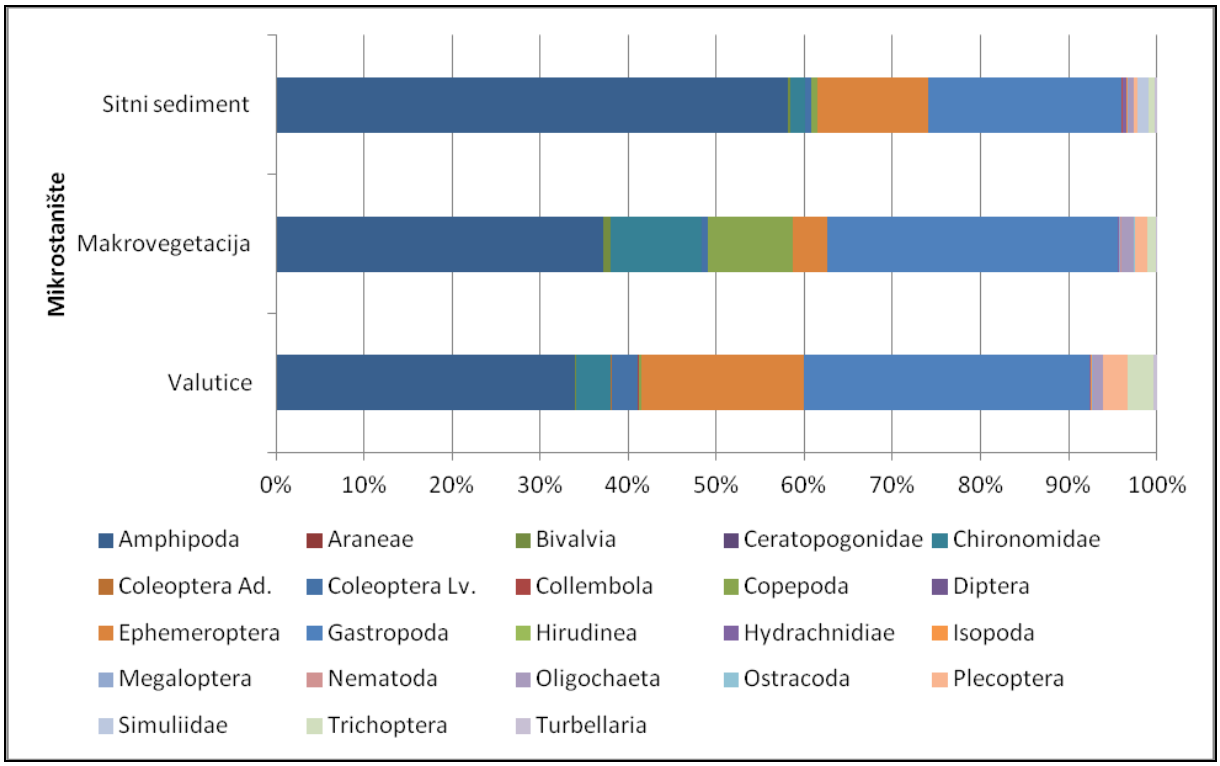
U uzorcima na postaji Crveni most utvrđena je prisutnost predstavnika 23 skupine makroskopskih beskralježnjaka (Slike 8 i 9). Na valuticama zabilježeno je 72 570 jedinki/m^2, na makrovegetaciji 97 700 jedinki/m^2, a na sitnom sedimentu 99 540 jedinki/m^2. Ukupno na sva tri mikrostaništa zabilježeno je 269 810 jedinki/m^2. Najveća gustoća utvrđena je na sitnom sedimentu, dok je najveća raznolikost (22 različite skupine beskralješnjaka) utvrđena na valuticama gdje je zabilježena najmanja brojnost jedinki.



Slika 8. Sastav i brojnost jedinki beskralješnjaka na različitim mikrostaništima postaje Crveni most

Na postaji Crveni most najbrojnije skupine su Amphipoda (118 720 jedinki/m^2), Gastropoda (77 720 jedinki/m^2), Ephemeroptera (29 620 jedinki/m^2), Chironomidae (14 510 jedinki/m^2), Copepoda (10 240 jedinki/m^2) i Plecoptera (3 790 jedinki/m^2). Skupine s najmanje jedinki su Araneae, Ceratopogonidae, Coleoptera - odrasli, Collembola, Diptera, Hirudinea, Nematoda, Ostracoda. Od ostalih skupina prisutni su Bivalvia, Coleoptera – ličinke, Hydrachnidia, Isopoda, Megaloptera, Oligochaeta, Simuliidae, Trichoptera i Turbellaria.

Na postaji Crveni most skupina Gastropoda najveću brojnost ima na makrovegetaciji dok je najmanja brojnost zabilježena na sitnom sedimentu.



Slika 9. Udio pojedinih skupina beskralješnjaka na različitim mikrostaništima postaje Crveni most

4.2. Sastav i struktura zajednice puževa

4.2.1. Sistematski prikaz zajednice puževa na istraživanom području

Na gornjem dijelu toka rijeke Cetine pronađene su dvije vrste i jedna podvrsta puževa. Popis vrsta puževa utvrđenih tijekom istraživanja naveden je prema njihovoj sistematskoj pripadnosti:

Razred **GASTROPODA** Cuvier 1795

Podrazred **Orthogastropoda** Ponder & Lindberg 1995

Red **Neotaenioglossa** Haller 1890

Nadporodica Rissooidea J. E. Gray 1847

Porodica **Hydrobiidae** Troschel 1857

Rod ***Horatia*** Bourguignat 1887

Horatia klecakiana Bourguignat 1887

Rod ***Radomaniola*** Szarowska 2006

Radomaniola curta (Kuster 1853)

Radomaniola curta germari (Frauenfeld 1863)

Red **Pulmonata** Cuvier & Blainville 1814

Podred Basommatophora Keferstein 1864

Porodica **Planorbidae** Rafinesque 1815

Potporodica Planorbinae Rafinesque 1815

Rod ***Ancylus*** O. F. Müller 1773

Ancylus fluviatilis O. F. Müller 1774

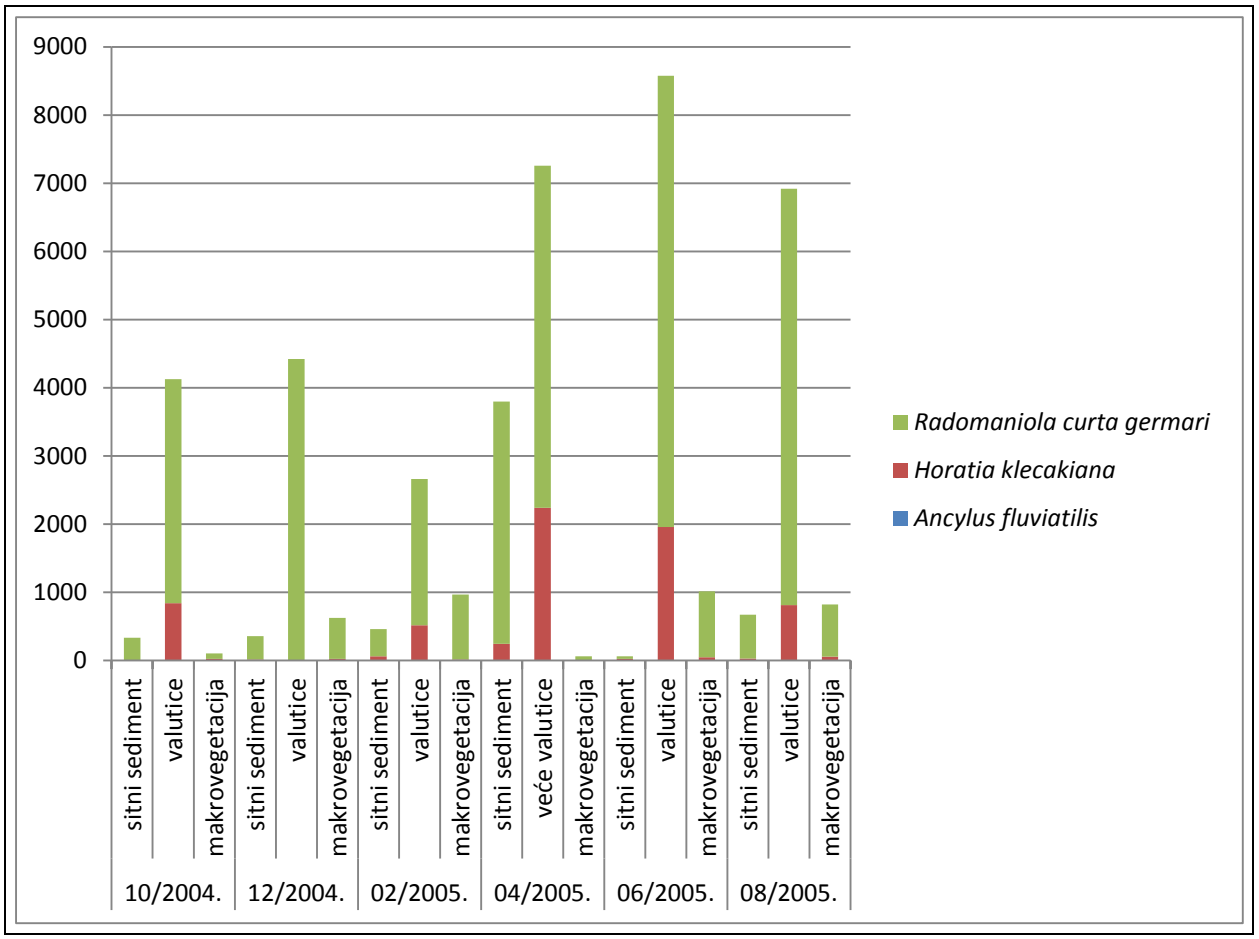
4.2.2. Gustoća populacija puževa

Preočki most

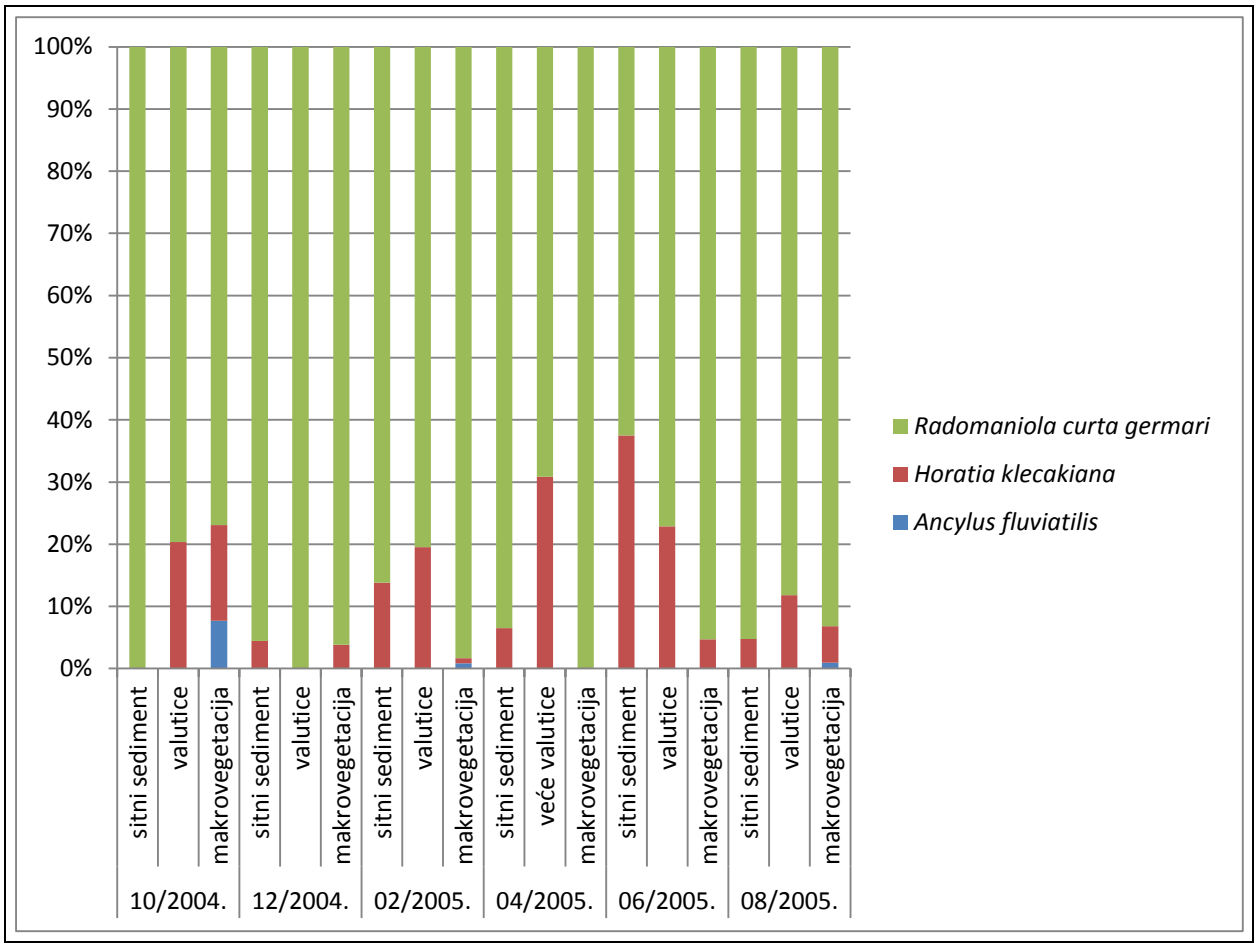
Na postaji Preočki most pronađene su dvije vrste i jedna podvrsta puževa (Slike 10 i 11). Podvrsta *Radomaniola curta germari* ima najveći broj jedinki, a najveća je gustoća zabilježena u lipnju 2005. na makrovegetaciji (6616 jedinki/m^2). Vrsta *Horatia klecakiana* druga je po broju jedinki, a najveća gustoća zabilježena je u travnju 2005. također na makrovegetaciji (2240 jedinki/m^2). Vrsta *Ancylus fluviatilis* imala je najmanju gustoću, a prisutna je samo na sitnom sedimentu u listopadu 2004. (8 jedinki/m^2), veljači 2005. (8 jedinki/m^2) i kolovozu 2005. (8 jedinki/m^2).

