

# Makroskopski beskralješnjaci fitala izvorišnog dijela rijeke Rude

---

**Petrić, Tihana**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2009**

*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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:725603>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-29**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

---

Sveučilište u Zagrebu

Diplomski rad

Prirodoslovno-matematički fakultet

Biološki odsjek

### **MAKROSKOPSKI BESKRALJEŠNJACI FITALA IZVORIŠNOG DIJELA RIJEKE RUDE**

Tihana Petrić

Biološki odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta

Sveučilišta u Zagrebu,

Rooseveltov trg 6, Zagreb

Ključne riječi: makroskopski beskralješnjaci, fital, izvor, Ruda

Na postajama Izvor Rude i Ruda 2, na izvorišnom dijelu rijeke Rude, mjereni su fizikalno-kemijski parametri vode (temperatura, koncentracija otopljenog kisika, zasićenje vode kisikom, pH, provodljivost, alkalinitet) i prikupljeni uzorci makroskopskih beskralješnjaka. Razdoblje istraživanja trajalo je od kolovoza 2004. do kolovoza 2005. godine. Ukupno je utvrđeno 20 skupina makroskopskih beskralješnjaka koji su određivani najdalje do razine porodice. Međusobno su uspoređivane istraživane postaje i mikrostanište fitala unutar postaja. Najbrojnije skupine makroskopskih beskralješnjaka, na obje postaje, bile su Chironomidae i Amphipoda. Mikrostanište fitala, postaje Izvor Rude, bogatije je brojem skupina, ali na oba mikrostaništa brojnošću dominiraju skupine Chironomidae i Amphipoda. Brojnost jedinki veća je u ljetnim, a manja u zimskim mjesecima.

(44 stranice, 17 slika, 8 tablica, jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u središnjoj biološkoj knjižnici.

Voditelj: Dr. sc. Zlatko Mihaljević, doc.

Pomoćni voditelj: Dr. sc. Aleksandar Popijač, viši asistent

Ocjenitelji: Dr. sc. Ines Radanović, doc.

Dr. sc. Tajana Preočanin, doc.

Dr. sc. Davor Kovačević, izvan. prof.

Zamjena: Dr. sc. Mladen Kerovec, red. prof.

Rad prihvaćen: 11. 03. 2009.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

University of Zagreb  
Faculty of Science  
Division of Biology

Graduation thesis

### **MACROINVERTEBRATES OF PHYTAL SPRING AREA OF THE RIVER RUDA**

Tihana Petrić

Division of Biology, Faculty of Science,  
University of Zagreb,  
Rooseveltova trg 6, Zagreb, Croatia

Key words: macroinvertebrates, phytal, spring, Ruda

On the two investigation stations in the spring area of the river Ruda physico-chemical water parameters (temperature, dissolved oxygen concentration, oxygen saturation, pH, conductivity, alkalinity) were measured and samples of macroinvertebrates were also collected. Research period was from the August of 2004 till the August of 2005. Twenty groups of macroinvertebrates were determined. The researched stations and their phytal microhabitats were mutually compared. The most abundant groups of macroinvertebrates on the both stations were Chironomidae and Amphipoda. The phytal microhabitat on the station Spring Ruda is richer by the macroinvertebrates groups, but on the both microhabitats Chironomidae and Amphipoda dominated. The number of individuals is higher in the summer months and lower during the winter.

(44 pages, 17 figures, 8 tables, original in Croatian)

Thesis is stored in the central biological library.

Supervisor: Zlatko Mihaljević, PhD, Assist. Prof.

Assistant supervisor: Aleksandar Popijač, PhD

Reviewers: Ines Radanović, PhD, Assist. Prof.

Tajana Preočanin, PhD, Assist. Prof.

Davor Kovačević, PhD, Professor

Mladen Kerovec, PhD, Professor

Thesis accepted: 11. 03. 2009.

## Sadržaj

<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
1.1. Kopnene vode .....	1
1.1.1. Opća obilježja kopnenih voda .....	1
1.1.2. Tekućice .....	1
1.1.2a. Rijeke .....	1
1.1.2b. Izvori .....	2
1.2. Makroskopski beskralješnjaci .....	3
1.3. Fital.....	3
1.4. Ciljevi istraživanja .....	4
<b>2. PRIRODNE ZNAČAJKE ISTRAŽIVANOG PODRUČJA</b> .....	<b>5</b>
2.1. Geografski položaj .....	5
2.2. Klima .....	5
2.3. Reljef .....	6
2.4. Hidrologija .....	6
2.5. Slivno područje rijeke Cetine .....	8
2.6. Hidroenergetska iskoristivost .....	8
2.7. Postaje uzimanja uzoraka .....	9
<b>3. MATERIJALI I METODE</b> .....	<b>11</b>
3.1. Mjerenje fizikalno – kemijskih parametara vode .....	11
3.2. Uzorkovanje makrozoobentosa .....	11
3.3. Obrada sakupljene makrofaune .....	11
<b>4. REZULTATI</b> .....	<b>13</b>
4.1. Fizikalno – kemijski parametri vode .....	13
4.1.1. Temperatura .....	13
4.1.2. Koncentracija otopljenog kisika .....	14
4.1.3. Zasićenje vode kisikom .....	16
4.1.4. pH .....	17
4.1.5. Provodljivost .....	19
4.1.6. Alkalinitet .....	20
4.2. Makrozoobentos .....	22
4.2.1. Sastav makrozoobentosa .....	22

4.2.1a. Izvor Rude .....	22
4.2. 1b. Ruda 2 .....	23
4.2.2. Cenološka usporedba postaja .....	23
4. 2.3. Sastav makrozoobentosa na mikrostaništu fitala (S3).....	23
4.2.3a. Izvor Rude .....	23
4.2.3b. Ruda 2 .....	24
4.2.4. Cenološka sličnost mikrostaništa fitala .....	24
<b>5. RASPRAVA .....</b>	<b>31</b>
5.1. Fizikalno – kemijski parametri vode .....	31
5.2. Makrozoobentos .....	31
<b>6. ZAKLJUČAK .....</b>	<b>34</b>
<b>7. PRILOZI.....</b>	<b>35</b>
<b>8. LITERATURA .....</b>	<b>42</b>

# 1. UVOD

## 1.1. KOPNENE VODE

Vode na Zemlji dijelimo na kopnene i morske. U kopnene vode spadaju rijeke, jezera, podzemne vode te vode u obliku snijega i leda. Slatka voda tvori vrlo maleni dio vodene mase na našem planetu, ukupno 2.815 %, pri čemu 1.8% otpada na led, 1% na podzemne vode, a svega 0.015% čine jezera i rijeke.

Kopnene vode se najčešće dijele u tri grupe:

- ❑ stajaćice: jezera, lokve, bare
- ❑ tekućice: izvori, potoci, rijeke
- ❑ podzemne vode

### 1.1.1. OPĆA OBILJEŽJA KOPNENIH VODA

- ❑ Kopnene vode su relativno mlade, nastale za vrijeme ili neposredno nakon glacijacije. Najstarije jezero na Zemlji je Bajkalsko jezero čija je starost 35 milijuna godina.
- ❑ Kopnene vode oštro su odvojene jedne od drugih. To se odnosi i na stajaćice i na tekućice. Na području Republike Hrvatske postoje dva sliva (jadranski i crnomorski) i oni su oštro odvojeni.
- ❑ Površine kopnenih voda su najčešće relativno male. Najveće jezero je Kaspijsko jezero, a u Hrvatskoj je to Vransko jezero kod Biograda.
- ❑ Kopnene vode su relativno plitke. U svjetskim razmjerima, među najdublje kopnene vode ubrajaju se Bajkalsko jezero i Tanganjika s maksimalnom dubinom od 1 640 i 1 400m. U Hrvatskoj je najdublje Vransko jezero na Cresu (73 m).
- ❑ U kopnenim vodama dominiraju karbonati. Meke vode imaju malu, a tvrde veliku količinu  $\text{CaCO}_3$ . Granica je oko 300 mg soli na litru vode i to je prosječna količina karbonata u kopnenim vodama.

### 1.1.2. TEKUĆICE

#### 1.1.2a. RIJEKE

Kod tekućica se razlikuju tri toka:

## 1. UVOD

---

1. Gornji tok karakterizira veći nagib tekućice i veća brzina strujanja vode (brza, turbulentna voda). Temperature vode gornjeg toka su od 3-15 °C, veća erozija, veliko kamenje na dnu, voda je prozračnija i koncentracija kisika je vrlo visoka.
2. U srednjem toku struja vode je spora, temperature ljeti prelaze 15 °C, na dnu se nalazi šljunak i valutice.
3. Donji tok karakterizira spora struja vode, temperatura ljeti prelazi 20 °C, velika je sedimentacija čestica pa se na dnu korita nalaze pijesak i mulj. Donji tok je produktivniji pa se troši više kisika te ga je manje nego u gornjem toku.

### 1.1.2b. IZVORI

Izvori su mjesta gdje podzemna voda izlazi na površinu, prolaskom kroz rasjede, pukotine stijena ili procjeđivanjem kroz podlogu, pri čemu nastaje površinski tok. U karbonatnim stijenama voda se kroz pukotine može ponovno vraćati u podzemlje. Izvor (krenon ili krenal) je širi pojam koji obuhvaća izvorišni dio-eukrenal, koji se puni vodom iz podzemlja te se dalje formira izvorišni tok–hipokrenal, nekoliko metara do nekoliko stotina metara nizvodno, na koji se nastavlja zona epiritrala (Smith i sur. 2003).

Izvori se mogu klasificirati na temelju različitih karakteristika: hidrogeologije, fizikalno-kemijskih parametara, brzine istjecanja i faunističkog sastava. Steinmann je još 1915. godine napravio klasifikaciju na temelju srednje brzine protoka i tako opisao tri osnovna tipa izvora:

- reokreni
- limnokreni
- helokreni (Zollhöfer i sur. 2000).

Reokreni izvori su izvori sa jakim prozračivanjem vode i stjenovitom podlogom. Oni izbijaju na površinu iz podzemlja pod pritiskom čime neposredno tvore potok. Najbolje su razvijeni na planinskom području ([http1](#)).

Limnokreni izvori su izvori iz kojih voda teče iz velike i duboke depresije gdje je vodonosnik viši od podloge tvoreći ujezerenje u dubini u koju neprestano ulazi izvorišna voda, a zatim dalje može teći u obliku potoka. Izvorišno područje limnokrenog tipa je najčešće s muljevito-pjeskovitim sedimentom. Dno bazena se može sastojati i od vrlo sitnih vapnenačkih čestica koje su prekrivene mikrofitskom ili makrofitskom vegetacijom, a iz njega prodire izvorišna voda, što uvjetuje i nezatno strujanje, koje se pojačava na mjestima gdje voda otječe u izvorišni potok ([http 1](#)).

## 1. UVOD

---

Helokreni izvori su izvori procjednog i zamočvarenog tipa gdje se voda može difuzno procjeđivati kroz tlo, šljunak ili propusnu stijenu tvoreći šire zamočvareno područje, bez jasnih granica gdje voda izvire (http 1).

### 1.2. MAKROSKOPSKI BESKRALJEŠNJACI

Najčešće vrste makroskopskih beskralješnjaka izvora uvjetovane su specifičnim kemijskim (Webb i sur. 1998) i fizikalnim svojstvima, uključujući pH (Glazier 1991 cit. iz Smith i sur. 2003), alkalinitet i prekrivenost makrofitskom vegetacijom (Glazier i Glooch 1987). Williams i Williams (1999) su utvrdili da sastav supstrata toka rijeke (veličina i heterogenost) i prisutnost vodene vegetacije imaju dominantnu ulogu na sastav zajednica.

Gustoća zajednica i raznolikost makroskopskih beskralješnjaka uglavnom je viša u stalnim izvorima, iako u nekim izvorima koji povremeno presušuju gustoća nekih skupina (npr. Ephemeroptera i Diptera) može biti veća zbog njihove sposobnosti da brzo koloniziraju vode nakon ponovnog uspostavljanja protoka (Glazier i Glooch 1987).

Glazier je izvjestio da u izvorima hladnih voda dominiraju ili zajednice vodenih kukaca (Odonata, Ephemeroptera, Plecoptera, vodeni Diptera, Trichoptera i vodeni Coleoptera) ili zajednice različitog sastava (Turbellaria, Annelida, Amphipoda, Isopoda, Gastropoda). Zajednice različitog sastava javljaju se u tvrdim vodama gdje je  $\text{pH} > 7.0$ , a alkalinitet iznad  $25 \text{ mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ . S druge strane, zajednice vodenih kukaca dominiraju i u kiselim i mekim vodama s  $\text{pH} < 7.0$ , a alkalinitetom ispod  $25 \text{ mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$  (Webb i sur. 1998).

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.

### 1.3. FITAL

Pojam fital potječe iz morske biologije, gdje označava zajednicu algi ili morskih cvjetnica u infralitoralnoj stepenici, do dubine do koje prolazi svjetlost potrebna za fotosintezu.

Fital se opisuje kao životni prostor, obalna zona (litoral) mora, gdje od makrofita dominiraju alge. To je jedan vrlo bogat životni prostor s visokom primarnom produkcijom i velikim bogatstvom vrsta. Tipični primjer su npr. šume morske trave (http 2).



## 1. UVOD

---

Kao širi pojam, koji obuhvaća i druge vodene ekosisteme, fital se definira kao dio bentala koji nastanjuju biljke. S tim pojmom se također opisuju i biljne zajednice (http 3).

Uz, najčešće spominjane alge, kao biljne zajednice u fitalu rijeka mogu doći i mahovine. Mahovine su staništa širokog opsega u slatkim vodama i mnoge od tih mahovina su bogato nastanjene makroskopskim beskralješnjacima kojima pružaju zaklon i stanište (Korsu 2004).

Riječne mahovine pružaju i kemijsku zaštitu staništa makroskopskim beskralješnjacima. Neke od njih posjeduju spojeve koji ih čine neukusnima za veće biljojede. Duffy and Hay (1994) i Hay (1996) iznose u svojim studijama da u sistemima s brojnim biljojedima, mali «grazeri» riskiraju da budu pojedeni ako žive na ukusno primamljivim biljkama; dok živeći na «zabranjenim» biljkama za te brojne biljojede, manji «grazeri» mogu izbjeći slučajnog predatora.

Jones (1950), Pritchard and Berte (1987), Suren and Winterbourn (1991) i Bowden (1999) u svojim istraživanjima potvrđuju da su vodene mahovine pronađene u crijevima nekoliko vodenih kukaca, čime dokazuju da nisu samo stanište već i hrana za mnogobrojne manje beskralješnjake (Parker i sur. 2007).

### 1. 4. CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Ciljevi ovog rada usmjereni su na istraživanje rijeke Rude, kao najvećeg i najznačajnijeg pritoka rijeke Cetine.

Osnovni ciljevi su:

- utvrditi vrijednosti osnovnih fizikalno-kemijskih parametara vode (temperatura, koncentracija otopljenog kisika, zasićenost vode kisikom, pH, provodljivost, alkalinitet)
- istražiti kvantitativni sastav i gustoću populacija makroskopskih beskralješnjaka na određenim postajama rijeke tijekom razdoblja istraživanja
- istražiti gustoću populacija i zastupljenost predstavnika pronađenih skupina makroskopskih beskralješnjaka na mikrostaništu fitala, na određenim postajama, tijekom određenog istraživnog razdoblja
- utvrditi razlike u strukturi makroskopskih beskralješnjaka mikrostaništa fitala krenala i hipokrenala u određenom razdoblju istraživanja

## 2. PRIRODNE ZNAČAJKE PODRUČJA ISTRAŽIVANJA

### 2.1. GEOGRAFSKI POLOŽAJ

Jedna od najvažnijih rijeka hrvatskoga dijela jadranskog sliva je Cetina. Cetina izvire na nadmorskoj visini od 385 m u sjeverozapadnim obroncima Dinare blizu sela Cetine, koje se nalazi 7 km sjeverno od Vrlike, a po kojem je rijeka i dobila ime. Blizu Vrlike se nalazi Peručko jezero, umjetno stvoreno branom na Cetini 25 km nizvodno. Nakon jezera rijeka prolazi krškim područjem i Sinjskim poljem prema gradu Sinju. Napuštajući Sinjsko polje Cetina teče prema istoku, kroz grad Trilj i ulazi u kanjon. Obale su bliže i više, a rijeka duboka i spora. Kreće prema zapadu oko planine Mosor prema Omišu gdje se ulijeva u Jadransko more.

Svojom ukupnom dužinom od oko 105 km, ona protječe kroz dvije županije: Splitsko-dalmatinsku i Šibensko-kninsku.

### 2.2 KLIMA

Na području kojim protječe rijeka Cetina razlikuju se dva glavna i različita tipa klime: mediteranski i kontinentalni.

Sliv Cetine ima poseban položaj u prostoru jer se nalazi u neposrednoj blizini Jadranskog mora od kojeg je odvojen planinskim lancima visine i do 1 500 m.n.v. i ta činjenica ima vrlo snažan utjecaj na klimu. U zapadnom, posebno onom izravnom dijelu sliva rijeke Cetine klima je djelomično maritimna s nekim obilježjima mediteranske: ljeta su topla i sušna, a zime blage i vlažne. Srednja godišnja temperatura tog zapadnog dijela iznosi 12,4 °C. Planinski lanci koji pripadaju dinarskom masivu i pružaju se u smjeru sjeverozapad-jugoistok znatno utječu na smanjenje izravnog djelovanja mediteranske klime. Tako se već u kršu u poljima kroz koja protječe Cetina osjeća utjecaj kontinentalne klime. U krškim poljima koja se nalaze istočnije, u neizravnom slivu, klima je pretežno kontinentalna i srednja godišnja temperatura tog područja iznosi 5,5 °C.

Prosječna godišnja količina padalina na slivu Cetine je 1 380 mm. Opće je svojstvo da je topli dio godine sušan. Najvlažnije godišnje razdoblje je od listopada do prosinca i tada padne 34% godišnjih oborina, dvostruko više nego u ljetnom periodu. U tom vlažnom periodu moguće su i poplave koje, ovisno o oborinskom režimu mogu potrajati i do svibnja.

## 2. PRIRODNE ZNAČAJKE PODRUČJA ISTRAŽIVANJA

---

### 2.3. RELJEF

Osnovne konture u reljefu sliva Cetine nastale su u tercijaru kada se formirao dinarski planinski sustav. Taj planinski sustav dijeli prostor sliva na dva osnovna visinska prostora: niži, kojim protječe rijeka Cetina (250.550 m.n.v.) i koji čini topografski- izravni dio sliva, te viši, istočno od rijeke, na kojem se nalazi 2/3 sliva (800-1 200 m.n.v.), a koji predstavlja pretežno podzemni – neizravni dio sliva. Ova dva sliva presijeca i dijeli Dinara planinskim vrhovima: Dinarom (1 830 m.n.v.), Slimenom (1 830 m.n.v.), Troglavom (1 913 m.n.v.) i Kamešnicom (1 580 m.n.v.)

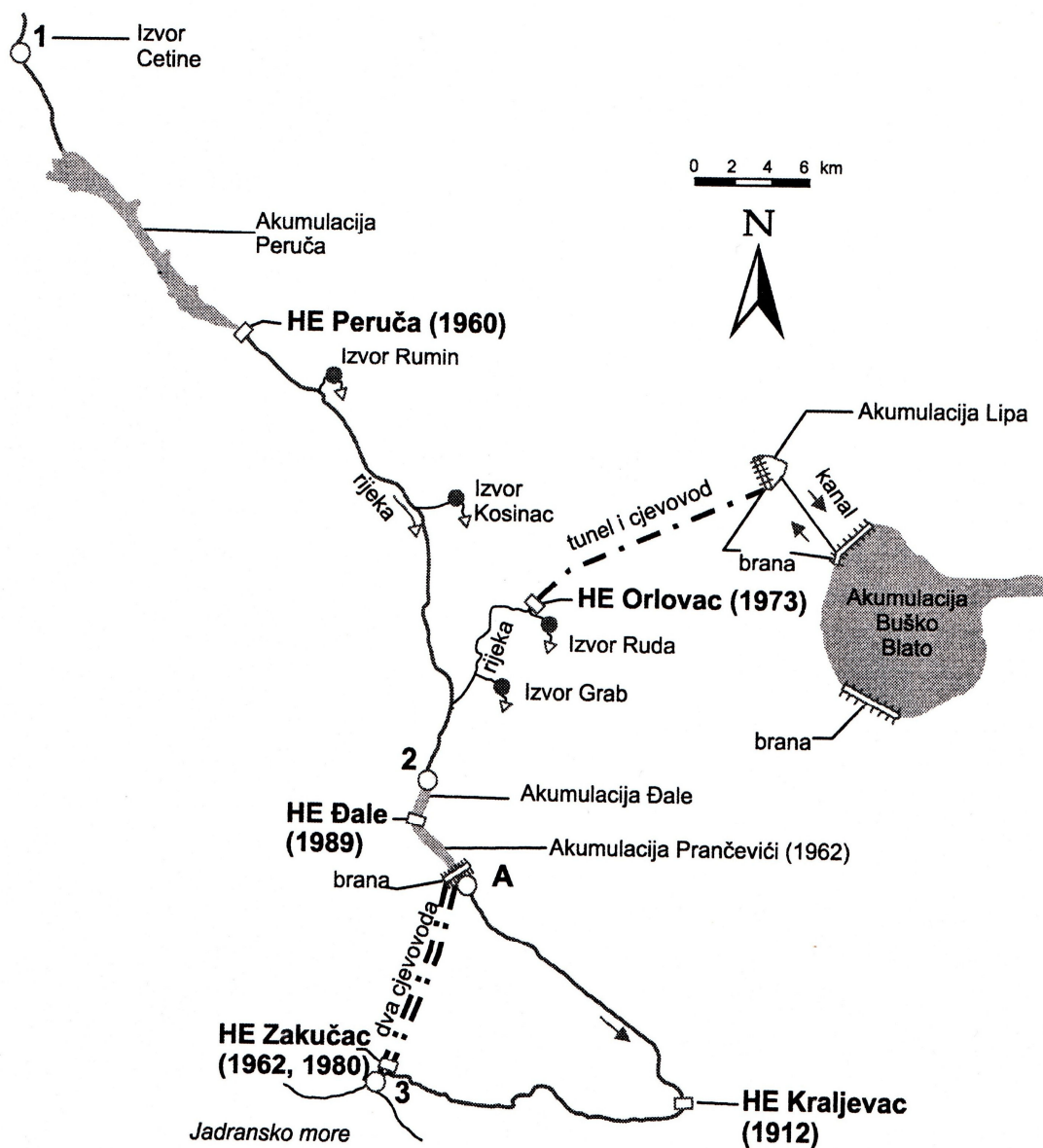
Korozijom atmosfere vode i geološkim boranjem u vapnencima nastali su brojni krški oblici rasprostranjeni po cijelom području. Najznačajnija su krška polja. Najveća krška polja u izravnom slivnom području su: Cetinsko-paško, Hrvatačko i Sinjsko, a na neizravnom slivu, koji je uglavnom na području BiH, su: Kupreško, Glamočko, Livanjsko i Duvanjsko polje. Ta polja na neizravnom slivu rijeke Cetine međusobno su odijeljena manjim ili većim planinama.

Reljef je u cijelom slivu izrazito razvijen, s brojnim planinama, poljima, prijevojima i slično. Takvo stanje uvjetuje i stvara posebne hidrološke značajke koje tvore hidrološki sustav rijeke.

### 2.4 HIDROLOGIJA

Rijeka Cetina predstavlja tipični krški vodotok čiji se sliv i korito oblikovalo u prostoru izrazito razvijenog dinarskog krša. Temeljna značajka dinarskog krša je okomita razvedenost reljefa i nedostatak površinskih vodotokova koji bi odvodili oborinsku vodu prema Jadranskomu moru. To uvjetuju karbonatne stijene koje su nastale boranjem i razlamanjem krša pa se najveći dio dinarskog krša odvodnjuje podzemno. Bojenjima je dokazano da Cetina ne odvodi samo područje svog površinskog (orografskog) sliva u dijelu Dalmatinske zagore, u zaleđu Svilaje, Mosora, Omiške Dinare i Dobjnja, nego i velika polja u bosanskohercegovačkom kršu. Voda s tih područja podzemno pritječe Cetini te zajedno s orografskim slivom Cetine čine tzv. hidrološki sliv Cetine (Slika 1).

## 2. PRIRODNE ZNAČAJKE PODRUČJA ISTRAŽIVANJA



Slika 1. Hidrološki sustav rijeke Cetine (preuzeto iz CRA/PPA 2000).

## 2. PRIRODNE ZNAČAJKE PODRUČJA ISTRAŽIVANJA

---

### 2.5. SLIVNO PODRUČJE RIJEKE CETINE

Razni su autori pokušali odrediti granice i površinu sliva Cetine. Slivno područje sastoji se od sliva u BiH i sliva dalmatinskog dijela (RH). Korištenjem raznih metoda odredili su da površina cjelokupnog sliva do ušća u Jadransko more iznosi od 3 700 do 4 300 km<sup>2</sup>. Od toga na orografski (topografski) sliv otpada oko 1300 km<sup>2</sup>, a na podzemni oko 2 700 km<sup>2</sup>. Najznačajniji prtok je rijeka Ruda.