Podvrsta *Radomaniola curta germari* zabilježena je na svim mikrostaništima tijekom svih mjeseci istraživanja. Vrsta *Horatia klecakiana* zabilježena je na većini mikrostaništa tijekom svih mjeseci istraživanja, njena prisutnost nije zabilježena na valuticama u listopadu 2004., na makrovegetaciji u prosincu 2004. i na sitnom sedimentu u travnju 2005. Vrsta *Ancylus fluviatilis* prisutna je samo na sitnom sedimentu u listopadu 2004., veljači 2005. i kolovozu 2005.

Najveći broj jedinki vrste *Horatia klecakiana* i podvrste *Radomaniola curta germari* pronađen je na makrovegetaciji. Drugo mikrostanište po brojnosti su valutice, a mikrostanište s najmanjim brojem jedinki je sitni sediment.



Slika 10. Gustoća populacija pojedinih vrsta puževa po mjesecima na različitim mikrostaništima postaje Preočki most



Slika 11. Udio pojedinih vrsta puževa po mjesecima na različitim mikrostaništima postaje Preočki most

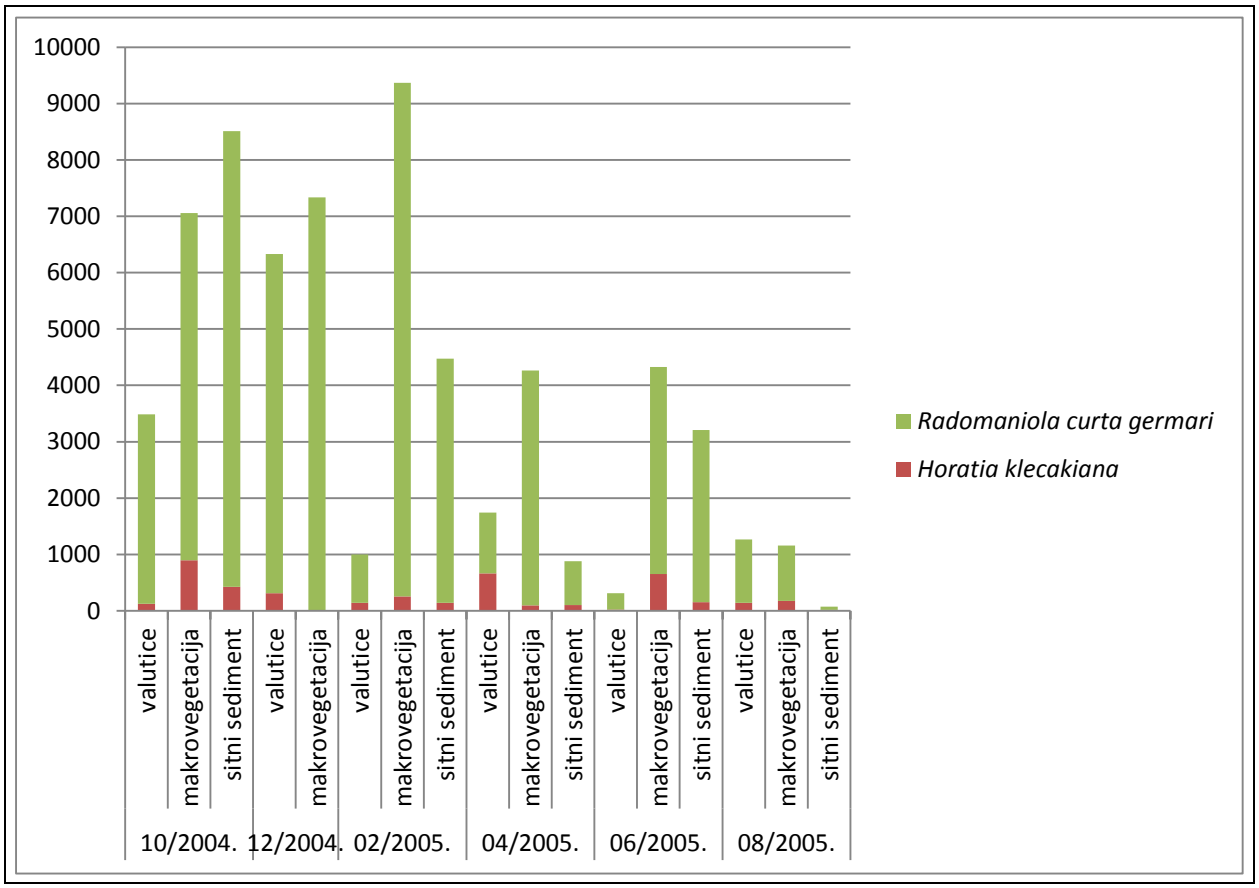
Crveni most

Podataka za mikrostanište karakterizirano sitnim sedimentom u prosincu 2004. nema jer je voda u rijeci bila previsoka. Na postaji Crveni most pronađena je jedna vrsta i jedna podvrsta puževa (Slike 12 i 13). Podvrsta *Radomaniola curta germari* ima najveći broj jedinki, a najveća je gustoća zabilježena u veljači 2005. na makrovegetaciji (9112 jedinki/m^2). Prisutna vrsta je *Horatia klecakiana* čija je najveća gustoća zabilježena u listopadu 2004. također na makrovegetaciji (896 jedinki/m^2).

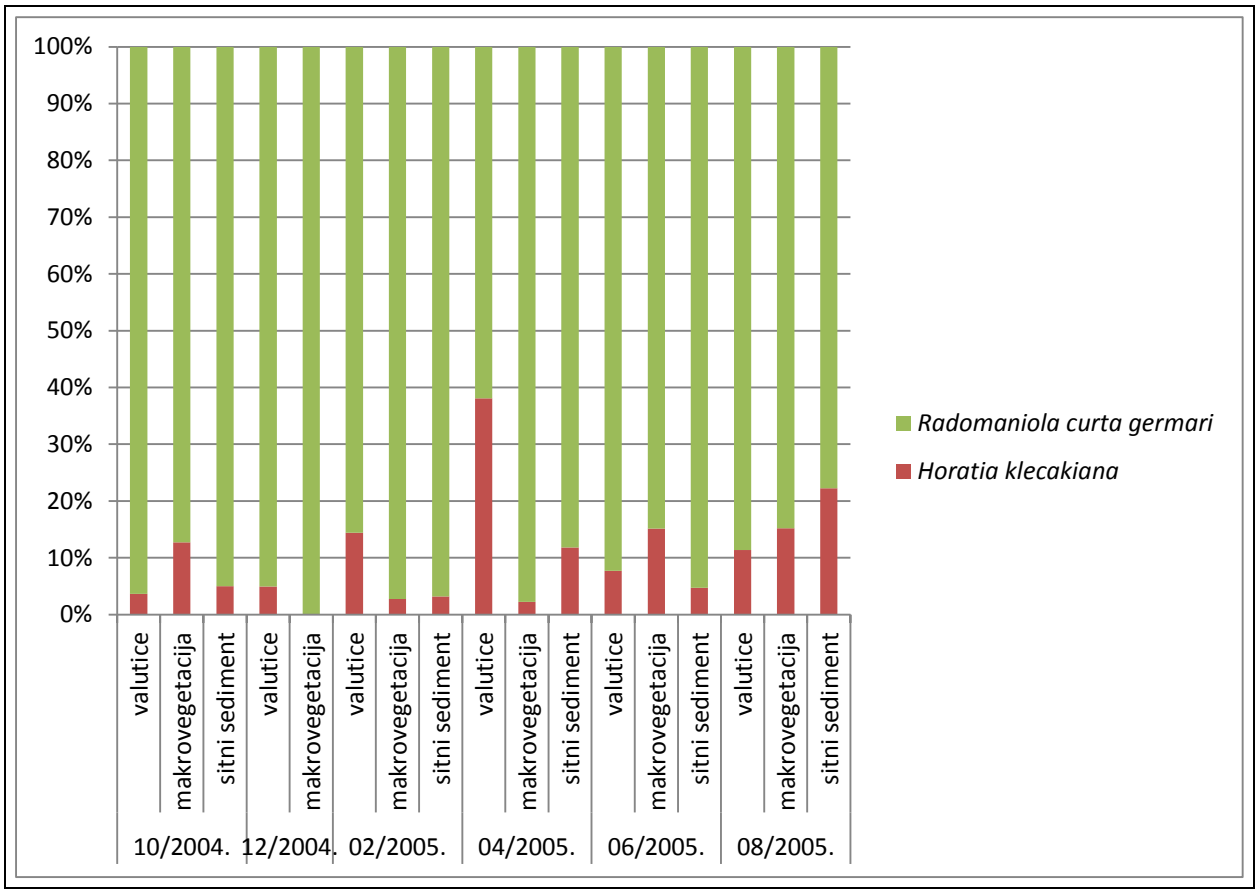
Podvrsta *Radomaniola curta germari* zabilježena je na svim mikrostaništima tijekom svih mjeseci istraživanja, dok je vrsta *Horatia klecakiana* zabilježena na svim mikrostaništima tijekom svih mjeseci istraživanja osim na makrovegetaciji u prosincu 2004.

Najveći broj jedinki vrste *Horatia klecakiana* pronađen je na makrovegetaciji. Drugo mikrostanište po brojnosti su valutice, a mikrostanište s najmanjim brojem jedinki je sitni sediment.

Najveći broj jedinki podvrste *Radomaniola curta germari* pronađen je na makrovegetaciji. Drugo mikrostanište po brojnosti je sitni sediment, a mikrostanište s najmanjim brojem jedinki su valutice.



Slika 12. Gustoća populacija pojedinih vrsta puževa po mjesecima na različitim mikrostaništima postaje Crveni most



Slika 13. Udio pojedinih vrsta puževa po mjesecima na različitim mikrostaništima postaje Crveni most

4.2.3. Uzrasna struktura puževa

Za puževe *Horatia klecakiana* i *Radomaniola curta germari* napravljena je analiza uzrasne strukture (Slike 14 do 17) na obje postaje i svim mikrostaništima.