Cetina u more prosječno unosi oko 140 m<sup>3</sup>/s vode, a oborine koje padnu na njezino slivno područje donose joj oko 50 m<sup>3</sup>/s, tj. Cetina dobiva oko 90 m<sup>3</sup>/s izvan svog reljefnog udubljenja. To je posljedica podzemnog pritjecanja vode iz susjednih reljefnih udubina. Ni u jednu našu rijeku podzemno, iz susjednih reljefnih udubina, ne pritječe toliko vode kao u korito Cetine, pa treba razlikovati orografski i hidrološki sliv.

Orografski sliv je područje s kojeg bi oborinske vode, u odnosu na nagib zemljišta, mogle površinski pritjecati u neki tok, odnosno u Cetinu. To se područje naziva i užim ili neposrednim slivom.

Istraživanjima je dokazano da do korita Cetine dotječe glavina voda s orografskih slivova Livanjskog polja, Buška Blata, Duvanjskog polja i djelomično Glamočkog i Kupreškog polja. To pokazuje da orografski slivovi polja u kršu jugozapadne Bosne, zajedno s orografskim slivom Cetine, čine jedinstveni hidrološki sliv.

### 2.6. HIDROENERGETSKA ISKORISTIVOST

Cetina je vrlo rano privukla pozornost svojom povoljnom energetsom moći pa je već 1912. izgrađen prvi stupanj Hidroelektrane Kraljevac. Na Cetini je izgrađeno pet hidroelektrana.

Prva je sagrađena **HE Kraljevac** 21 km uzvodno od ušća. Prosječna proizvodnja energije hidroelektrane je 33 GWh/g.

**HE Peruča** je izgrađena 14 km uzvodno od Sinja, 1960. godine. Srednja godišnja proizvodnja električne energije je 120 GWh/g.

**HE Zakučac** je derivacijska hidroelektrana najveće snage od 486 MW i godišnje proizvodnje električne energije od 1550 GWh/g.

**HE Orlovac** smještena je u Rudi, sjeveroistočno od Sinja. Ta je hidroelektrana, zbog hidroenergetske vrijednosti njezine akumulacije Buška Blata, najvažnije postrojenje u cijelomu slivu Cetine. Buško Blato, volumena 831x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>, puni se vodom svoga sliva i

## 2. PRIRODNE ZNAČAJKE PODRUČJA ISTRAŽIVANJA

---

vodom s razine Livanjskog polja koja se skuplja u akumulaciji kanalima različitih veličina, a ukupno su dugi više od 80 km.

Prosječna proizvodnja energije HE Orlovac je oko 500 GWh/god.

Posljednja izgrađena, **HE Đale**, nalazi se 5,8 km nizvodno od mosta u Trilju, a za proizvodnju električne energije koristi radne vode HE Orlovac i HE Peruča te prirodne dotoke Cetine nizvodno od brane Peruča i strojarnice HE Orlovac. Prosječna proizvodnja energije je 158 GWh/god.

Izgradnja i djelovanje pet spomenutih hidroelektrana uzrokovali su da je u slivu Cetine, a posebno na samom koritu rijeke, promijenjen prirodni režim otjecanja.

### 2.7. POSTAJE UZIMANJA UZORAKA

Sama rijeka je slabo razvedena i siromašna riječnom mrežom pa je uz glavno korito Cetine značajniji prtok jedino rijeka Ruda.

Izvorišni dio rijeke Rude, površine 34h, spada od 2000. godine u zaštićene objekte, kategorija zaštićeni krajobraz.

Za potrebe jednogodišnjeg ispitivanja sezonske dinamike i sastava makroskopskih beskralješnjaka rijeke Cetine, kao i fizikalno-kemijskih parametara vode koji na to utječu, uzorkovanje je izvršeno na ukupno 11 postaja. Duž cijelog toka rijeke Cetine odabrano je 9 postaja i još 2 na izvorišnom području njene najveće pritoke rijeke Rude. Na svakoj postaji istraživanja odabrano je i nekoliko različitih mikrostaništa.

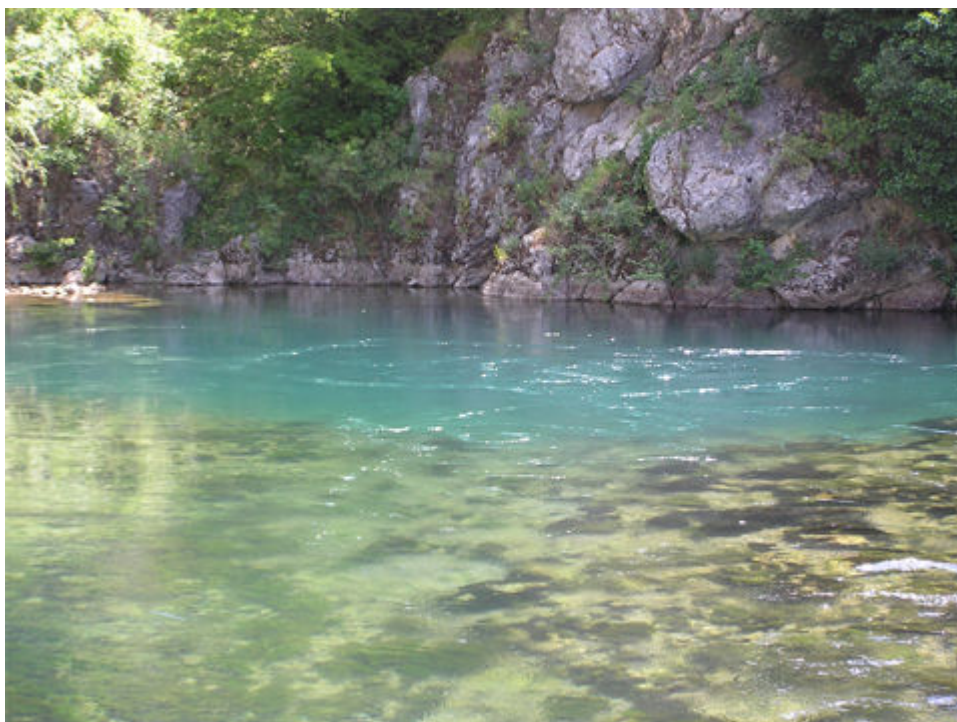
U ovaj rad uključene su postaje uzorkovanja na izvorišnom području rijeke Rude: Izvor Rude – IR (Slika 2) i Ruda 2 - R2 (Slika 3), oko 100m nizvodno od izvora Rude, sa svojim mikrostaništima, osobito makrofaunom fitala. Fitala rijeke Rude predstavlja zajednica vodenih mahovina.

Uzorci su razdvajani kao:

- makrofauna nađena na velikom kamenju (uzorak S1)
- makrofauna nađena na šljunku (uzorak S2)
- makrofauna fitala (uzorak S3)

## 2. PRIRODNE ZNAČAJKE PODRUČJA ISTRAŽIVANJA

---



**Slika 2.** Područje samog izvora rijeke Rude, postaja Izvor Rude (preuzeto sa <http> 4 ).



**Slika 3.** Područje 100m nizvodno od izvora, postaja Ruda 2 (preuzeto sa <http> 4 ).

## 3. MATERIJALI I METODE

### 3. MATERIJALI I METODE

Razdoblje istraživanja započelo je u kolovozu 2004. i trajalo do kolovoza 2005. godine. Jednom mjesečno, tijekom istraživanog razdoblja, izvršena su mjerenja fizikalno-kemijskih parametara vode i uzimani uzorci makrozoobentosa.

Postaje uzimanja uzoraka su: Izvor Rude (krenal) i Ruda 2 (hipokrenal).

#### 3.1. Mjerenje fizikalno – kemijskih parametara vode

Na terenu su fizikalno – kemijski parametri vode mjereni WTW sondama. Temperatura vode, koncentracija otopljenog kisika u vodi i zasićenje vode kisikom mjereni su Oxi 330/SET sondom, pH vrijednost vode mjerena je pH-metrom WTW pH 330, a provodljivost pomoću konduktometra WTW LF 330. Količina vezanog CO<sub>2</sub> (alkalinitet) određivan je titracijom 100ml uzorka vode 0,1M kloridnom kiselinom uz dodatak metiloranža kao indikatora.

#### 3.2. Uzorkovanje makrozoobentosa

Uzorci makrozoobentosa skupljani su Surberovom mrežom zahvatne površine 10 dm<sup>2</sup>. Makrofauna je odvajana od sedimenta dekantiranjem i prosijavanjem kroz bentos mrežu okašca promjera 500 µm i konzervirana u 96% -tnom alkoholu etanolu. Uzorci makrozoobentosa uzimani su na svakoj postaji na tri mikrostaništa (stijene-valutice, šljunak, fital). Izuzetak je 10. mjesec 2004. godine kada zbog velikog protoka i visine vode nije sakupljen uzorak makrofaune fitala na postaji Ruda 2.

#### 3.3. Obrada sakupljene makrofaune

Sakupljeni uzorci makrozoobentosa obrađivani su dijelom u Zoologijskom zavodu PMF-a , a dijelom u Hrvatskim vodama. Iz uzoraka su izolirani makroskopski beskralješnjaci, razvrstavani po skupinama i prebrojavani.

Izoliranje je izvršeno pod binokularnom lupom povećanja do 100x. Izdvojeni makroskopski beskralješnjaci stavljeni su u Eppendorf – epruvetice, napunjene 80%-tnim etanolom, zajedno sa karticom na kojoj je bio ispisan naziv skupine, datum i mjesto uzimanja uzorka.



### 3. MATERIJALI I METODE

---

Pri izdvajanju životinja korišteni su ključevi za determinaciju: Campaioli i sur. (1994), Kerovec (1986), Nilsson (1996,1997) i Sansoni (1992).

Broj jedinki preračunavan je na površinu od 1 m<sup>2</sup> te su svi podaci unošeni u računalo u program **Microsoft Excel XP**, koji je korišten za numeričku obradu podataka i tablični prikaz rezultata.

## 4. REZULTATI

### 4.1 Fizikalno – kemijski parametri vode

Tijekom istraživanih razdoblja, od kolovoza 2004. do kolovoza 2005. godine na postajama Izvor Ruda i Ruda 2, mjereni su fizikalno – kemijski parametri vode: temperatura, koncentracija otopljenog kisika, zasićenje vode kisikom, pH, provodljivost, alkalinitet.

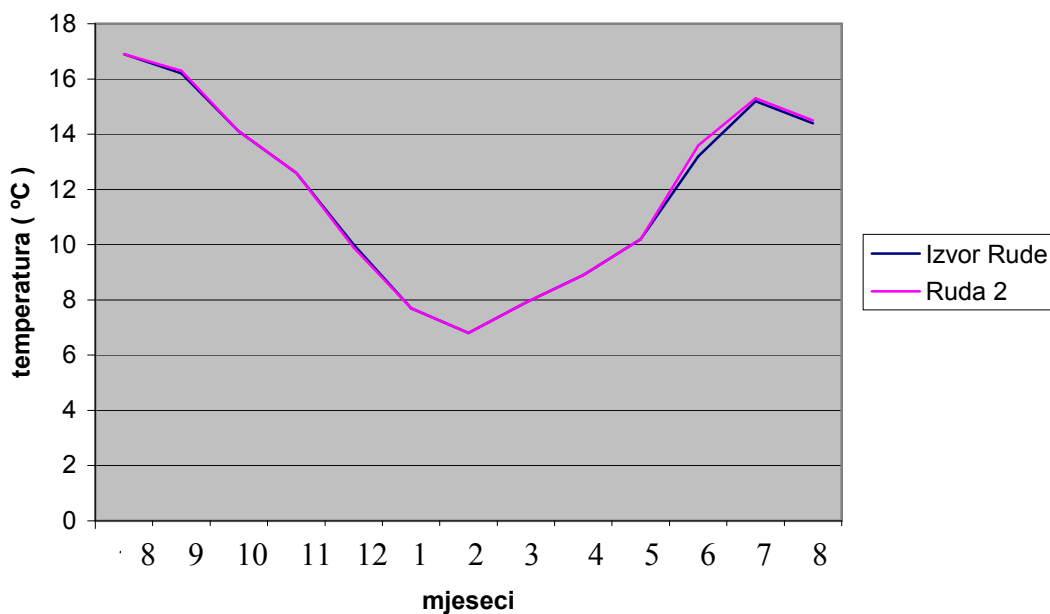
#### 4.1.1. Temperatura (Tablica 1; Slika 4)

Maksimalna temperatura na postaji Izvor Rude izmjerena je u 8. mjesecu 2004. godine kada je iznosila 16,9 °C, a najniža zabilježena temperatura izmjerena je u veljači 2005. godine i iznosila je 6,8 °C. Na postaji Ruda 2 nema značajnih odstupanja temperature u odnosu na postaju Izvor Rude pa se poklapaju vrijednosti minimalne i maksimalne temperature.

**Tablica 1.** Temperatura vode ( °C ) izmjerena na postajama Izvor Rude i Ruda 2.

Mjesec	Izvor Rude	Ruda 2
8. / 2004.	16,9	16,9
9.	16,2	16,3
10.	14,1	14,1
11.	12,6	12,6
12.	10	9,9
1.	7,7	7,7
2.	6,8	6,8
3.	7,9	7,9
4.	8,9	8,9
5.	10,2	10,2
6.	13,2	13,6
7.	15,2	15,3
8. / 2005.	14,4	14,5
min	6,8	6,8
max	16,9	16,9
Srednja vrijednost	11,854	11,9

## 4. REZULTATI



**Slika 4.** Temperatura vode ( °C ) izmjerena na postajama Izvor Rude i Ruda 2.

### 4.1.2. Koncentracija otopljenog kisika (Tablica 2; Slika 5)

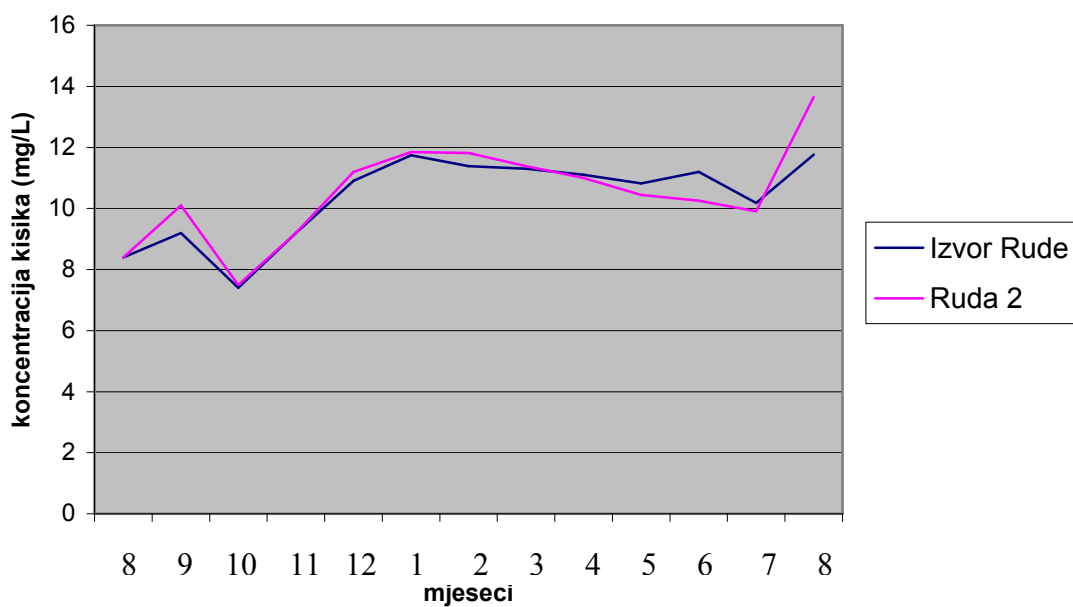
Koncentracija otopljenog kisika na postaji Izvor Rude najmanje je iznosila 7,4 mg/L, a izmjerena je u listopadu 2004. godine. Najviša izmjerena vrijednost koncentracije otopljenog kisika zabilježena je u kolovozu 2005. godine kada je iznosila 11,76 mg/L.

Na postaji Ruda 2 najniža izmjerena vrijednost koncentracije kisika iznosila je 7,5 mg/L u listopadu 2004. godine, a najviša 13,65 mg/L u kolovozu 2005. godine.

## 4. REZULTATI

**Tablica 2.** Koncentracija otopljenog kisika (mg/L) izmjerena na postajama Izvor Rude i Ruda 2.

Mjesec	Izvor Rude	Ruda 2
8. / 2004.	8,4	8,4
9.	9,2	10,1
10.	7,4	7,5
11.	9,2	9,2
12.	10,9	11,2
1.	11,74	11,85
2.	11,39	11,82
3.	11,3	11,39
4.	11,1	11
5.	10,82	10,44
6.	11,2	10,25
7.	10,18	9,91
8. / 2005.	11,76	13,65
min	7,4	7,5
max	11,76	13,65
Srednja vrijednost	9,499	10,516



**Slika 5.** Koncentracija otopljenog kisika (mg/L) izmjerena na postajama Izvor Rude i Ruda 2.

## 4. REZULTATI

---

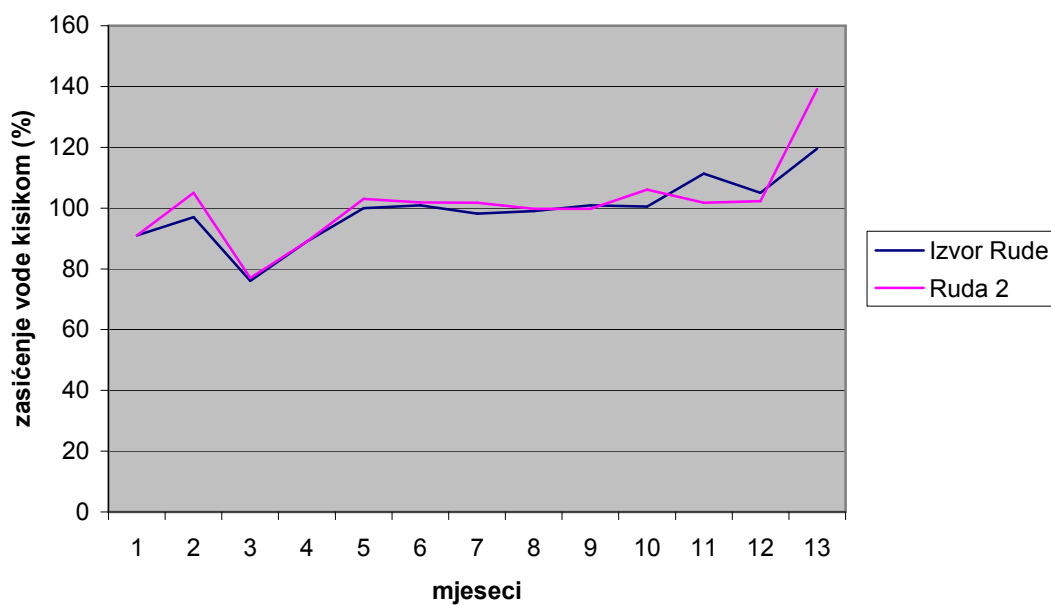
### 4.1.3. Zasićenje vode kisikom (Tablica 3; Slika 6)

Na postaji Izvor Rude minimalna vrijednost zasićenja vode kisikom (76%) izmjerena je u listopadu 2004. godine, a maksimalna vrijednost (119,5%) u kolovozu 2005. godine. Na postaji Ruda 2 minimalna vrijednost izmjerena je u listopadu 2004. (77%), a maksimalna vrijednost zasićenja vode kisikom izmjerena je u kolovozu 2005. godine (139,1%).

**Tablica 3.** Zasićenje vode kisikom (%) izmjereno na postajama Izvor Rude i Ruda 2.

Mjesec	Izvor Rude	Ruda 2
8. / 2004.	91	91
9.	97	105
10.	76	77
11.	89	89
12.	100	103
1.	100,9	101,9
2.	98,2	101,8
3.	99	99,7
4.	100,9	99,8
5.	100,5	106,1
6.	111,3	101,8
7.	105	102,3
8. / 2005.	119,5	139,1
min	76	77
max	119,5	139,1
Srednja vrijednost	99,1	101,346

## 4. REZULTATI



**Slika 6.** Zasićenje vode kisikom (%) izmjereno na postajama Izvor Rude i Ruda 2.

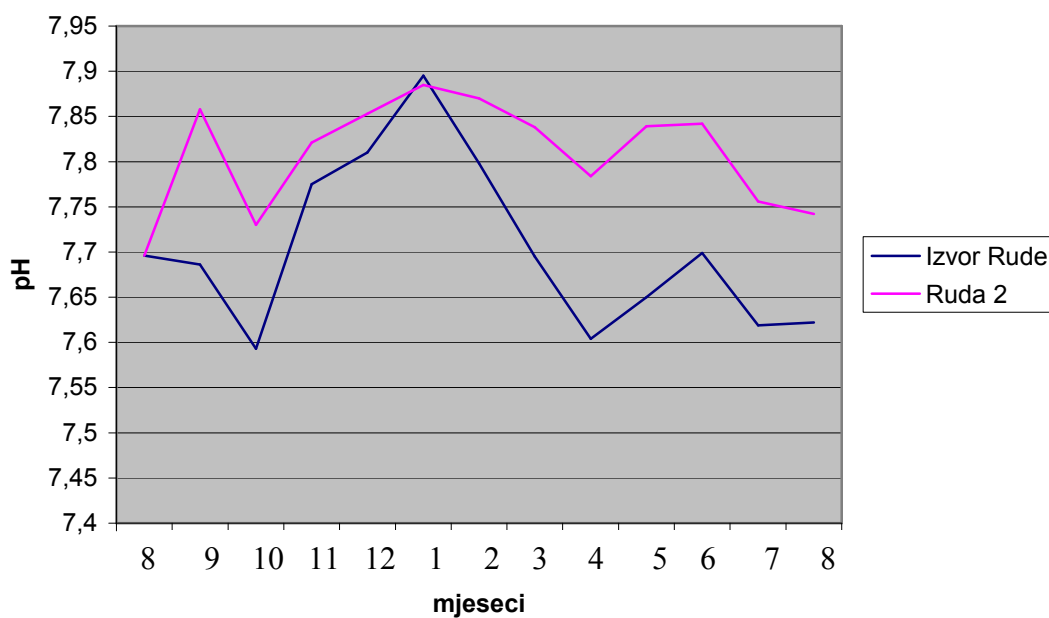
### 4.1.4 pH (Tablica 4; Slika 7)

Raspon izmjerene pH na postaji Izvor Rude kretao se od 7,593 u listopadu 2004. do 7,895 u siječnju 2005. godine. Vrijednosti izmjerene pH na postaji Ruda 2 kretale su se od najniže 7,696 u kolovozu 2004. do najviše 7,885 u siječnju 2005. godine.

## 4. REZULTATI

Tablica 4. pH vrijednosti izmjerene na postajama Izvor Rude i Ruda 2.

Mjesec	Izvor Rude	Ruda 2
8. / 2004.	7,696	7,696
9.	7,686	7,858
10.	7,593	7,73
11.	7,775	7,821
12.	7,81	7,853
1.	7,895	7,885
2.	7,798	7,87
3.	7,695	7,838
4.	7,604	7,784
5.	7,65	7,839
6.	7,699	7,842
7.	7,619	7,756
8. / 2005.	7,622	7,742
min	7,593	7,696
max	7,895	7,885
Srednja vrijednost	7,703	7,809



Slika 7. pH vrijednosti izmjerene na postajama Izvor Rude i Ruda 2.

## 4. REZULTATI

---

### 4.1.5. Provodljivost (Tablica 5; Slika 8)

Najviša izmjerena provodljivost vode izmjerena je na postaji Izvor Rude u studenom 2004. godine kada je iznosila 343  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , a najniža u travnju 2005. godine kada je iznosila 306  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Na postaji Ruda 2 najviša provodljivost vode od 343  $\mu\text{S}/\text{cm}$  izmjerena je u studenom 2004. godine, a najniže vrijednosti od 307  $\mu\text{S}/\text{cm}$  zabilježene su u travnju i srpnju 2005. godine.

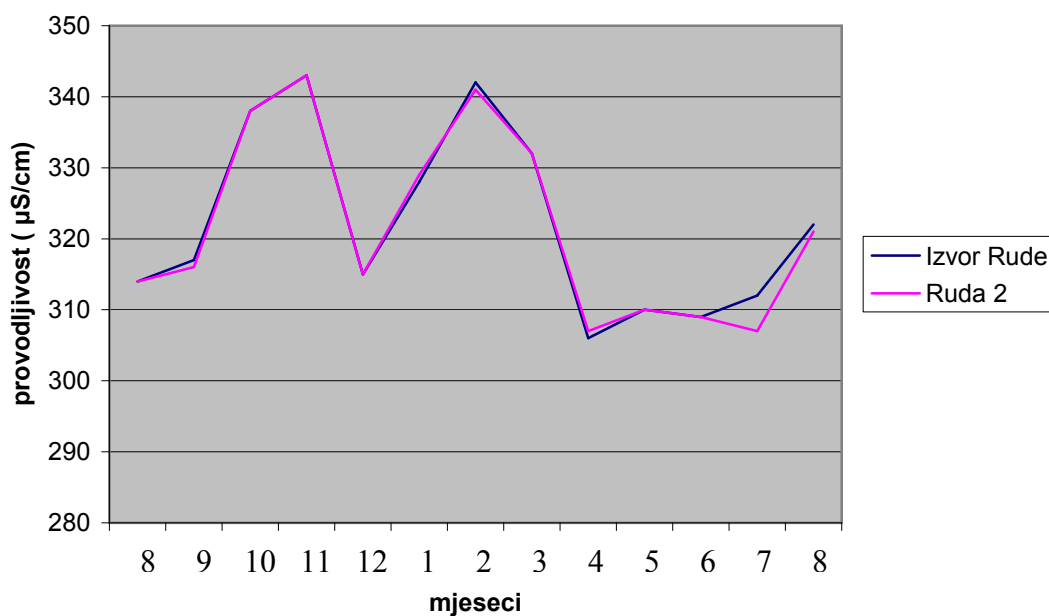
**Tablica 5.** Provodljivost vode ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) izmjerena na postajama Izvor Rude i Ruda 2.