Vrsta *Horatia klecakiana*

Preočki most

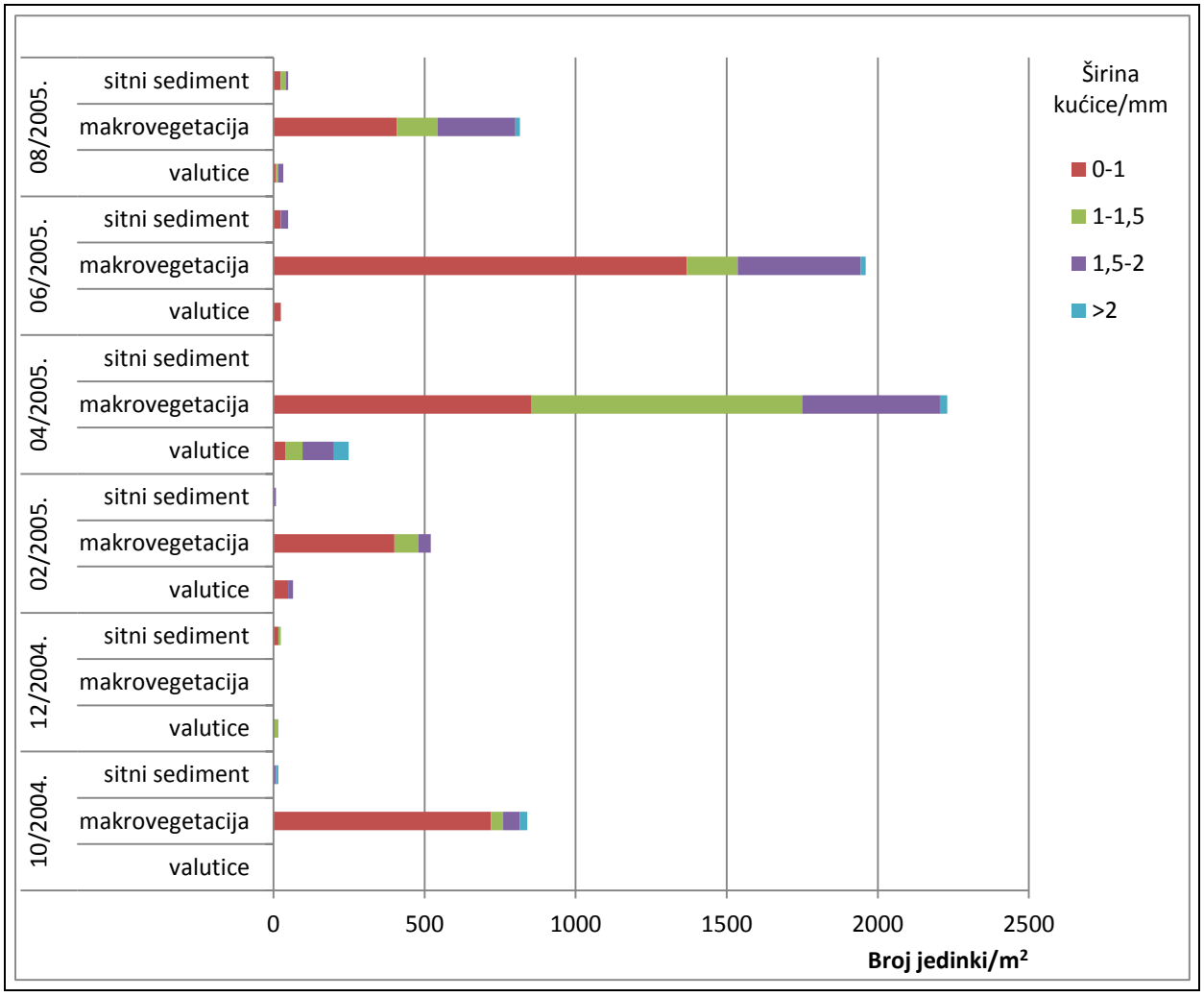
Na postaji Preočki most zabilježene su jedinke svih veličinskih razreda vrste *Horatia klecakiana.* Na makrovegetaciji najviše je jedinki pronađeno u travnju 2005., a najveći broj jedinki pripada veličinskom razredu od 1,0 - 1,5 mm. Veća brojnost jedinki na ovom mikrostaništu zabilježena je i u listopadu 2004., veljači i kolovozu 2005., a najveći broj jedinki u sva tri mjeseca pripada veličinskom razredu od ≤ 1,0 mm.

Na valuticama najviše je jedinki pronađeno u travnju 2005., a najveći broj jedinki u tome mjesecu pripada veličinskom razredu od 1,5 - 2,0 mm. Brojnost jedinki na ovom

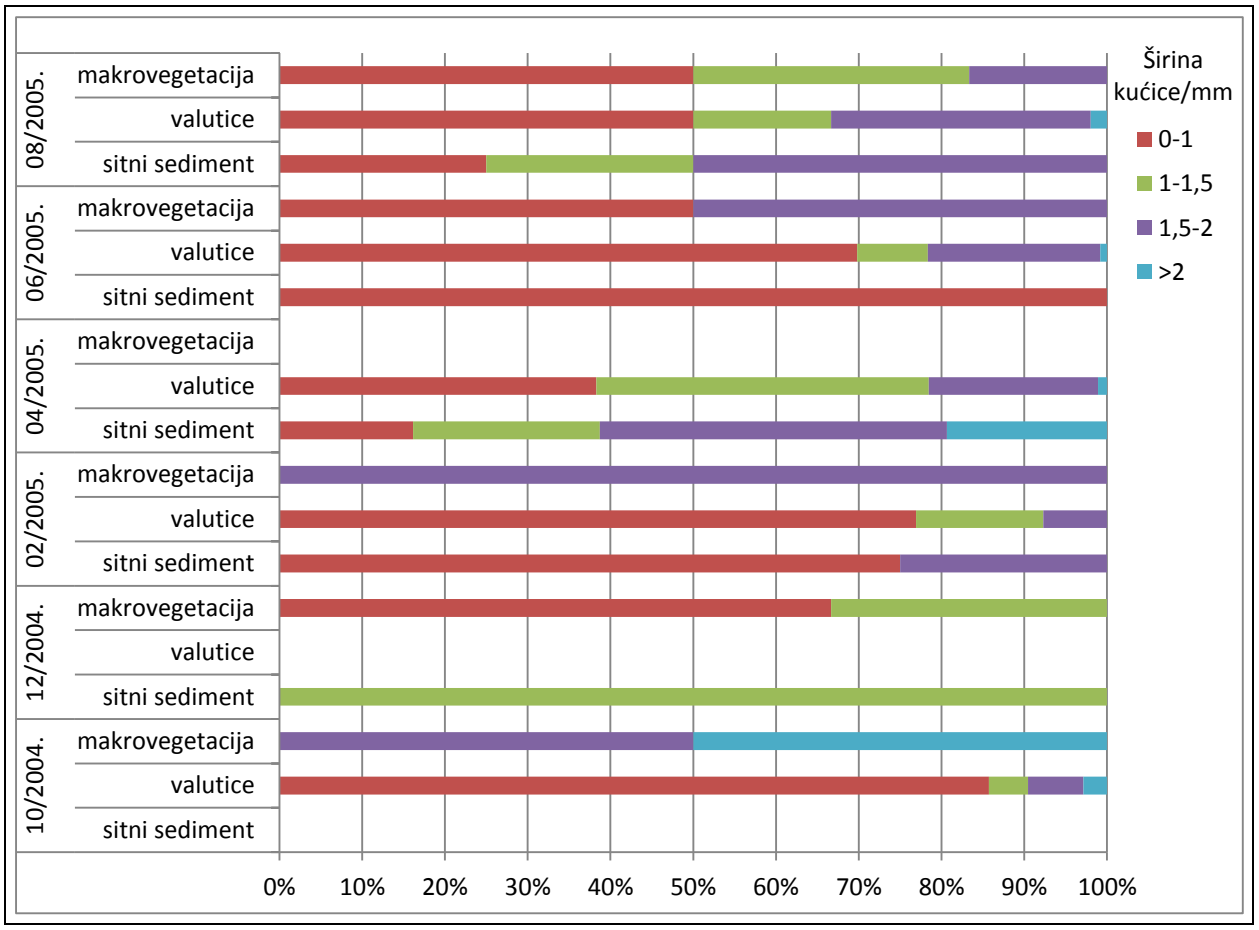
mikrostaništu veća je i u veljači 2005., a najveći broj jedinki pripada veličinskom razredu od ≤ 1,0 mm.

Na sitnom sedimentu najviše je jedinki pronađeno u lipnju 2005., a najveći broj jedinki pripada veličinskom razredu od ≥ 2,0 mm.

Najviše najvećih jedinki (≥ 2,0 mm) pronađeno je u travnju 2005. na valuticama i makrovegetaciji. Svi veličinski razredi prisutni su na valuticama u travnju 2005., te na makrovegetaciji u listopadu 2004., travnju, lipnju i kolovozu 2005. Jedinke najmanjeg veličinskog razreda (≤ 1,0 mm) najzastupljenije su na makrovegetaciji, a najveću brojnost imale su u lipnju 2005.



Slika 14. Uzrasna struktura vrste *Horatia klecakiana* na različitim mikrostaništima postaje Preočki most



Slika 15. Udio uzrasnih kategorija vrste *Horatia klecakiana* na različitim mikrostaništima postaje Preočki most

Crveni most

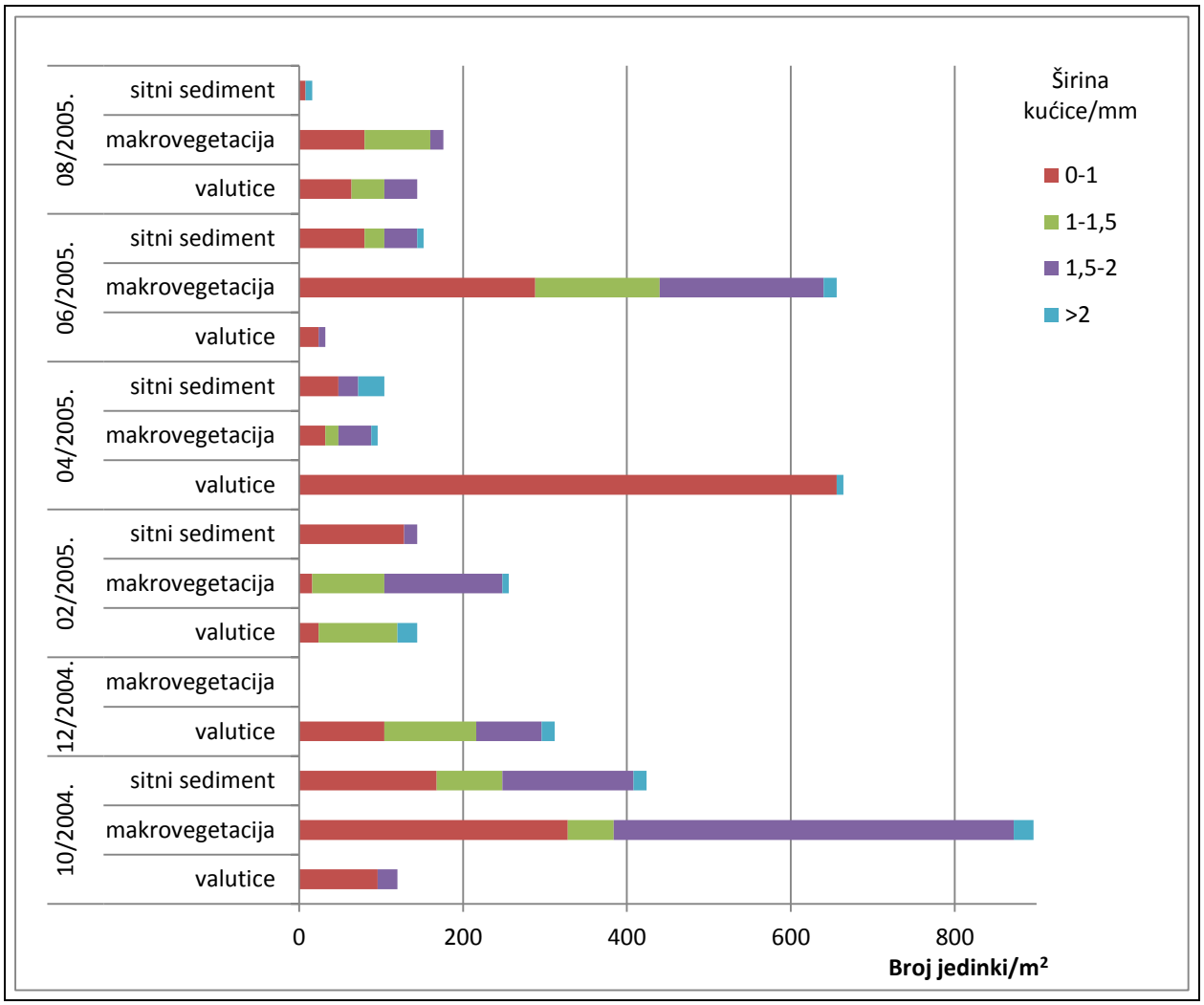
Na postaji Crveni most zabilježene su jedinke svih veličinskih razreda vrste *Horatia klecakiana.* Na makrovegetaciji najviše je jedinki pronađeno u listopadu 2004., a najveći broj jedinki u tome mjesecu pripada veličinskom razredu od 1,5 - 2,0 mm. Brojnost jedinki na ovom mikrostaništu veća je i u lipnju 2005. kada najveći broj jedinki pripada veličinskom razredu od ≤ 1,0 mm.

Na valuticama najviše je jedinki pronađeno u travnju 2005., a najveći broj jedinki u tome mjesecu pripada veličinskom razredu od ≤ 1,0 mm. Brojnost jedinki na ovom mikrostaništu veća je i u prosincu 2004., a najveći broj jedinki pripada veličinskom razredu od 1,0 – 1,5 mm.

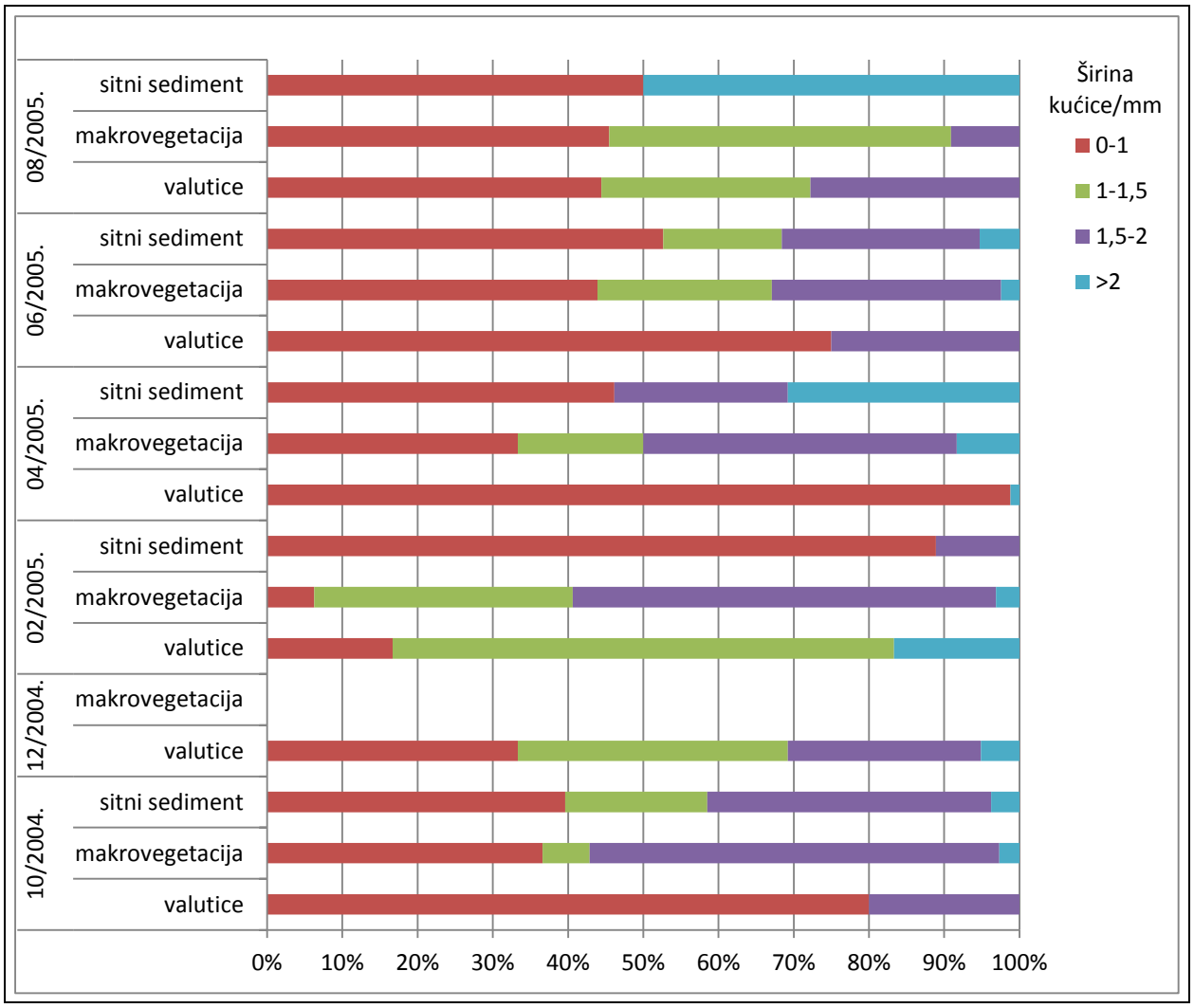
Na sitnom sedimentu najviše je jedinki pronađeno u listopadu 2004., a najveći broj jedinki pripada veličinskom razredu od ≤ 1,0 mm.

Najviše najvećih jedinki (≥ 2,0 mm) pronađeno je u travnju 2005. na sitnom sedimentu. Svi veličinski razredi prisutni su na valuticama u prosincu 2004., na

makrovegetaciji u listopadu 2004., veljači, travnju i lipnju 2005., te na sitnom sedimentu u listopadu 2004. i lipnju 2005. Jedinke najmanjeg veličinskog razreda (≤ 1,0 mm) najviše su prisutne na valuticama te se brojnošću posebno ističu u travnju 2005.



Slika 16. Uzrasna struktura vrste *Horatia klecakiana* na različitim mikrostaništima postaje Crveni most



Slika 17. Udio uzrasnih kategorija vrste *Horatia klecakiana* na različitim mikrostaništima postaje Crveni most

Podvrsta *Radomaniola curta germari*

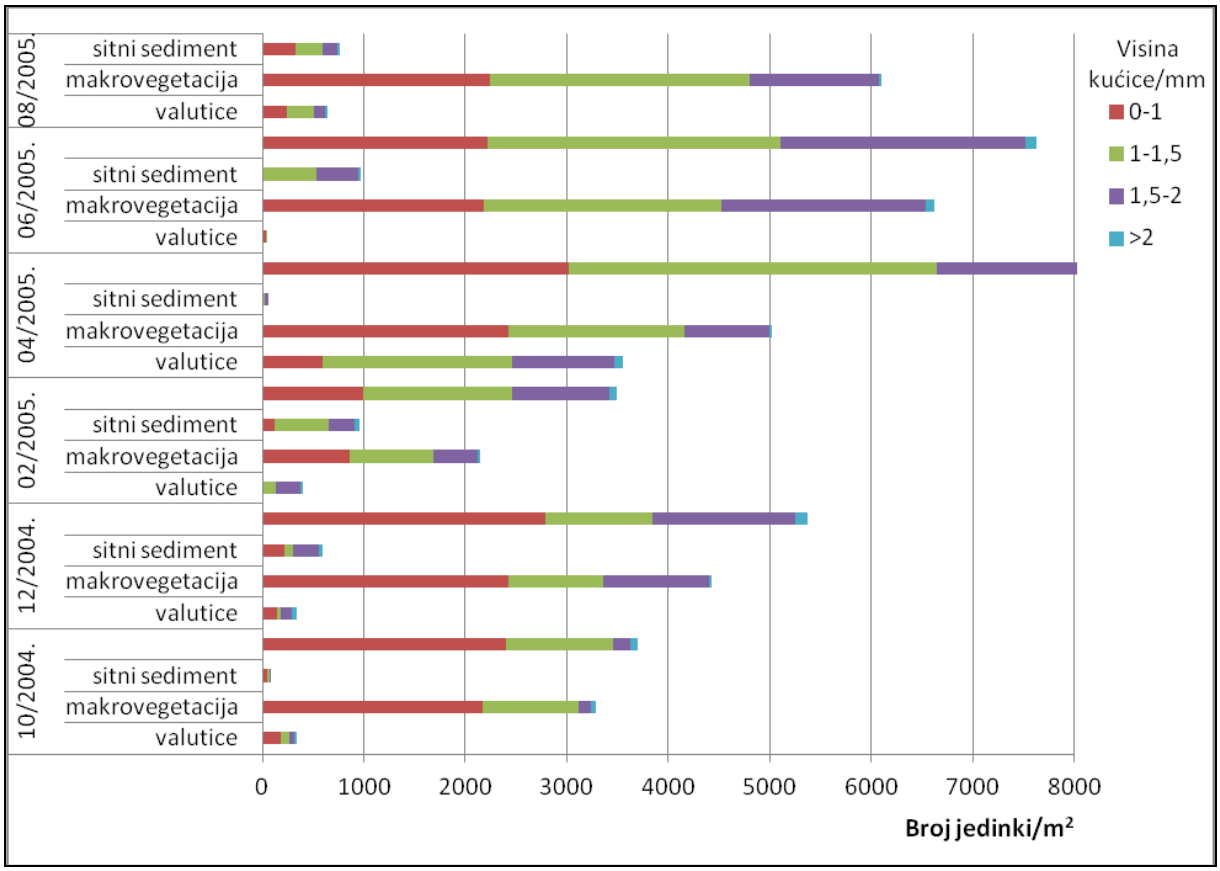
Preočki most

Na postaji Preočki most zabilježene su jedinke svih veličinskih razreda podvrste *Radomaniola curta germari.* Na makrovegetaciji najviše je jedinki pronađeno u lipnju 2005., a najveći broj jedinki pripada veličinskom razredu od 1,0 – 1,5 mm. Brojnost jedinki na ovom mikrostaništu veća je i u listopadu i prosincu 2004., te travnju 2005., a najveći broj jedinki u ova tri mjeseca pripada veličinskom razredu od ≤ 1,0 mm, te u kolovozu 2005. kada najveći broj jedinki pripada veličinskom razredu od od 1,0 – 1,5 mm.

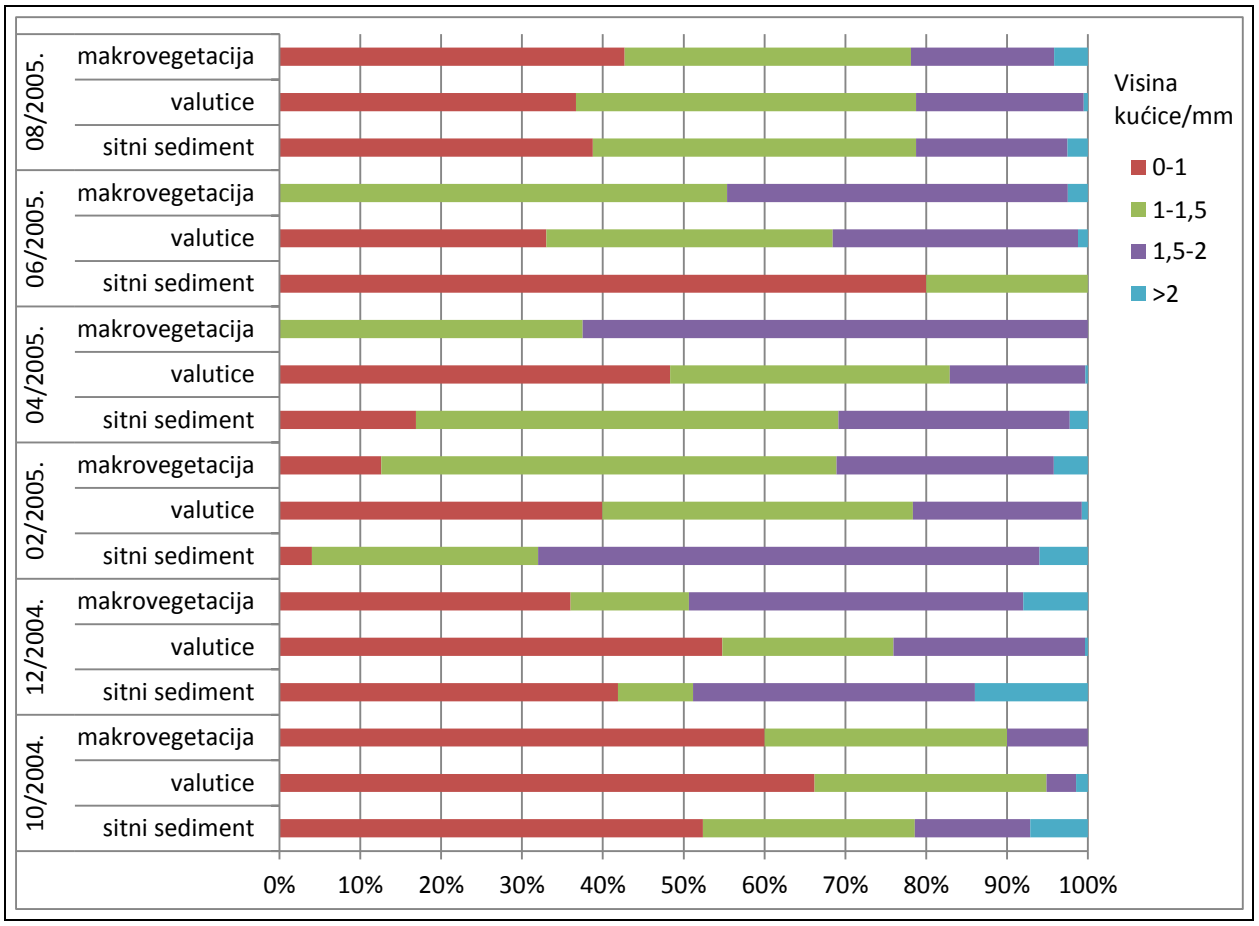
Na valuticama najviše je jedinki pronađeno u travnju 2005., a najveći broj jedinki pripada veličinskom razredu od 1,0 – 1,5 mm.

Za razliku od prethodnog, na sitnom sedimentu najviše je jedinki pronađeno u lipnju 2005., a najveći broj jedinki pripada veličinskom razredu od 1,0 – 1,5 mm.