Mjesec	Izvor Rude	Ruda 2
8. / 2004.	314	314
9.	317	316
10.	338	338
11.	343	343
12.	315	315
1.	328	329
2.	342	341
3.	332	332
4.	306	307
5.	310	310
6.	309	309
7.	312	307
8. / 2005.	322	321
min	306	307
max	343	343
Srednja vrijednost	322,154	297,846



## 4. REZULTATI

---



**Slika 8.** Provodljivost vode ( $\mu\text{S/cm}$ ) izmjerena na postajama Izvor Rude i Ruda 2.

### 4.1.6. Alkalinitet (vezani $\text{CO}_2$ u vodi) (Tablica 6; Slika 9)

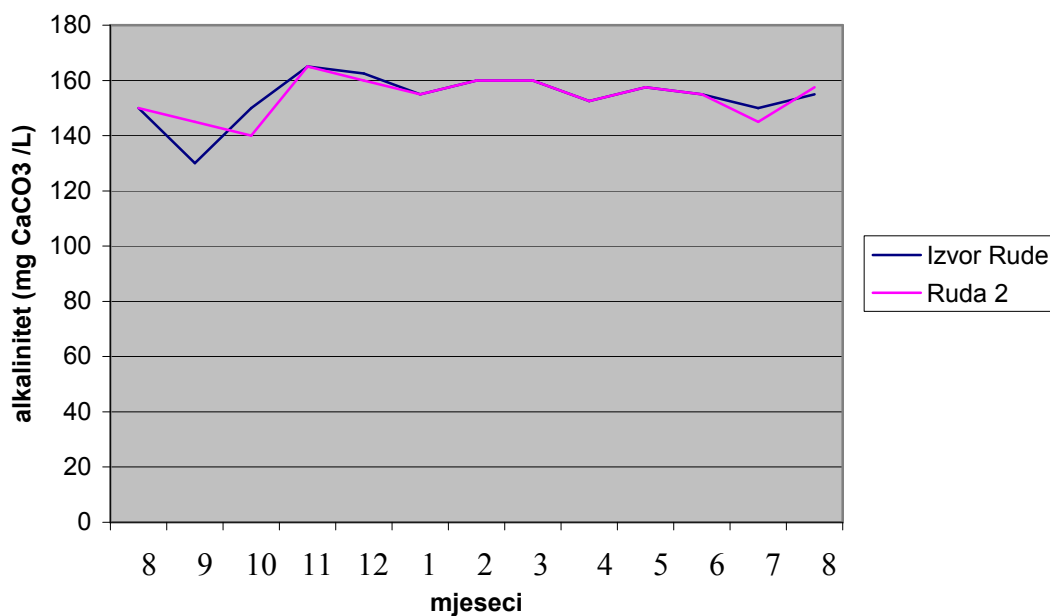
Alkalinitet se na postaji Izvor Rude kretao u rasponu od 130 mg  $\text{CaCO}_3$  /L, izmjeren u rujnu 2004. godine, do 165 mg  $\text{CaCO}_3$  /L u studenom 2004. godine.

Na postaji Ruda 2 raspon alkaliniteta kretao se od 140 mg  $\text{CaCO}_3$  /L, izmjerenog u listopadu 2004. godine, do 165 mg  $\text{CaCO}_3$  mg /L u studenom 2004. godine.

## 4. REZULTATI

**Tablica 6.** Alkalinitet vode (mg CaCO<sub>3</sub> /L) na postajama Izvor Rude i Ruda 2.

Mjesec	Izvor Rude	Ruda 2
8. / 2004.	150	150
9.	130	145
10.	150	140
11.	165	165
12.	162,5	160
1.	155	155
2.	160	160
3.	160	160
4.	152,5	152,5
5.	157,5	157,5
6.	155	155
7.	150	145
8. / 2005.	155	157,5
min	130	140
max	165	165
Srednja vrijednost	154,38	143,269



**Slika 9.** Alkalinitet vode (mg CaCO<sub>3</sub> /L) na postajama Izvor Rude i Ruda 2.

## 4. REZULTATI

---

### 4.2. Makrozoobentos

Uzorkovanje makrozoobentosa, na postajama Izvor Rude (krenal) i Ruda 2 (hipokrenal), izvršeno je u razdoblju od kolovoza 2004. do kolovoza 2005. godine, svaki drugi mjesec.

Rezultati prikazuju:

1. broj jedinki pojedinih skupina makrozoobentosa istraživanih postaja na sva tri mikrostaništa tijekom istraživanog razdoblja
2. broj jedinki pojedinih skupina makrofaune na mikrostaništu fitala
3. postotni udio jedinki pojedinih skupina makrozoobentosa (s udjelom  $\geq 1\%$ ) na mikrostaništu fitala i mjesečna dinamika najbrojnijih skupina tog mikrostaništa
4. usporedba postaja i mikrostaništa fitala u istraživanom razdoblju, od 8./2004. – 8./2005. godine

#### 4.2.1. Sastav makrozoobentosa

Na postajama Izvor Rude i Ruda 2, tijekom istraživanog razdoblja, pronađeno je 20 skupina makroskopskih beskralješnjaka (Tablice 7 i 8).

Brojem jedinki na obje postaje dominira skupina Amphipoda, a među skupinama s vrlo velikom brojnošću su i skupine Chironomoidae, Ephemeroptera, Coleoptera (ličinke) i Gastropoda.

##### 4.2.1a. Izvor Rude

U cjelokupnom razdoblju istraživanja, od kolovoza 2004. do kolovoza 2005. godine, pronađeno je 20 skupina makrozoobentosa na postaji Izvor Rude, ukupne brojnosti 38 574 jedinke/m<sup>2</sup>. Brojnošću dominiraju skupine Chironomoidae (24,11%), Amphipoda (21,58%), ličinke Coleoptera (17,44%) i Gastropoda (15,51%).

Najveći broj jedinki, zabilježen je u kolovozu 2005. godine, kada je iznosio 10 619 jedinki/m<sup>2</sup>.

Najmanja brojnost jedinki, od 1 741 jedinke/m<sup>2</sup>, zabilježena je u travnju 2005. godine.

Brojnošću jedinki ističe se mikrostanište fitala (Slika 10).

## 4. REZULTATI

---

### 4.2.1b. Ruda 2

Na postaji Ruda 2, pronađeno je 20 skupina makroskopskih beskralješnjaka, u razdoblju od kolovoza 2004. do kolovoza 2005. godine. Ukupna brojnost jedinki iznosi 27 635 jedinki/m<sup>2</sup>. Skupine s najvećim brojem jedinki su Amphipoda (33,37%), Chironomoidae (23,61%) i Ephemeroptera (20,66%).

Najveća brojnost jedinki zabilježena je kolovozu 2005. godine, kada je iznosila 7 759 jedinki/m<sup>2</sup>.

U listopadu 2004. godine, zabilježena je najmanja ukupna brojnost jedinki od 788 jedinki/m<sup>2</sup>.

Brojem jedinki najbogatije je mikrostanište fitala (Slika 14).

### 4.2.2 Cenološka usporedba postaja

Prema dobivenim rezultatima, od 20 pronađenih skupina makroskopskih beskralješnjaka, 19 skupina je zajedničko obadvjema postajama. Izuzetak su skupina Copepoda (Izvor rude) i skupina Heteroptera (Ruda 2).

Sveukupna brojnost jedinki smanjuje se od postaje Izvor Rude (krenal) prema postaji Ruda 2 (hipokrenal), a izuzetak je skupina Amphipoda kod koje je zabilježen porast broja jedinki za 11,79%.

### 4.2.3. Sastav makrozoobentosa na mikrostaništu fitala (S3)

#### 4.2.3a. Izvor Ruda

Na postaji Izvor Rude, mikrostaništu fitala, ukupno je sakupljeno 27 944 jedinke/m<sup>2</sup>, što je 72% od ukupnog broja jedinki.

Sakupljeno je 20 skupina makrozoobentosa, a najvećom brojnošću ističu se skupine Chironomoidae (prosječne gustoće 1 326 jedinki/m<sup>2</sup>), Amphipoda i ličinke Coleoptera, prosječne gustoće 1 020, odnosno, 916 jedinki/m<sup>2</sup> (Slika 11).

Među zajednice zastupljene s više od 1% ubrajaju su Diptera, Coleoptera, Trichoptera, Plecoptera, Ephemeroptera (Slika 12).

Najveći broj jedinki skupine Chironomoidae bio je u kolovozu 2005., skupine Amphipoda u listopadu i ličinke Coleoptera u kolovozu 2004. godine (Slika 13).

## 4. REZULTATI

---

Najmanji broj jedinki skupina Chironomoidae i Amphipoda zabilježen je u prosincu 2004. godine., a ličinki Coleoptera u travnju 2005. godine (Slika 13).

### 4.2.3b. Ruda 2

Na mikrostaništu fitala, postaje Ruda 2, pronađeno je ukupno 20 865 jedinki/m<sup>2</sup>, što je 75.5% ukupnog broja jedinki.

Sakupljeno je 17 skupina makrozoobentosa, a brojnošću se ističu skupine Amphipoda i Chironomoidae s prosječnom gustoćom 970, tj. 922 jedinke/m<sup>2</sup> (Slika 15).

Zajednice makrozoobentosa s udjelom  $\geq 1\%$  su i Diptera, Plecoptera, Coleoptera, Hydrachnidia, Trichoptera, ličinke Coleoptera i Ephemeroptera (Slika 16).

Najveći broj jedinki skupine Amphipoda zabilježen je kolovozu 2004., a skupine Chironomoidae u lipnju 2005. godine (Slika17).

U prosincu 2004. godine zabilježen je najmanji broj jedinki obiju skupina (Slika 17).

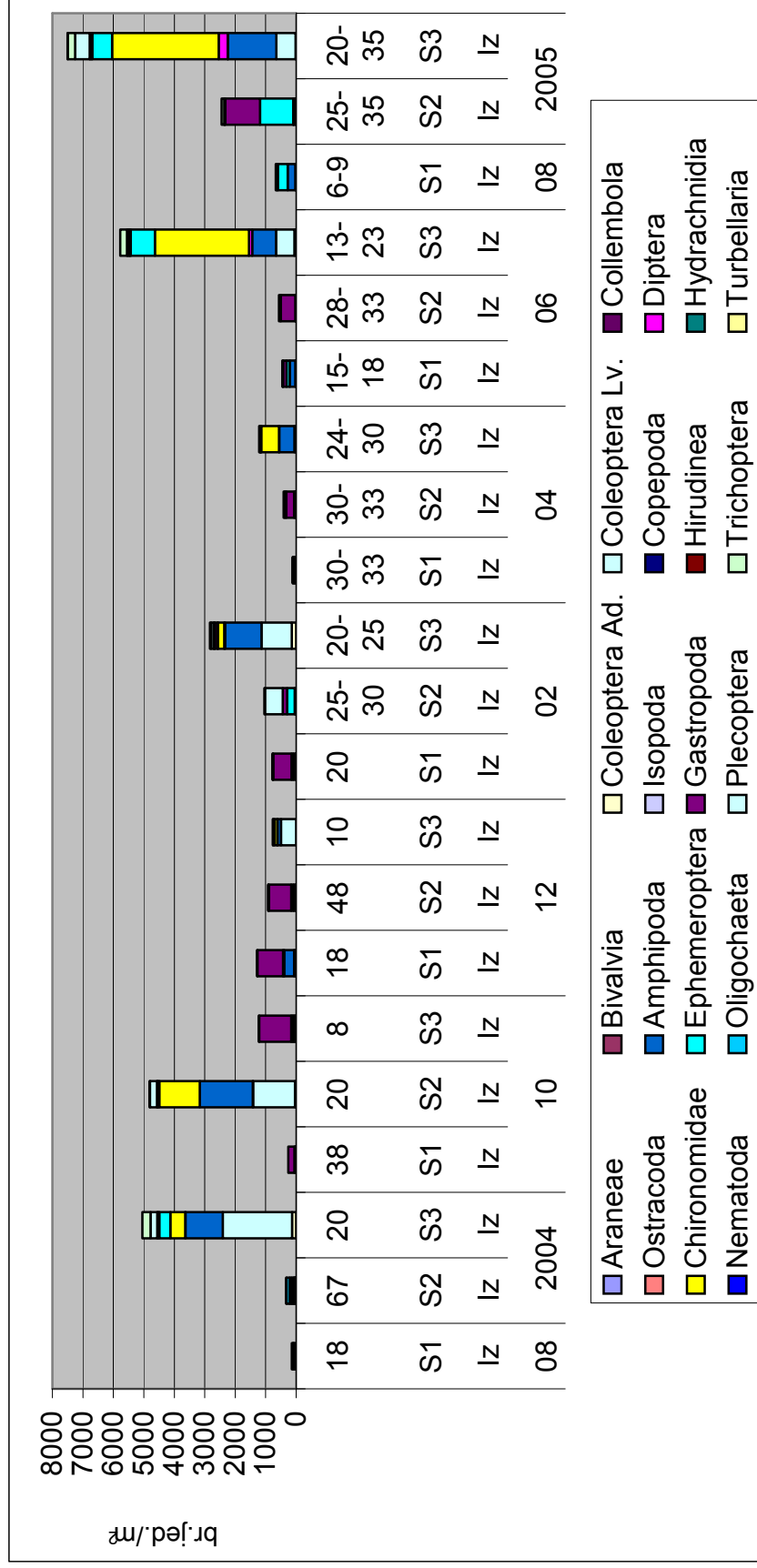
### 4.2.4. Cenološka sličnost mikrostaništa fitala

Na postaji Izvor Ruda pronađeno je 20 skupina makrozoobentosa, a sve su nađene i na mikrostaništu S3. Na postaji Ruda 2, od ukupno 20 skupina makrozoobentosa, na mikrostaništu S3, nedostaju 3 skupine u odnosu na postaju Izvor Rude (Araneae, Bivalvia, Heteroptera).

Sveukupan broj jedinki na mikrostaništu S3 smanjuje se od područja krenala prema području hipokrenala. Značajan porast jedinki primijećen je kod skupine Amphipoda.

Najveća gustoća jedinki na fitalu obje postaje zabilježena je u ljetnim, a najmanja u zimskim mjesecima.

#### 4. REZULTATI

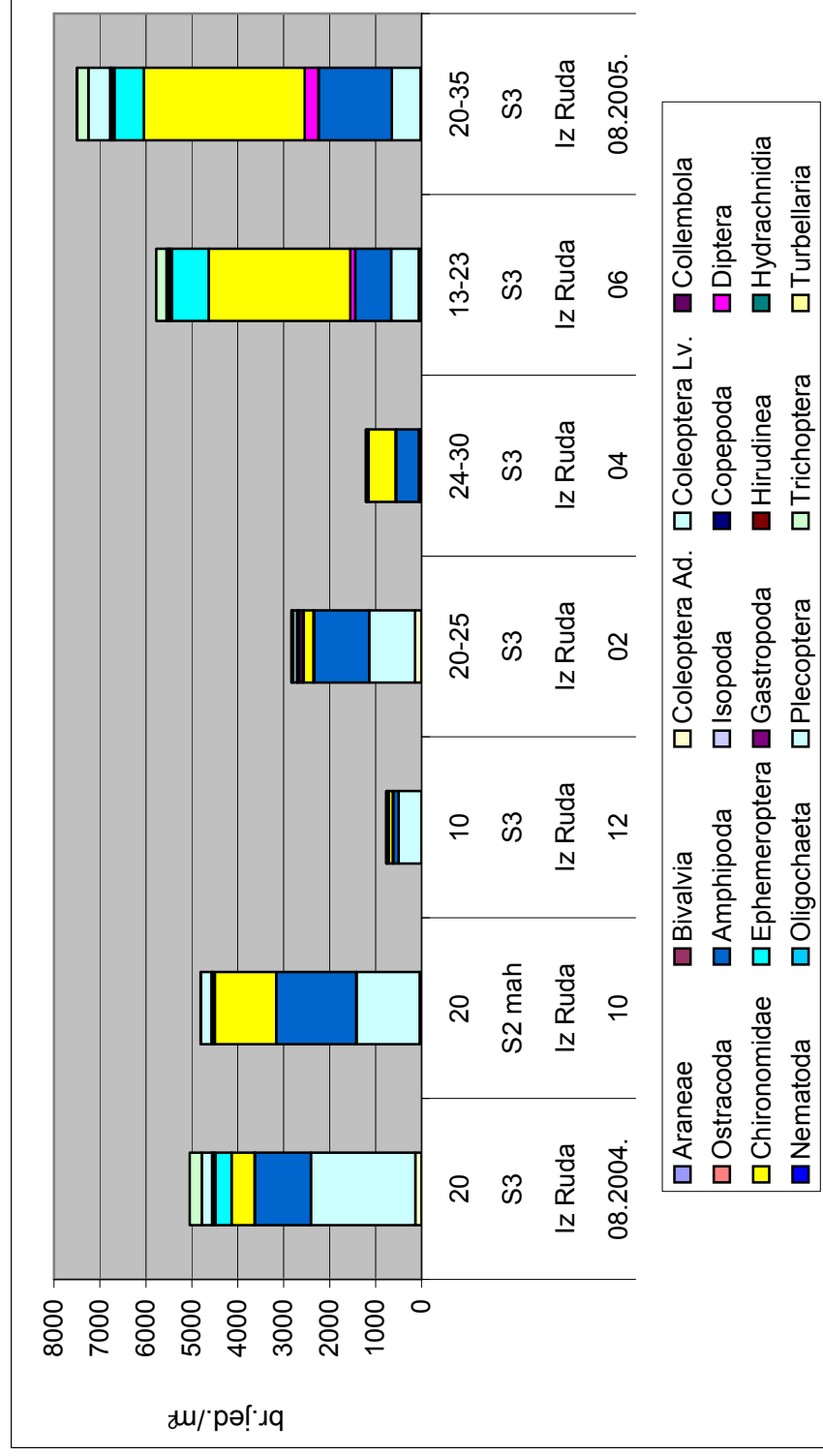


**Slika 10.** Brojnost jedinki pojedinih skupina makrozoobentosa, postaje Izvor Rude, tijekom razdoblja 8./2004. – 8./2005. godine.

Na X-osi redom su prikazani: dubina (cm), mikrostanište, postaja i mjesec uzorkovanja.

Na Y-osi prikazana je brojnost jedinki/m<sup>2</sup>.

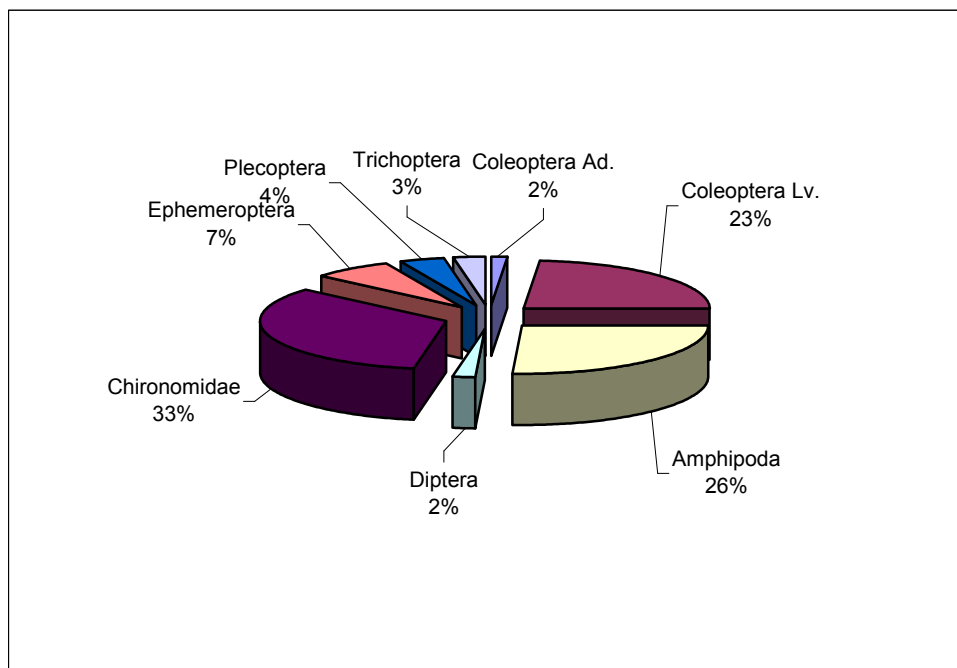
#### 4. REZULTATI



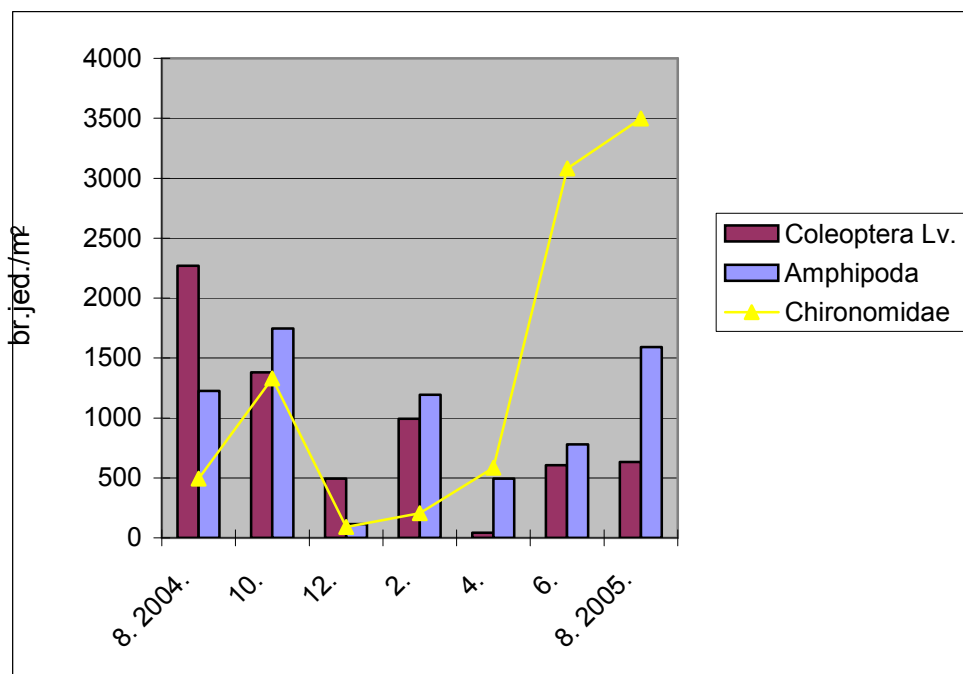
**Slika 11.** Brojnost jedinki pojedinih skupina makrozoobentosa na mikrostaništu fitala, postaje Izvor Rude, od 8./2004. – 8./2005. godine. Na X-osi redom su prikazani: dubina (cm), mikrostanište, postaja i mjesec uzorkovanja.

Na Y-osi prikazana je brojnost jedinki/m<sup>2</sup>.

## 4. REZULTATI



**Slika 12.** Postotni udio jedinki pojedinih skupina makrozoobentosa (s udjelom  $\geq 1\%$ ) na mikrostaništu fitala, postaje Izvor Rude, od 8./2004. – 8./2005. god.