Najviše najvećih jedinki (≥ 2,0 mm) pronađeno je u travnju 2005. na valuticama i u lipnju 2005. na makrovegetaciji. Svi veličinski razredi prisutni su na svim mikrostaništima osim na valuticama u lipnju 2005., te na sitnom sedimentu u listopadu 2004., travnju i lipnju 2005. Jedinke najmanjeg veličinskog razreda (≤ 1,0 mm) najviše su prisutne na makrovegetaciji, te se brojnošću ističu u prosincu 2004. i travnju 2005.



Slika 18. Uzrasna struktura podvrste *Radomaniola curta germari* na različitim mikrostaništima postaje Preočki most



Slika 19. Udio uzrasnih kategorija podvrste *Radomaniola curta germari* na različitim mikrostaništima postaje Preočki most

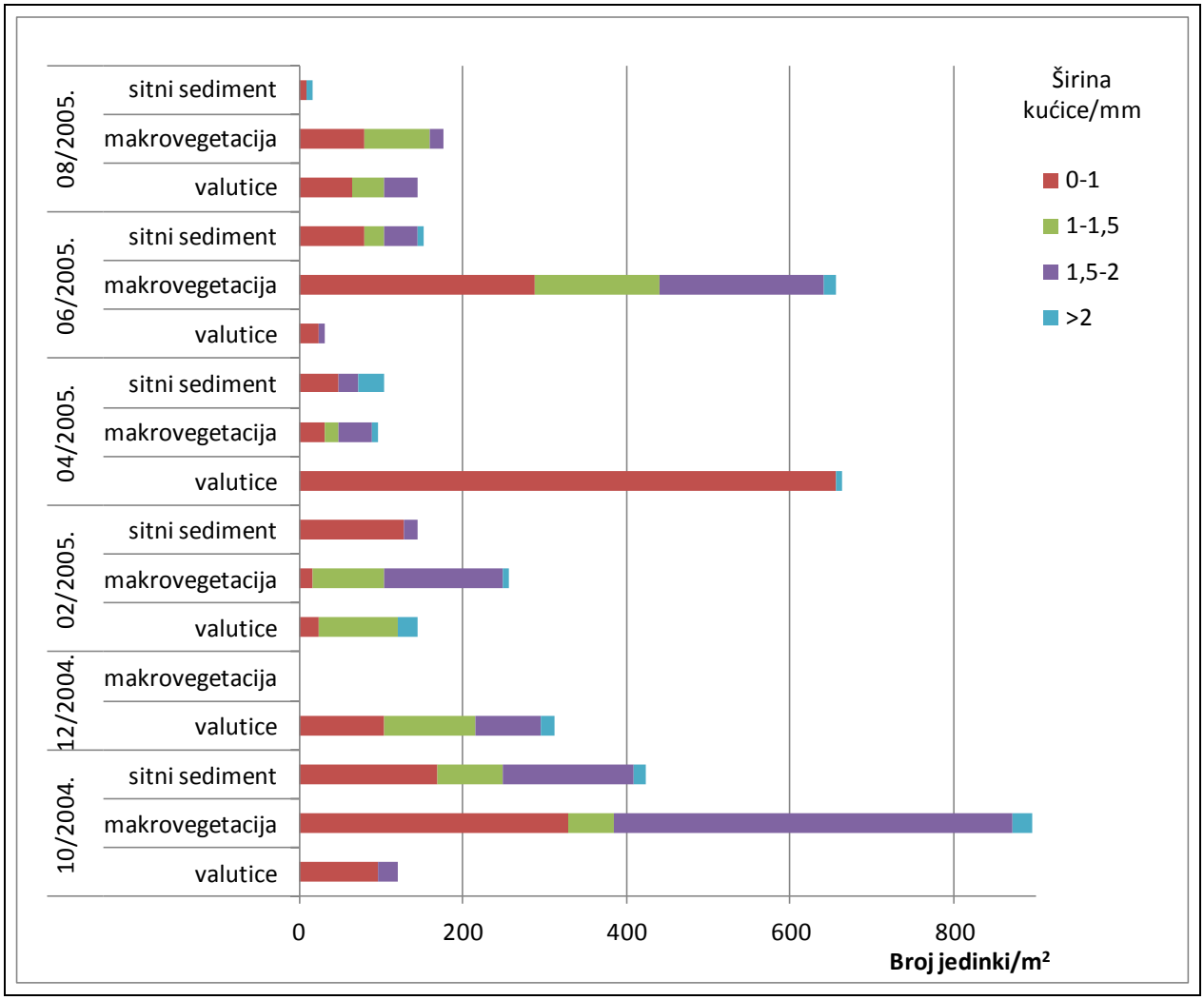
Crveni most

Na postaji Crveni most zabilježene su jedinke svih veličinskih razreda podvrste *Radomaniola curta germari.* Na makrovegetaciji najviše je jedinki pronađeno u prosincu 2004., a najveći broj jedinki u tome mjesecu pripada veličinskom razredu od 1,5 – 2,0 mm. Brojnost jedinki na ovom mikrostaništu veća je i u listopadu 2004., a najveći broj jedinki pripada veličinskom razredu od 1,5 - 2,0 mm potom u veljači i lipnju 2005. kada najveći broj jedinki pripada veličinskom razredu od 1,0 – 1,5 mm, te u travnju 2005. kada najveći broj jedinki pripada veličinskom razredu od ≤ 1,0 mm.

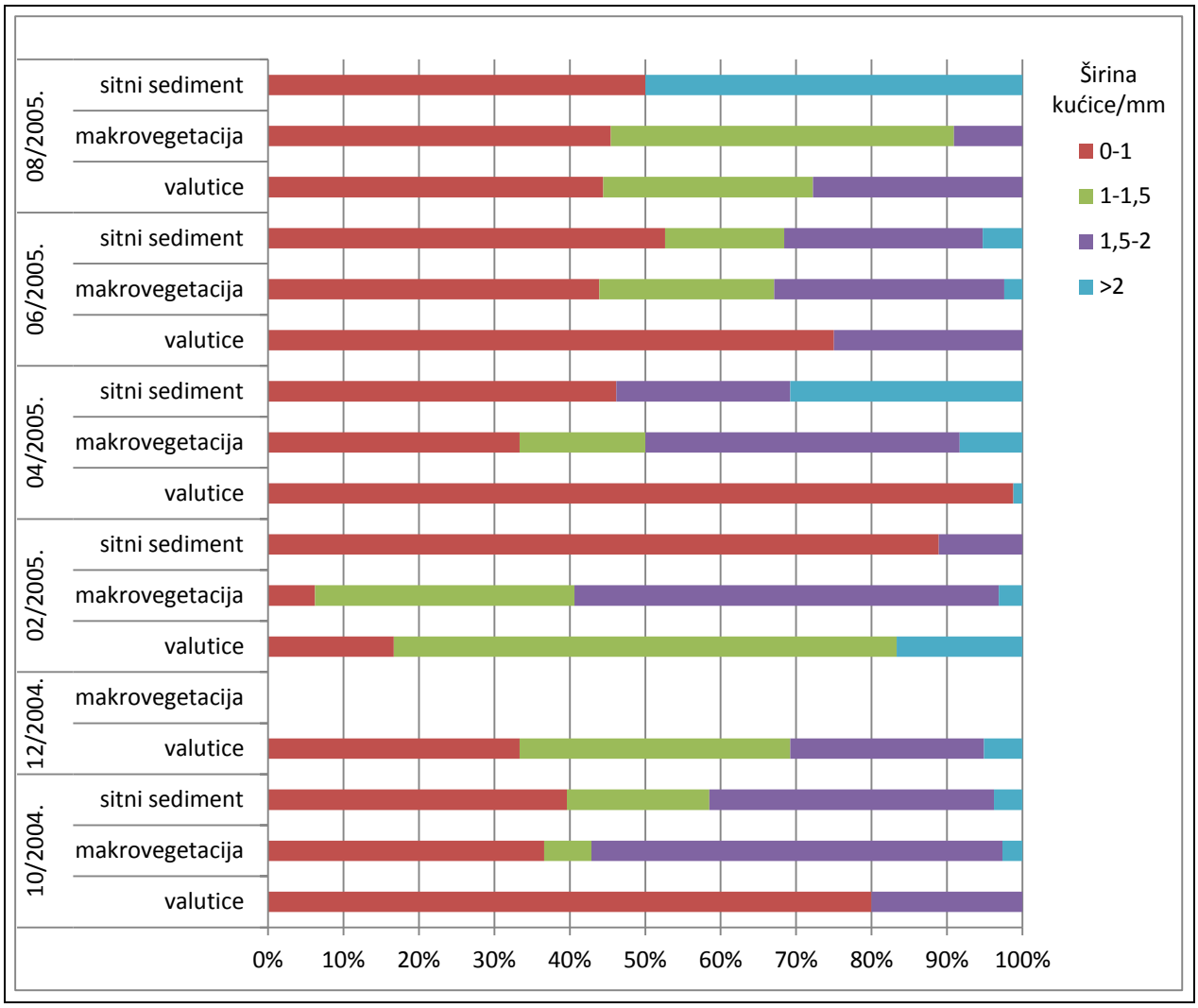
Na sitnom sedimentu najviše je jedinki pronađeno u veljači 2005., a najveći broj jedinki pripada veličinskom razredu od ≤ 1,0 mm. Brojnost jedinki na ovom mikrostaništu veća je i u listopadu 2004. i lipnju 2005., a najveći broj jedinki u oba mjeseca pripada veličinskom razredu od ≤ 1,0 mm.

Na valuticama najviše je jedinki pronađeno u prosincu 2004., a najveći broj jedinki pripada veličinskom razredu od 1,0 - 1,5 mm.

Najviše najvećih jedinki (≥ 2,0 mm) pronađeno je u prosincu 2004. na valuticama. Svi veličinski razredi prisutni su na svim mikrostaništima osim na valuticama u listopadu 2004., na makrovegetaciji u prosincu 2004., te na sitnom sedimentu u travnju, kao i na svim mikrostaništima u kolovozu 2005. Jedinke najmanjeg veličinskog razreda (≤ 1,0 mm) najviše su prisutne na sitnom sedimentu, te se brojnošću posebno ističu u listopadu 2004. i veljači 2005.



Slika 20. Uzrasna struktura podvrste *Radomaniola curta germari* na različitim mikrostaništima postaje Crveni most



Slika 21. Udio uzrasnih kategorija podvrste *Radomaniola curta germari* na različitim mikrostaništima postaje Crveni most

4.2.4. Funkcionalno trofička struktura zajednice puževa

Analiza funkcionalno trofičkih grupa pokazala je da su na valuticama i makrovegetaciji postaja Preočki most i Crveni most strugači i detritivori zastupljeni u jednakom omjeru. Isto vrijedi i za sitni sediment postaje Crveni most, a jedina razlika je utvrđena na istom mikrostaništu postaje Preočki most gdje je zabilježeno 50,33 % strugača i 49,67 % detritivora.

4.2.5. Analiza sličnosti i raznolikosti zajednice puževa

Na temelju broja vrsta i gustoće populacija za istraživane postaje s pripadajućim mikrostaništima izračunati su Shannonov indeks raznolikosti (H`) i Simpsonov indeks raznolikosti (1-λ'). Njihove su vrijednosti prikazane u Tablici 3. Najviša vrijednost Shannonovog indeksa raznolikosti zabilježena je na makrovegetaciji postaje Preočki most, (0,483), dok je najniža vrijednost ovog indeksa (0,174) utvrđena na sitnom sedimentu iste postaje. Vrijednosti Simpsonovog indeksa raznolikosti kretale su se u rasponu od 0,090 koliko je zabilježeno na sitnom sedimentu postaje Preočki most do 0,305 utvrđenih na makrovegetaciji iste postaje.

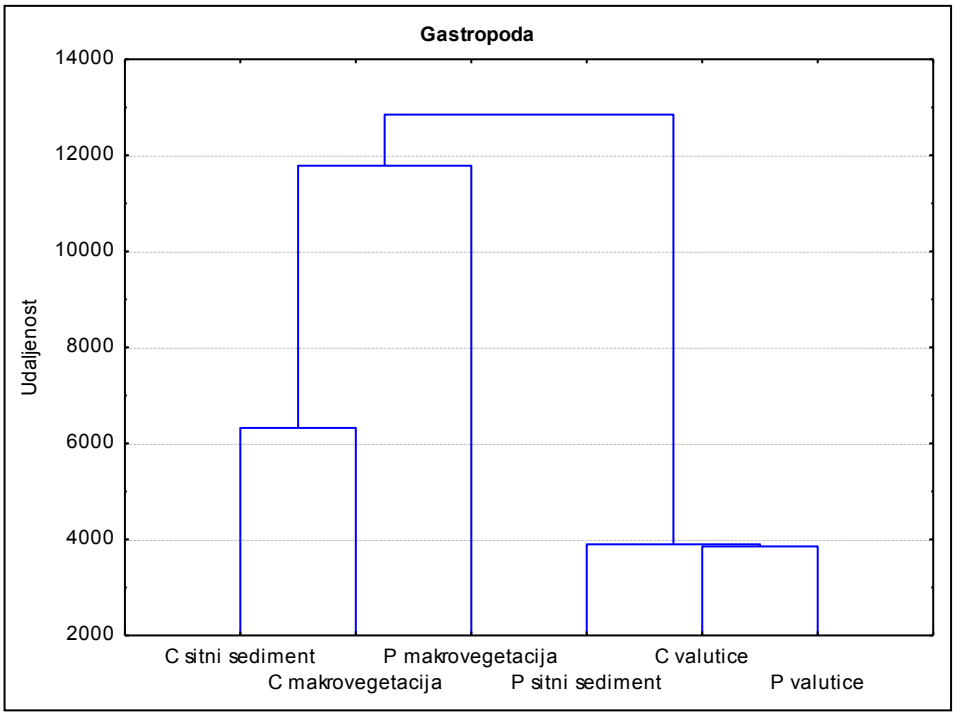
Tablica 3. Prikaz broja vrsta (S), srednje vrijednosti broja jedinki (N), Shannonovog indeksa raznolikosti (H`) i Simpsonovog indeksa raznolikosti (1-λ') na različitim mikrostaništima postaja Preočki most i Crveni most

Postaja - mikrostanište	S	N	H'(loge)	1-λ'
Preočki most - valutice	2	949	0,247	0,126
Preočki most - makrovegetacija	2	5661	0,483	0,305
Preočki most - sitni sediment	3	600	0,174	0,090
Crveni most - valutice	2	2356	0,325	0,180
Crveni most - makrovegetacija	2	5585	0,233	0,116
Crveni most - sitni sediment	2	3429	0,196	0,093

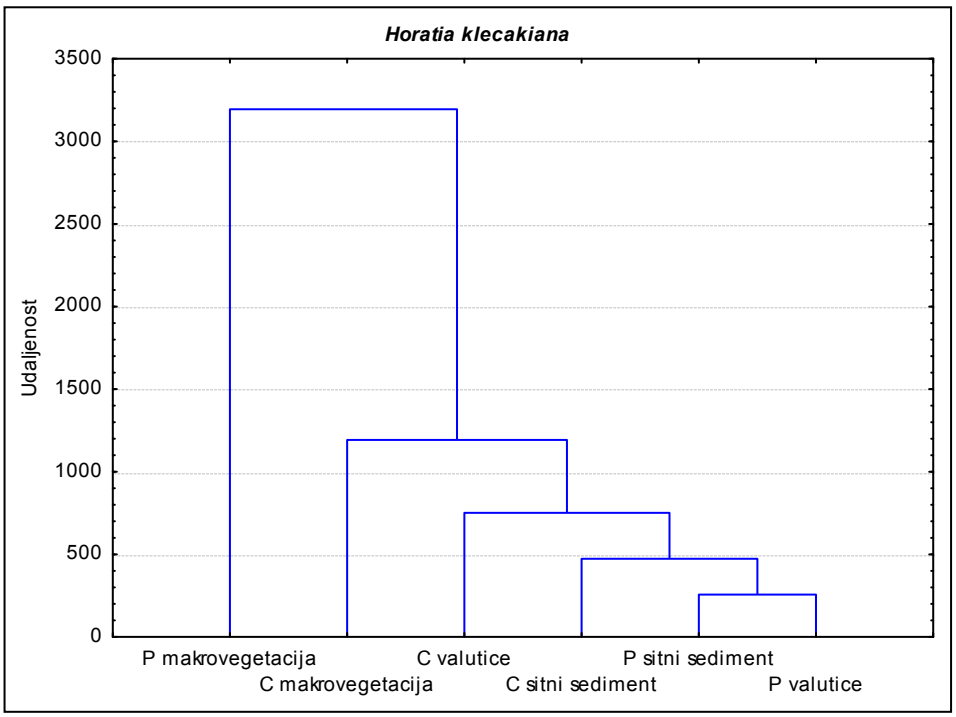
Provedena klaster analiza sličnosti prema tipu mikrostaništa pokazala je da najveću sličnost imaju mikrostaništa sa valuticama na obje istraživane postaje. Najmanja sličnost utvrđena je između mikrostaništa karakteriziranih sitnim sedimentom na obje postaje (Slika 22).

Analiza napravljena za vrstu *Horatia klecakiana* pokazala je najveću sličnost između mikrostaništa sitni sediment i valutice na postaji Preočki most, dok se mikrostanište makrovegetacija na istoj postaji najviše razlikuje od svih ostalih istraživanih mikrostaništa (Slika 23).

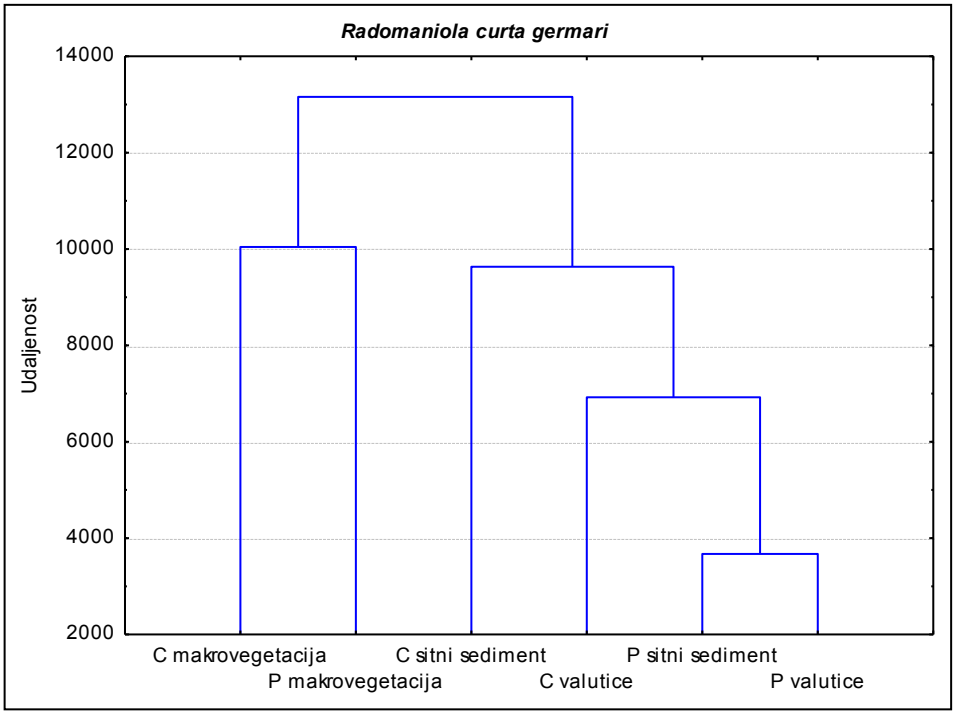
Za podvrstu *Radomaniola curta germari,* kao i za prethodnu vrstu, najveća sličnost je utvrđena između sitnog sedimenta i valutica na postaji Preočki most, dok se mikrostanište makrovegetacija obaju istraživanih postaja najviše razlikuje od ostalih istraživanih mikrostaništa (Slika 24).



Slika 22. Dendrogram sličnosti zajednica puževa na na različitim mikrostaništima postaja Preočki most (P) i Crveni most (C)



Slika 23. Dendrogram sličnosti za vrstu *Horatia klecakiana* na različitim mikrostaništima postaja Preočki most (P) i Crveni most (C) na osnovu brojnosti jedinki



Slika 24. Dendrogram sličnosti za podvrstu *Radomaniola curta germari* na različitim mikrostaništima postaja Preočki most (P) i Crveni most (C) na osnovu brojnosti jedinki

5. RASPRAVA

Značajnija faunistička istraživanja beskralježnjaka u rijeci Cetini i njenoj pritoci Rudi počela su 2004. godine, a bave se uglavnom raznolikošću, ekologijom, taksonomijom i rasprostranjenošću različitih skupina kukaca, npr. Diptera (Ivković i Horvat 2007; Ivković i sur. 2007), Neuroptera (Rausch i Weißmair 2007), Trichoptera (Graf i sur. 2008; Vučković 2008; Waringer i sur. 2009; Vučković 2011), Plecoptera (Popijač 2007; Popijač i Sivec 2009) te skupine Gastropoda (Božak 2010; Bošković 2014).

Cilj ovog rada bio je utvrditi raznolikost i strukturu zajednice puževa izvorišnog dijela Cetine te utvrditi zastupljenost puževa u odnosu na ostale skupine makrobeskralješnjka.

Analizirajući sastav zajednice makrobeskralješnjaka mogu zaključiti da su na postaji Preočki most najbrojnije skupine Amphipoda, Gastropoda, Ephemeroptera, Chironomidae, Plecoptera i Coleoptera – ličinke. Ovih šest skupina čini 94,52 % od ukupnog udjela beskralježnjaka na postaji Preočki most. Preostalih 5,48 % otpada na 14 skupina manje brojnih beskralješnjaka. Na postaji Crveni most najbrojnije skupine su Amphipoda, Gastropoda, Ephemeroptera, Chironomidae, Copepoda i Plecoptera. Ovih šest skupina čine 94,37 % od ukupnog udjela beskralježnjaka na postaji Crveni most. Preostalih 5,.63 % otpada na 16 skupina manje brojnih beskralješnjaka.

Na postaji Preočki most na sva tri mikrostaništa ukupno je zabilježeno 21 različitih skupina beskralješnjaka, a na postaji Crveni most 23 skupine. Na postaji Preočki most na sva tri mikrostaništa ukupno je zabilježeno 277 080 jedinki/m^2 dok je na postaji Crveni most zabilježeno 269 810 jedinki/m^2. Sastav skupina beskralježnjaka na postajama je sličan no postoje neke razlike. Na postaji Crveni most zabilježene su skupine Araneae i Hirudinea koje na postaji Preočki most nisu zabilježene. Sve ostale skupine (Amphipoda, Bivalvia, Ceratopogonidae, Chironomidae, Coleoptera – ličinke, Coleoptera – odrasli, Collembola, Copepoda, Diptera, Ephemeroptera, Gastropoda, Hydrachnidia, Isopoda, Megaloptera, Nematoda, Oligochaeta, Ostracoda, Plecoptera, Simuliidae, Trichoptera i Turbellaria) zabilježene su na obje postaje.

Za usporedbu, na postaji Izvor Cetine tijekom istraživanog razdoblja prema Božak (2010) dominirala je skupina Amphipoda, zatim skupine Gastropoda te Oligochaeta. Ostale skupine s postotnim udjelom većim od jedan posto bile su Chironomidae, Bivalvia, Ostracoda i Copepoda. Na cijeloj ovoj postaji autorica je ukupno zabilježila 19 svojti makroskopskih beskralježnjaka.

Tijekom ovog istraživanja ukupno sam utvrdila dvije vrste i jednu podvrstu puževa. Puževi prednjoškržnjaci zastupljeni su s vrstom *Horatia klecakiana* i podvrstom *Radomaniola curta germari,* dok skupini plućnjaka pripada samo vrsta *Ancylus fluviatils*

(Glöer 2002). Vrsta *Horatia klecakiana* pripada porodici Hydrobiidae, a karakterizira ju visina kućice od svega nekoliko milimetara. Podvrsta *Radomaniola curta germari* također pripada porodici Hydrobiidae. Predstavnici ove porodice prilagodili su se životu u podzemlju, izvorima i gornjim tokovima potoka ili rijeka koji su karakterizirani s visokim vrijednostima otopljenog kisika, malim promjenama temperature vode i relativno brzom strujom vode što je i značajka postaja koje su bile obuhvaćene ovim istraživanjem. Ovakvim uvjetima staništa vrsta *Ancylus fluviatilis* prilagođena je kapičastim oblikom kućice i širokim stopalom kojim je pričvršćena za kamenje i veće valutice, a pripada porodici Planorbidae. Za razliku od vrsta iz porodice Hydrobiidaee, ova vrsta nije usko vezana za izvore, ima široku ekološku valenciju i može se pronaći i u nizvodnijim dijelovima potoka, rijeka i jezera, u vodama s višom koncentracijom kisika (Glöer 2002; Moog 2002).

Malakološka istraživanja rijeke Cetine provela je Božak (2010). Autorica je na izvoru rijeke Cetine utvrdila sedam vrsta puževa, a vrste koje su zajedničke i za izvor Rude su *Iglica absoloni*, *Horatia klecakiana* i *Ancylus fluviatilis* (Bošković 2014). Zajednička vrsta u istraživanju izvorišnog dijela rijeke Cetine, koje sam provela, i istraživanju Božak (2010) su vrste *H. klecakiana* i *A. fluviatilis* te podvrsta *Radomaniola curta germari*.