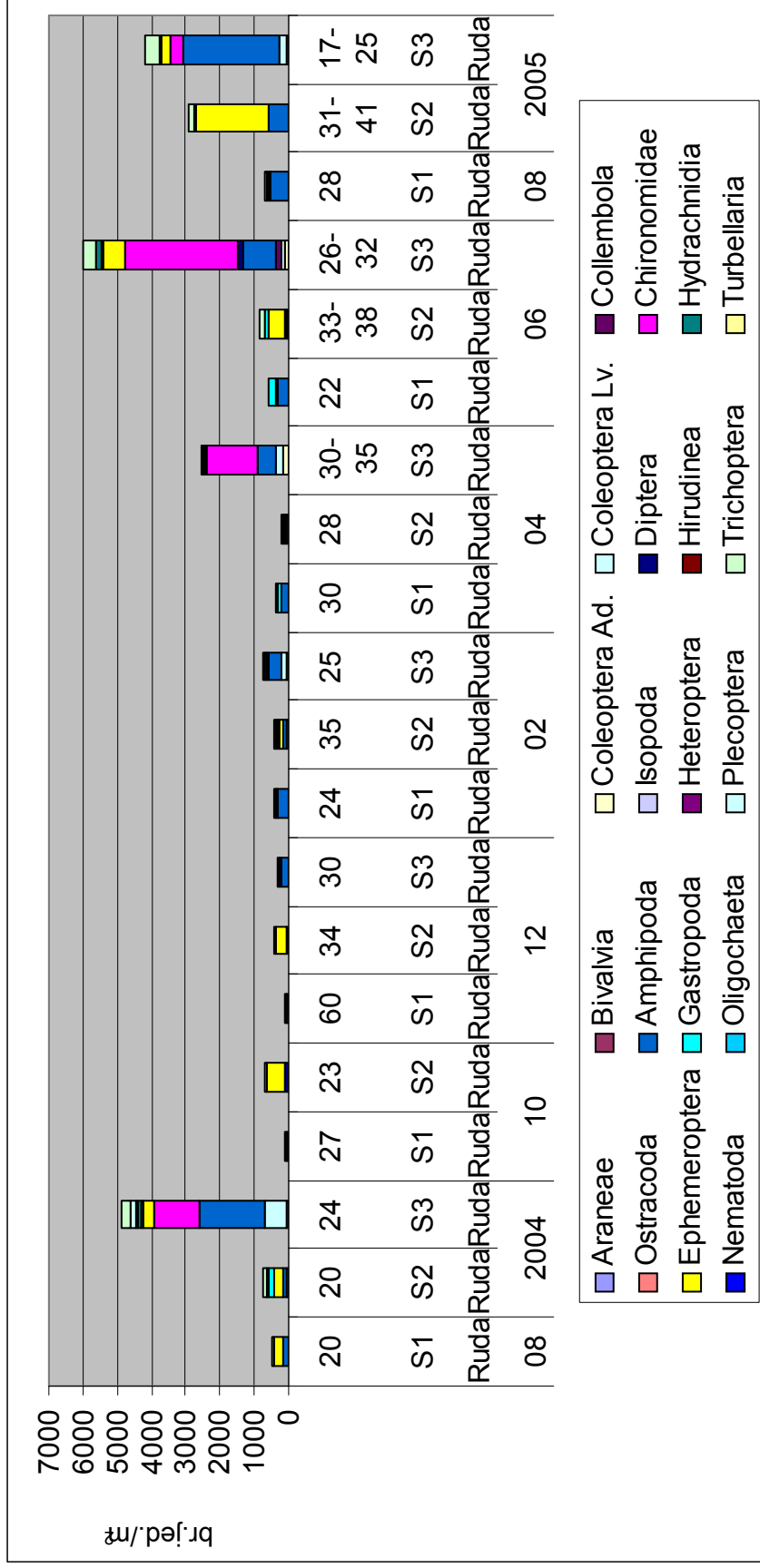


**Slika 13.** Mjesečna dinamika najbrojnijih skupina makrozoobentosa na mikrostaništu fitala, postaje Izvor Rude, od 8./2004. – 8./2005. god.

Na Y-osi prikazana je brojnost jedinki/m<sup>2</sup>.



#### 4. REZULTATI

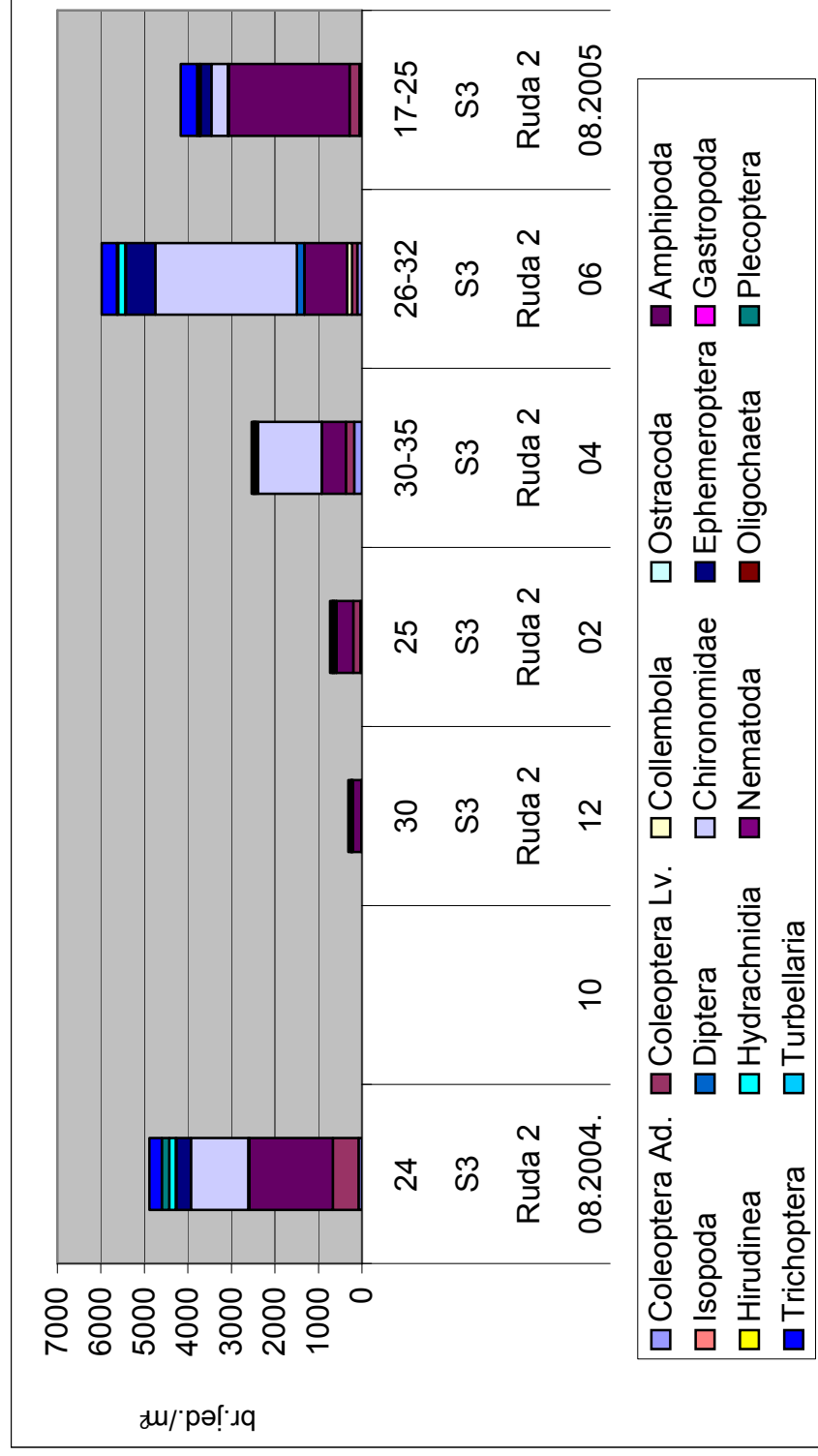


**Slika 14.** Brojnost jedinki pojedinih skupina makrozoobentosa, postaje Ruda 2, tijekom razdoblja 8./2004. –8./2005. godine.

Na X-osi redom su prikazani: dubina (cm), mikrostanište, postaja i mjesec uzorkovanja.

Na Y-osi prikazana je brojnost jedinki/m<sup>2</sup>.

#### 4.REZULTATI

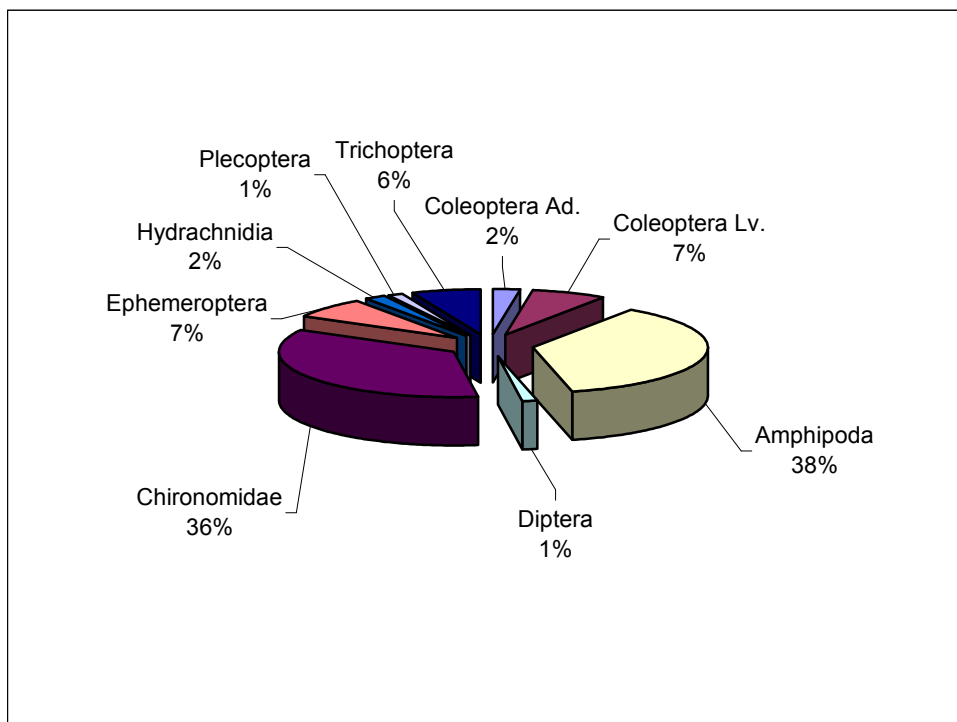


**Slika 15.** Brojnost jedinki pojedinih skupina makrozoobentosa na mikrostaništu fitala, postaje Ruda 2, od 8./2004. – 8./2005. godine.

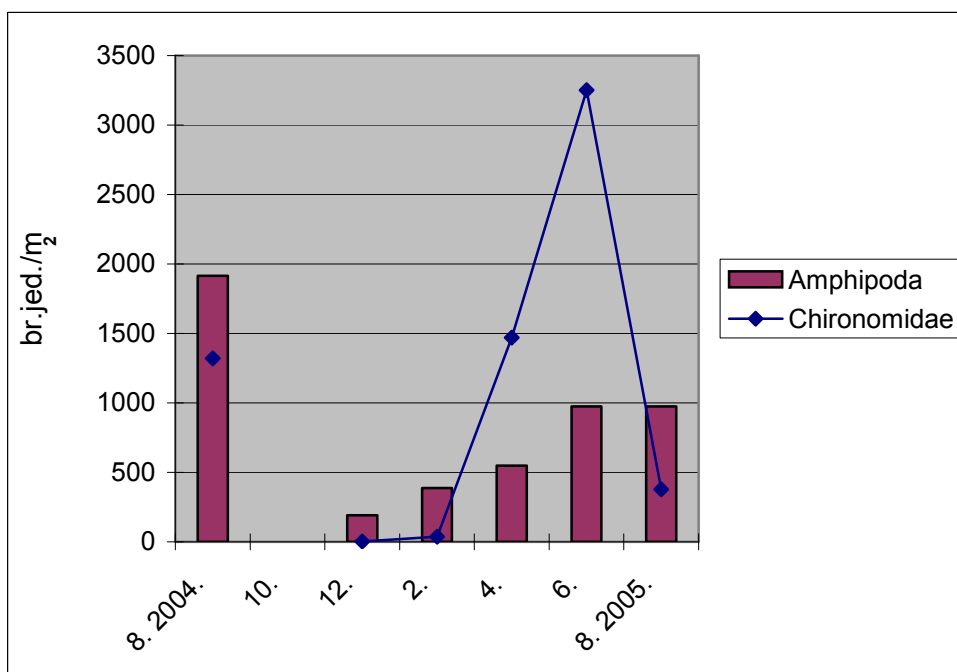
Na X-osi redom su prikazani: dubina (cm), mikrostanište, postaja i mjesec uzorkovanja.

Na Y-osi prikazana je brojnost jedinki/m<sup>2</sup>.

#### 4. REZULTATI



**Slika 16.** Postotni udio jedinki pojedinih skupina makrozoobentosa (s udjelom  $\geq 1\%$ ) na mikrostaništu fitala, postaje Ruda 2, od 8./2004. – 8./2005. god.



**Slika 17.** Mjesečna dinamika najbrojnijih skupina makrozoobentosa na mikrostaništu fitala, postaje Ruda 2, od 8./2004. – 8./2005. god.

Na Y-osi prikazana je brojnost jedinki/m<sup>2</sup>.

## 5. RASPRAVA

### 5.1. Fizikalno – kemijski parametri vode

Vrijednosti temperature, koncentracije otopljenog kisika, zasićenosti vode kisikom, pH, provodljivosti i alkalinitete su gotovo izjednačene i bez velikih oscilacija na ispitivanim postajama.

Na izvorima voda izlazi iz podzemlja i nije u većoj mjeri podložna utjecaju atmosferskih prilika te je temperatura vode na izvorima blizu godišnjeg prosjeka temperature zraka područja u kojem se nalazi.