Najveći broj vrsta tijekom istraživanja rijeke Cetine Božak (2010) je utvrdila na postaji Radmanove mlinice gdje je ukupno zabilježila 13 vrsta puževa. Istraživanjima provedenim u izvorišnom području rijeke Rude Bošković (2014) je ukupno zabilježila šest vrsta puževa. Najveći broj vrsta pripada skupini puževa prednjoškržnjaka (*Theodoxus danubialis, Holandriana holandrii, Graziana lacheineri*, *Horatia klecakiana* i *Iglica absoloni*), dok je skupina plućnjaka zastupljena samo sa vrstom *Ancylus fluviatilis* (Glöer 2002).

Vrsta *Horatia klecakiana* endemska je vrsta rasprostranjena upravo na području dinaridskog krša (Radoman 1983). Vrsta *Radomaniola curta* je raširena na području jugoistočne Europe, a podvrsta *Radomaniola curta germari* rasprostranjena je u Hrvatskoj (Radoman 1985). Vrsta *Ancylus fluviatilis* široko je rasprostranjena u Europi (Kerney 1999).

Na postaji Preočki most, 1,5 km nizvodno od izvora Glavaš zabilježila sam dvije vrste i jednu podvrstu puževa dok sam na postaji Crveni most smještenoj kilometar nizvodnije pronašla jednu vrstu i jednu podvrstu puževa. Na svakoj postaji uzorci makrozoobentosa skupljani su sa tri različite vrste podloge (valutice, makrovegetacija i sitni sediment). Poznato je da je podloga ili substrat od velike važnosti za puževe koji na tom staništu nalaze hranu (organski detritus), zaklon od grabežljivaca, polažu jaja, pričvršćuju se za podlogu ili pužu po njoj. U sastavu podloge prisutne su anorganske i organske komponente, a zbog brojnih ekoloških čimbenika koji djeluju na pojedinom tipu podloge, s pravom možemo govoriti o mikrostaništu (Giller i Malmquist 1998).

Na sva tri mikrostaništa postaje Preočki most zabilježila sam vrstu *Horatia klecakiana* i podvrstu *Radomaniola curta germari*, dok sam vrstu *Ancylus fluviatilis* zabilježila samo na sitnom sedimentu. Podvrsta *R. curta germari* ima najveću brojnost jedinki, slijedi vrsta *H. klecakiana,* dok je vrsta *A. fluviatilis* najmanje zastupljena. Vrstu *H. klecakiana* i podvrstu *R. curta germari* zabilježila sam i na svim mikrostaništima postaje Crveni most, dok vrsta *A. fluviatils* nije zabilježena na ovoj postaji. Na obje istraživane postaje vrsta *H. klecakiana* i podvrsta *R. curta germari* najveću brojnost jedinki imale su na makrovegetaciji, drugo mikrostanište po brojnosti su valutice, a mikrostanište s najmanjim brojem jedinki je sitni sediment. Razlog za tako veliku brojnost upravo na makrovegetaciji, u kojoj prevladavaju mahovine, je u tome što mahovine usporavaju brzu struju vode i zaustavljaju detritus koji zajedno s algama predstavlja značajan izvor hrane puževima. Osim toga, usporavanjem struje vode te nakupljanjem detritusa unutar mahovina nastaju mikrostaništa u kojima puževi nalaze skloništa kako bi se zaštitili i sakrili od potencijalnih predatora (Špoljar i sur. 2012).

Analizu uzrasne strukture provela sam za vrstu *Horatia klecakiana* i podvrstu *Radomaniola curta germari* jer su pronađene tijekom više mjeseci istraživanja na obje postaje. Analiza je pokazala da kod vrste *H. klecakiana* na sva tri mikrostaništa u travnju i lipnju 2005. dominiraju juvenilne jedinke na temelju čega mogu zaključiti da je u do procesa mriještenja došlo u rano proljeće. Za podvrstu *R. curta germari* moglo bi se zaključiti da je do mriještenja došlo dva puta godišnje, krajem ljeta i početkom zime, jer je najveći udio juvenilnih jedinku na sva tri mikrostaništa zabilježen u listopadu 2004. i veljači 2005. godine.

Provedena analiza funkcionalnih hranidbenih skupina puževa na rijeci Cetini pokazala je da su na obje istraživane postaje (Preočki most i Crveni most) na sva tri mikrostaništa postaja podjednako zastupljeni puževi strugači i detritivori. Razlog tome je velika brojnost vrste *Horatia klecakiana* i podvrste *Radomaniola curta germari* koje su podjednako strugači i detritivori, dok je vrsta *Ancylus fluviatili* isključivo strugač (Moog, 2002). Upravo zbog male brojnosti vrsta *A. fluviatilis* nije značajnije utjecala na funkcionalno hranidbenu strukturu.

Za usporedbu, analiza funkcionalnih hranidbenih skupina puževa provedena na rijeci Rudi (Bošković 2014) pokazala je da su na obje istraživane postaje najveći udio imali strugači, a slijede ih detritivori te usitnjivači u manjem broju. Na Izvoru Cetine prema Božak (2010) također je bilo najviše strugača i detritivora.

Najviše vrijednosti Shannonovog i Simpsonovog indeksa raznolikosti zabilježene su na makrovegetaciji postaje Preočki most, dok su najniže vrijednosti ovog indeksa utvrđene na sitnom sedimentu iste postaje. Provedena klaster analiza je pokazala da najveću sličnost imaju mikrostaništa sa valuticama, dok je najmanja sličnost utvrđena između

mikrostaništa karakteriziranih sitnim sedimentom na Preočkom i Crvenom mostu. Klaster analiza koja je napravljena zasebno za svaku vrstu pokazala je da je za vrstu *Horatia klecakiana* najveća sličnost utvrđena između mikrostaništa sitni sediment i valutice na postaji Preočki most, dok se mikrostanište makrovegetacija na istoj postaji najviše razlikuje od svih ostalih istraživanih mikrostaništa. Kao i za prethodnu vrstu i za podvrstu *Radomaniola curta germari* najveća sličnost je utvrđena između sitnog sedimenta i valutica na postaji Preočki most, dok se mikrostanište makrovegetacija obaju istraživanih postaja najviše razlikuje od ostalih istraživanih mikrostaništa.

Svi mjereni fizikalno-kemijski čimbenici nisu se značajnije razlikovali kako između postaja tako i na istoj postaji tijekom godine dana, što je bilo i očekivano budući da se radi o izvorišnom dijelu rijeke Cetine kojeg karakteriziraju stabilni abiotički uvjeti (Glazier 1998).

Kao što je već ranije navedeno, cijeli tok rijeke Cetine, osim izvorišnog, izložen je brojnim hidrotehničkim zahvatima. Među njima posebno se ističe izgradnja pet brana i stvaranje akumulacije Peruča, pri čemu je rijeka iz gornjeg toka odmah prešla u ujezereni dio, značajke kojeg bi više odgovarale donjim tokovima rijeke. Mogu pretpostaviti da izgradnja akumulacije Peruča nije značajnije utjecala na populacije puževa koji žive u uzvodnim dijelovima toka, a zbog slabe naseljenosti područja ne može se govoriti niti o negativnom utjecaju pretjerane urbanizacije ili poljoprivrede. No, potencijalnu prijetnju izvorskom području rijeke svakako predstavljaju klimatske promjene, kojima se u današnje vrijeme poklanja sve više pažnje, a koje uključuju velike suše i presušivanje izvora (Cuttelod i sur. 2011). Isto tako, potencijalnu opasnost predstavlja i moguća izgradnja punionice vode na izvoru Glavaš, odnosno izgradnja cjevovoda koja bi od samog izvora vodu odvodila prema postrojenjima punionice, a što je već napravljeno na jednom od izvora Cetine, Vukovića vrilu (http://www.cetina.hr/).

6. ZAKLJUČAK

1. Analizirajući sastav zajednice makrobeskralješnjaka na postaji Preočki most može se zaključiti da su puževi dominantna skupina, a udio puževa u ukupnom uzorku iznosi 21,68 %. Uz skupinu Gastropoda dominantne skupine su i Amphipoda, Ephemeroptera, Chironomidae, Plecoptera i Coleoptera – ličinke. Na postaji Crveni most, smještenoj nizvodnije puževi su također dominantna skupina, a udio puževa u ukupnom uzorku raste i iznosi 28,81 %. Uz skupinu Gastropoda dominantne skupine su i Amphipoda, Ephemeroptera, Chironomidae, Copepoda i Plecoptera. Na obje postaje skupina Gastropoda najveću brojnost ima na makrovegetaciji dok je najmanja brojnost zabilježena na sitnom sedimentu.

2. Tijekom ovog istraživanja ukupno sam zabilježila dvije vrste i jednu podvrstu puževa. Na postaji Preočki most zabilježene vrste su *Horatia klecakiana* i *Ancylus fluviatils* te podvrsta *Radomaniola curta germari.* Na postaji Crveni most zabilježena je vrsta *H. klecakiana* te podvrsta *R. curta germari.*

3. Na postaji Preočki most podvrsta *Radomaniola curta germari* ima najveću brojnost jedinki, a najveća je gustoća populacija zabilježena u lipnju 2005. na makrovegetaciji (6616 jedinki/m^2). Vrsta *Horatia klecakiana* druga je po broju jedinki, a najveća gustoća zabilježena je u travnju 2005. također na makrovegetaciji (2240 jedinki/m^2). Vrsta *Ancylus fluviatilis* imala je najmanju gustoću populacija, a prisutna je samo na sitnom sedimentu.

   Na postaji Crveni most podvrsta *Radomaniola curta germari* ima najveću brojnost jedinki, a najveća je gustoća populacija zabilježena u veljači 2005. na makrovegetaciji (9112 jedinki/m^2). Najveća gustoća populacija vrste *H. klecakiana* zabilježena je u listopadu 2004. također na makrovegetaciji (896 jedinki/m^2).

4. Na postaji Preočki most podvrsta *Radomaniola curta germari* zabilježena je na svim mikrostaništima tijekom svih mjeseci istraživanja. Vrsta *Horatia klecakiana* prisutna je na većini mikrostaništa tijekom svih mjeseci istraživanja. Vrsta *Ancylus fluviatilis* zabilježena je samo na sitnom sedimentu u listopadu 2004., veljači 2005. i kolovozu 2005.

   Na postaji Crveni most podvrsta *R. curta germari* zabilježena je na svim mikrostaništima tijekom svih mjeseci istraživanja, dok je vrsta *H. klecakiana* zabilježena na svim mikrostaništima tijekom svih mjeseci istraživanja osim na makrovegetaciji u prosincu 2004.

5. Za puževe *Horatia klecakiana* i *Radomaniola curta germari* napravljena je analiza uzrasne strukture na svim mikrostaništima obaju postaja. Analiza je pokazala da kod vrste *H. klecakiana* na sva tri mikrostaništa u travnju 2005. i lipnju 2005. dominiraju juvenilne jedinke na temelju čega mogu zaključiti da je do procesa mriještenja došlo početkom proljeća. Za podvrstu *R. curta germari* moglo bi se zaključiti da je do mriještenja također došlo dva puta godišnje, krajem ljeta i početkom zime jer je najveći udio juvenilnih jedinku na sva tri mikrostaništa zabilježen u listopadu 2004. i veljači 2005. godine.

6. Provedena analiza funkcionalnih hranidbenih skupina puževa na rijeci Cetini pokazala je da su na obje istraživane postaje (Preočki most i Crveni most) na sva tri mikrostaništa podjednako zastupljeni strugači i detritivori.

7. Najviše vrijednosti Shannonovog i Simpsonovog indeksa raznolikosti zabilježene su na makrovegetaciji postaje Preočki most, dok su najniže vrijednosti ovog indeksa utvrđene na sitnom sedimentu iste postaje.

8. Klaster analiza sličnosti, koja je provedena prema tipu mikrostaništa, pokazala je najveću sličnost između mikrostaništa sa valuticama obaju postaja, dok je najmanja sličnost utvrđena između mikrostaništa karakteriziranih sitnim sedimentom.

7. LITERATURA

Bogan, A. E. (1998): Freshwater molluscan conservation in North America: problems and practices. J. Conch. Spec. Publ., 2: 223–230.

Bole, J. (1969): Ključi za določevanje živali – IV. Mehkužci (Mollusca). Društvo biologov Slovenije, Inštitut za biologijo Univerze v Ljubljani, Ljubljana, Slovenija.

Bouchet, P. (2007): Inventorying the molluscan fauna of the world: How far to go? U: Jordaens, K., van Houtte, N., van Goethem, J., Backeljau, T. (ur.) Abstracts of the World Congress of Malacology, Antwerp, Belgium.

Bošković, M. (2014): Raznolikost i struktura zajednice puževa (Mollusca, Gastropoda) rijeke Rude. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.

Božak, K. (2010): Ekološka uvjetovanost strukture zajednica puževa (Mollusca, Gastropoda) u rijeci Cetini. Magistarski rad. Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.

CRA/PPA (2000): Riječni sliv i pripadajuće obalno područje rijeke Cetine. Ekološki i socio-ekonomski profil. Program Ujedinjenih naroda za okoliš. Mediteranski akcijski plan.

Erman, N. A. (2002): Lessons from a Long-term Study of Springs and Spring Invertebrates (Sierra Nevada, California, U.S.A.) and Implications for Conservation and Management. U: D. W. Sada i S. E. Sharpe (ur.) Conference Proceedings. Spring-fed Wetlands: Important Scientific and Cultural Resources of the Intermountain Region. NV. DHS Publication No. 41210, Las Vegas.

Fahrig, L. (2003): Effects of habitat fragmentation on biodiversity. Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst., 34: 487-515.

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

Giller, P. S., Malmquist, B. (1998): The Biology of Stream and Rivers. Oxford University Press, Oxford.

Glazier, D. S. (1998): Springs as model systems for ecology and evolutionary biology: A case study of *Gammarus minus* Say (Amphipoda) in Mid-Appalachian springs differing in

pH and ionic content, str. 49-62. U: Botosaneanu, L. (ur.) Studies in Crenobiology. The biology of springs and springbooks. Backhuys Publishers, Leiden.

Glazier, D. S., Gooch, J. L. (1987): Macroinvertebrate assemblages in Pennsylvanian (U. S. A.) springs. Hydrobiologia, 150: 33-43.

Glöer, P. (2002): Die Suβwassergastropoden Nord- und Mitteleuropas, Bestimmungsschlussel, Lebensweise, Verbreitung. Die Tierwelt Deutschlands, 73 Teil, Conchbooks, Hackenheim.

Graf, W., Kučinić, M., Previšić, A., Vučković, I., Waringer, J. (2008): The Larva and distribution of *Tinodes braueri* McLachan, 1878 (Trichoptera: Psychomyiidae). Aquat. Insect, 30: 295–299.

Habdija, I., Primc Habdija, B., Radanović, I., Špoljar, M., Matoničkin Kepčija, R., Vujčić Karlo, S., Miliša, M., Ostojić, A., Sertić Perić, M. (2011): Protista - Protozoa. Metazoa – Invertebrata. Strukture i funkcije. Alfa, Zagreb.

Hanh, H. J. (2000): Studies on Classifying of Undistured springs in Southwestern Germany by Macrobentic Communities. Limnologica, 30: 247-259.

Herak, M. (1990): Geologija. Postanak, tektonika i dinamika Zemlje. Razvojni put Zemlje i Života. Geološka građa kontinenata i oceana. Školska knjiga, Zagreb, 1-433.

Ivković, M., Horvat, B. (2007): Aquatic dance flies (Diptera, Empididdae: Clinocerinae, (Hemerodromiinae) of the Cetina River. Nat. Croat., 16: 171–179.

Ivković, M., Kepčija Matoničkin, R., Mihaljević, Z., Horvat, B. (2007): Assemblage composition and ecological features of aquatic dance flies (Diptera, Empididae) in the Cetina River system, Croatia. Fundam. Appl. Limnol., 170: 223–232.

Kerney, M. P. (1999): Atlas of the land and freshwater molluscs of Britain and Ireland. Harley Books, Great Horkesley, Essex.

Kerovec, M., Kučinić, M. i sur. (2007): Bioindikatorska i ekološka obilježja te rasprostranjenost i gustoća populacija faune tulara (Trichoptera, Insecta) duž toka rijeke Cetine. Prirodoslovno-matematički fakultet. Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.

Killeen, I., Aldridge, D., Oliver, G. (2004): Freshwater Bivalves of Britain and Ireland. FSC, AIDGAP OccasionalPublication 82.

Krebs, C. J. (1999): Ecological Metodology. Addison Wesley. Longman, inc., Menlo Park

Lovrenković, D. (2009): Stećci. Rabic. Sarajevo.

Lydeard, C., Cowie, R. H., Bogan, A. E., Bouchet, P., Cummings, K. S., Frest, T. J., Herbert, D. G., Hershler, R., Gargominy, O., Perez, K., Ponder, W. F., Roth, B., Seddon, M., Strong, E. E., Thompson, F. G. (2004): The global decline of non-marine mollusks. BioScience, 54: 321–330.

Malard, F., Turquin, M.-J., Magniez, G. (1997): Filter effect of karstic spring ecotones on the population structure of the hypogean amphipod Niphargus virei, str. 40-50. U: J. Gilbert, J. Mathieu, F. Fournier (ur.): Groundwater/Surface Water Ecotones: Biological and Hydrological Interactions and Management Options. Cambridge University Press, Cambridge.

McAllister, D. E., Craig, J. F., Davidson, N., Delany, S., Seddon, M. (2000): Biodiversity impacts of large dams. A contributing paper to the World Commission on Dams, http://www.damsreport.org/docs/kbase/con-trib/env245.pdf.

Moog, O. (2002): Fauna Aquatica Austriaca, 2nd Edition Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium fur Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Vienna.

Pfleger, V., Chatfield J. (1988): A guide to snails of Britain and Europe. Blitz Editions, Leicester.

Pfleger, V. (1999): A Field Guide in Colour to Molluscs. Blitz Editions, Leicester.

Popijač, A., Sivec, I. (2009): Diversity and distribution of stoneflies in the area of Plitvice Lakes National Park and along the Mediterranean river Cetina (Croatia). Aquat. Insects, 31 (Suppl. 1): 731-742.

Popijač, A. (2007): Raznolikost i ekologija obalčara (Insecta: Plecoptera) na području Nacionalnog parka Plitvička jezera i rijeke Cetine. Doktorska disertacija. Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.

Radoman, P. (1985): Hydrobioidea, a superfamily of Prosobranchia (Gastropda), II. Origin, zoogeography, evolution in the Balkans and Asia Minor. Monographs Institute of Zoology 1, Beograd.

Radoman, P. (1983): Hydrobioidea a superfamiliy of Prosobranchia (Gastropoda), I. Systematics. Serbian academy of sciences and arts, Beograd.

Rausch, H., Weißmair, W. (2007): *Sisyra baureschi* nov. sp. und *S. corona* nov. sp. – zwei neue Schwammhafte und Beiträge zur faunistik der Sisyridae (Insecta, Neuroptera) Südosteuropas. Linzer biologische Beiträge, 39/2.

Richter, B. D., Braun, D. P., Mendelson, M. A., Master, L. L. (1997): Threats to imperiled freshwater fauna. Conserv. Biol., 11: 1081–1093.

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.

StatSoft, Inc. 2007. STATISTICA, Version 8. Tulsa, OK.

Smith, H., Wood, P. J., Gunn, J. (2001): The macroinvertebrate communities of limestone springs in the Wye Valley, Derbyshire Peak District, UK. Cave and Karst Science 28 (2): 67-78.

Strong, E. E., Gargominy, O., Ponder, W. F., Bouchet, P. (2008): Global diversity of gastropods (Gastropoda; Mollusca) in freshwater. Hydrobiologia, 595: 149–166.

Špoljar, M., Dražina, T., Ostojić, A., Miliša, M., Gligora Udovič, M., Štafa, D. (2012): Bryophyte communities and seston in a karst stream (Jankovac Stream, Papuk Nature Park, Croatia). Ann. Limnol. 48: 125–138.

Štambuk-Giljanović, N. (2002): Vode Cetine i njezina porječja. Zavod za javno zdravstvo županije Splitsko - dalmatinske, Split, 13 -102.

Thomas, J. D., (1997): Anthropogenic influences on molluscan biodiversity. In Proceedings of ‘‘Workshop on Medical Malacology in Africa’’, Harare, Zimbabwe, September 22–26, 1997: 9–28.

Vučković, I. (2011): Faunističke, taksonomske i ekološke značajke tulara (Insecta: Trichoptera) sliva rijeke Cetine: Doktorska disertacija. Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.

Vučković, I., Božak, I., Ivković, M., Jelenčić, M., Kerovec, M., Popijač, A., Previšić, A., Širac,S., Zrinski I., Kučinić, M. (2009): Composition and structure of benthic macroinvertebrate communities in the Mediterranean karst river the Cetina and its tributary the Ruda, Croatia. Nat. Croat., 18: 49–82.

Vučković, I. (2008): Utjecaj ekoloških čimbenika na zajednice ličinki tulara (Insecta: Trichoptera) rijeke Cetine. Magistarski rad. Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.

Waringer, J., Graf, W., Kučinić, M., Previšić, A., Vučković, I. (2009): The larva and life cycle of *Annitella apfelbecki* Klapalek, 1899, including a re-description of *Melampophylax nepos* McLachlan, 1880 (Trichoptera: Limnephilidae). Aquat. Insect, 31: 71–80.

Williams, D. D., Williams, N. E. (1998): Invertebrate communities form freshwater springs: What can they contribute to pure and applied ecology. str. 251-261. U: L. Botosaneanu

(ur.) Studies in Crenobiology. The biology of springs and springbooks. Backhuys Publishers, Leiden.

Webb, D. W., Wetzel, M. J. Reed, P. C. Phillippe, L. R. Young, T. C. (1998): The macroinvertebrate biodiversity, water quality, and hydrogeology of ten karst springs in the Salem Plateau Section of Illinois, U.S.A., str. 39-49. U: Botosaneanu, L. (ur.) Studies in Crenobiology. The biology of springs and springbooks. Backhuys Publishers, Leiden.

Zrinski, I. (2006): Sastav i sezonska dinamika zajednice Makrozoobentosa izvorišnog dijela rijeke Cetine. Diplomski rad. Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.

Zollhöfer, J. M., Brunke, M. i Gonser, T. (2000): A typology of springs in Switzerland by integrating habitat variables and fauna. Arch. Hydrobiol. Suppl. Monogr. Stud., 121 (3-4): 349-376.

Žganec, K., Gottstein, S. (2009): The river before damming: distribution and ecological notes on the endemic species *Echinogammarus cari* (Amphipoda: Gammaridae) in the Dobra River and its tributaries, Croatia. Aquat. Ecol., 43: 105-115.

Internetski izvori:

http://www.cetina.hr/, pristupljeno, 25. veljače 2015.

8. ŽIVOTOPIS

EUROPEAN CURRICULUM VITAE FORMAT

OSOBNE INFORMACIJE

Ime	Anamarija Baraka
Adresa	VIII. Podbrežje br. 6, Baraka, Novi Zagreb
Telefone	099/828-6414
Fax	/
E-mail	anamarija0705@hotmail.com
Državljanstvo	Hrvatsko
Datum i mjesto rođenja	07/05/1991, grad Šibenik, Republika Hrvatska

RADNO ISKUSTVO

• Datum (od - do)	06/2008 - 10/2008 07/2009 - 10/2009 07/2010 - 10/2010 07/2011 - 10/2011 07/2012 - 10/2012
• Naziv i sjedište tvrtke zaposlenja	Autokamp Jasenovo, Uvala Jasenovo, Žaborić - Šibenik
• Zanimanje	Recepcionerka
• Glavne aktivnosti i odgovornosti	Izrada i naplaćivanje računa za usluge kampiranja, informiranje gostiju o pogodnostima i sadržaju kampa, informiranje gostiju o zanimljivostima regije, podjela promotivnog turističkog materijala
• Datum (od - do)	06/2006 - 9/2006 06/2007 - 9/2007
• Naziv i sjedište tvrtke zaposlenja	Turistička zajednica Brodarica - Krapanj, Brodarica
• Zanimanje	Službenica
• Glavne aktivnosti i odgovornosti	Izrada i naplaćivanje računa za usluge turist - biroa, izrada i izdavanje ribolovnih dozvola, potraživanje slobodnog smještaja za turiste, informiranje turista o zanimljivostima regije, podjela promotivnog turističkog materijala

ŠKOLOVANJE I IZOBRAZBA

• Datum (od - do)	2009. - danas
• Naziv i vrsta obrazovne ustanove	Prirodoslovno - matematički fakultet Sveučilište u Zagrebu; Biološki odsjek; Cjeloviti preddiplomski i diplomski studij biologije i kemije

• Naslov postignut obrazovanjem	Magistra edukacije biologije i kemije
• Datum (od - do)	2005. - 2009.
• Naziv i vrsta obrazovne ustanove	Gimnazija Antuna Vrančića (smjer opći), Šibenik
• Naslov postignut obrazovanjem	Srednjoškolska diploma
• Datum (od - do)	1999. - 2005.
• Naziv i vrsta obrazovne ustanove	Osnovna škola Brodarica, Brodarica
• Datum (od - do)	1997. - 1999.
• Naziv i vrsta obrazovne ustanove	Osnovna škola Jurja Šižgorića, Šibenik

OSOBNE VJEŠTINE I SPOSOBNOSTI

MATERINSKI JEZIK	Hrvatski
DRUGI JEZICI	Engleski, talijanski, njemački
TEHNIČKE VJEŠTINE I SPOSOBNOSTI	Poznavanje rada u grafičkim i Computer Aided Design (CAD) programima te MS Office programima (word, excel, access, powerpoint, outlook) Izrada zbirke i herbara
VOZAČKA DOZVOLA	B kategorija