Temperature izmjerena na postajama Izvor Rude i Ruda 2 vrlo su ujednačene tijekom razdoblja istraživanja i kreću se u rasponu od 6.8 °C-16.9 °C.

Na postaji Izvor Rude zabilježene su nešto niže vrijednosti koncentracije otopljenog kisika i zasićenja vode kisikom. Razlog tome je voda koja izlazi iz podzemlja te je siromašna kisikom i tek se na površini obogaćuje kisikom otapanjem iz zraka i erogenim prozračivanjem (fotosintezom).

Izmjerene pH vrijednosti su u rasponu od 7.6-7.9, pri čemu su nešto niže vrijednosti zabilježene na području krenalna. U vodi je pri izlasku iz podzemlja uz bikarbonate prisutna karbonatna kiselina i slobodni CO<sub>2</sub>, koji snižavaju pH. Dalje niz tok voda se obogaćuje kisikom, CO<sub>2</sub> se oslobađa u atmosferu, ravnoteža se pomiče u korist karbonata i time dolazi do porasta pH.

U pogledu provodljivosti, značajnije odstupanje, među istraživanim postajama, izmjereno je u srpnju 2005. godine.

Značajnije oscilacije u alkalinitetu, zabilježene su u rujnu i listopadu 2005. godine.

### 5.2. Makrozoobentos

Tijekom istraživanog razdoblja pronađeno je 20 skupina makroskopskih beskralješnjaka na obje postaje. Postaja Izvor Rude brojnošću jedinki je bogatija u odnosu na postaju Ruda 2.

Na postaji Izvor Rude u zajednici makrozoobentosa brojnošću se ističu skupine Chironomidae, Amphipoda, ličinke Coleoptera i Gastropoda.

S obzirom na gotovo izjednačene fizikalno-kemijske parametre vode u odnosu na krenal i u hipokrenalu se brojnošću ističu zajednice Chironomidae i Amphipoda.

## 5. RASPRAVA

---

Značajno odstupanje u gustoći naseljenosti, na obje postaje, uočeno je na mikrostaništu fitala. Na tom mikrostaništu zabilježen je najveći broj skupina i jedinki, u odnosu na mikrostanište valutica i šljunka.

Mnoga su istraživanja dokazala da je gustoća makro i meiofaune u mahovini nekoliko puta veća u odnosu na okolnu mineralnu podlogu (Linhart i sur., 2002).

Makrofiti utječu na beskralješnjake u potocima i rijekama djelujući na nekoliko načina. Efekt usporavanja brzine strujanja vode je najvažniji utjecaj makrofita na mikrorasprostranjenost beskralješnjaka. Makrofiti također povećavaju raznolikost staništa i velika površina koju obuhvaćaju pogoduje povećanju abundancije zajednica makrozoobentosa stvarajući dodatni životni prostor. Svaki faktor djeluje na beskralješnjake na drugačiji način: smanjenje brzine strujanja vode u području makrofita djeluje na taksonomsku strukturu zajednice, povećana raznolikost staništa uvjetuje veće bogatstvo vrsta, a veća površina podržava veću abundanciju zajednice (Gregg i Rose, 1985).

Biomasa briofita i biomasa perifitona i detritusa su međusobno jako povezane. Teško je odrediti da li životinje preferiraju povećanu raznolikost staništa i mogućnost zaklona u gustom izrastu briofita ili veću količinu detritusa i perifitona kao izvora hrane. Ipak studija koju su radili Suren i Winterbourn (1992) pokazala je da pružanje zaklona (mjereno krutom gustoćom sličnih briofita) nije odlučujući čimbenik abundancije beskralješnjaka, već da je naseljavanje povezano s biomasom detritusa i perifitona (Alstair Suren, 1993).

Vlčkova i sur. (2002) na temelju istraživanja sastava stalne i povremene meiofaune koja naseljava vodenu mahovinu *Fontinalis antipyretica* Hedw. u rijekama Byst ice i MI nsk n hon, zaključuju da pozitivna korelacija između skupina Oligochaeta, Harpacticoida, Chironomidae i čestica organske tvari veličine od 30 – 100  $\mu\text{m}$ , ukazuje na to da i najmanje čestice organske tvari koje se uhvate među mahovinom predstavljaju potencijalan izvor hrane.

Tijekom istraživanja primijećene su oscilacije u gustoći populacije koje se kreću u vrlo velikom rasponu. Oscilacije zahvaćaju cjelokupna staništa i mikrostaništa, mjesečno i tijekom cjelokupnog razdoblja istraživanja.

Najveća gustoća jedinki na fitalu obje postaje zabilježena je u ljetnim, a najmanja u zimskim mjesecima što se može objasniti visinom vodostaja. Veći vodostaj, odnosno veće protoci češći su u zimskim mjesecima i nepovoljniji za makrozoobentoske organizme. Tijekom zimskih mjeseci Izvor Rude izdašniji je količinom vode što uzrokuje povećano ispiranja sedimenta, te ovakva situacija predstavlja jedan vid stresa, što rezultira naglim smanjenjem gustoće populacija faune dna. Za vrijeme visokih vodostaja i protoka,

## 5. RASPRAVA

---

sediment biva ispran, a fauna dna otplavnjena te je potrebno određeno vremensko razdoblje da bi ponovno došlo do rekolonizacije makrozoobentosa i stabilizacije zajednice.

Gustoća ovisi o životnom ciklusu, specifičnom ponašanju, a može biti smanjena i promjenom bioloških uvjeta na staništu (B che i sur. 2006).

Da bi dobili točne razlike među postajama i među mikrostaništima trebalo bi napraviti detaljnu faunističku analizu i odrediti životinje da najnižih sistematskih kategorija. Tada bi raznolikost na postajama i mikrostaništima bila daleko veća i usporedba bi dala mnogo bolje rezultate.

## 6. ZAKLJUČAK

1. Vrijednosti izmjerene temperature bile su ujednačene na obje postaje, minimalna 6.8 °C, a maksimalna 16.9 °C.
2. Izmjerene vrijednosti koncentracije kisika i zasićenja vode kisikom bile su nešto niže na postaji Izvor Rude. Na Izvoru Rude srednja vrijednost koncentracije otopljenog kisika iznosila je 9.499 mg/L, na postaji Ruda 2 10.516 mg/L. Srednja vrijednost zasićenja vode kisikom, na postaji Izvor Rude, iznosila je 99.1%, a na postaji Ruda 2 101.346%.
3. pH vrijednosti izvora Rude također su nešto niže od vrijednosti postaje Ruda 2. Srednja vrijednost pH prve postaje iznosila je 7.703, a vrijednost pH druge postaje 7.809.
4. Srednja vrijednost za provodljivost na postaji Izvor Rude, 322.154  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , viša je u odnosu na vrijednost postaje Ruda 2, 297.846  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .
5. Izmjerene srednje vrijednosti alkaliteta na postajama Izvor Rude i Ruda 2, iznosile su 154.38 mg  $\text{CaCO}_3/\text{L}$ , odnosno 143.269 mg  $\text{CaCO}_3/\text{L}$ .
6. Na krenalu i hipokrenalu pronađeno je 20 skupina makroskopskih beskralješnjaka. Ukupan broj jedinki veći je na krenalu.
7. Brojnošću jedinki, na obje istraživane postaje, ističu se skupine Chironomidae i Amphipoda. Na postaji Izvor Rude značajan postotak ukupnog broja jedinki otpada i na skupine ličinke Coleoptera i Gastropoda, a na postaji Ruda 2 na skupinu Ephemeroptera.
8. Gustoća makrofaune najveća je na mikrostaništu fitala, u odnosu na mikrostaništa velikog kamenja i šljunka, na obje istraživane postaje.
9. U fitalu krenala pronađeno je 20 skupina makrozoobentosa, a brojnošću dominiraju skupine Chironomidae i Amphipoda.
10. U fitalu hipokrenala pronađeno je 17 skupina makrozoobentosa, a najveća brojnost jedinki zabilježena je kod skupina Amphipoda i Chironomidae.





## Prilozi

**Tablica 7.** Brojnost jedinki pojedinih skupina makrozoobentosa na postaji Izvor Rude u razdoblju od 8./2004. – 8./2005. godine

Mjesec	08		2004		10		12		12		12	
	Iz Ruda S1	Iz Ruda S2	Iz Ruda S3	Iz Ruda S1 val	Iz Ruda S2 mah	Iz Ruda S3 šlj	Iz Ruda S1	Iz Ruda S2	Iz Ruda S1	Iz Ruda S2	Iz Ruda S3	Iz Ruda S3
Surber Br.	18	67	20	38	20	8	18	48	10			
Dubina (cm)	1R08S1	1R08S2	1R08S3	1R10S1	1R10S2	1R10S3	1R12S1	1R12S2	1R12S3			
Oznaka skup.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Araneae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bivalvia	0	13	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Hydrozoa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coleoptera Ad.	1	0	136	3	38	1	6	0	0	0	0	2
Coleoptera Lv.	2	13	2270	2	1380	47	61	11	495			
Collembola	0	0	0	0	0	0	0	1	1			
Ostracoda	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Amphipoda	53	24	1225	23	1746	55	321	76	114			
Decapoda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Isopoda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Copepoda	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Cladocera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diptera	0	0	7	0	0	0	1	2	11			
Chironomidae	3	0	493	0	1330	0	0	0	90			
Ephemeroptera	36	31	357	28	32	57	40	73	0			
Gastropoda	9	62	41	203	24	1054	840	735	35			
Heteroptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hirudinea	1	1	0	0	0	1	5	1	0			
Hydrachnidia	0	0	30	0	11	0	0	0	4			
Lepidoptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Megaloptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Nematoda	0	66	0	0	4	0	0	0	0			
Odonata	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Oligochaeta	1	106	0	0	5	0	0	7	1			
Plecoptera	0	0	223	0	230	0	6	6	8			
Trichoptera	33	8	261	2	8	8	2	4	3			
Turbellaria	0	0	0	0	1	0	0	0	0			
UKUPNO	139	327	5044	261	4811	1224	1283	915	767			

Tablica 7. Nastavak

Mjesec	02			04			04		
	Iz Ruda	Iz Ruda	Iz Ruda	Iz Ruda	Iz Ruda	Iz Ruda	Iz Ruda	Iz Ruda	
Postaja	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
Surber Br.	20	25-30	20-25	30-33	30-33	30-33	30-33	30-33	24-30
Dubina (cm)	1R02S1	1R02S2	1R02S3	1R04S1	1R04S2	1R04S3	1R04S1	1R04S2	1R04S3
Oznaka skup.									
Araneae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bivalvia	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydrozoa	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coleoptera Ad.	1	1	145	1	1	17	1	1	17
Coleoptera Lv.	22	21	992	8	21	42	8	21	42
Collembola	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostracoda	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amphipoda	74	26	1194	50	5	495	50	5	495
Decapoda	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Isopoda	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Copepoda	0	2	3	0	0	0	0	0	0
Cladocera	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diptera	0	0	23	0	0	12	0	0	12
Chironomidae	0	2	206	0	2	585	0	2	585
Ephemeroptera	60	244	20	4	40	1	4	40	1
Gastropoda	597	140	80	41	258	20	41	258	20
Heteroptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hirudinea	1	1	0	1	0	0	1	0	0
Hydrachnidia	0	0	19	0	0	5	0	0	5
Lepidoptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Megaloptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nematoda	0	0	25	0	0	2	0	0	2
Odonata	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oligochaeta	7	3	2	3	0	0	3	0	0
Plecoptera	2	581	86	2	41	8	2	41	8
Trichoptera	8	23	31	4	43	24	4	43	24
Turbellaria	0	1	6	0	1	3	0	1	3
UKUPNO	772	1045	2832	114	413	1214	114	413	1214



**Tablica 8.** Broj jedinki pojedinih skupina makrozoobentosa na postaji Ruda 2 u razdoblju od 8./2004. – 8./2005. godine

Mjesec	08		2004		10		12		Ruda 2		Ruda 2					
	Ruda 2 S1	20	Ruda 2 S2	2R08S2	Ruda 2 S3	2R08S3	Ruda 2 S1	2R10S1	Ruda 2 S2	2R10S2	Ruda 2 S1	Ruda 2 S2				
Postaja																
Surber Br.																
Dubina (cm)																
		2R08S1		2R08S2		2R08S3		2R10S1		2R10S2		2R12S1		2R12S2		2R12S3
Araneae		1		0		0		0		0		0		0		0
Bivalvia		0		25		0		0		0		4		0		0
Hydrozoa		0		0		0		0		0		0		0		0
Coleoptera Ad.		3		7		78		0		0		0		8		4
Coleoptera Lv.		2		32		588		4		10		7		14		9
Collembola		1		2		0		0		0		0		0		0
Ostracoda		0		0		3		0		0		0		0		0
Amphipoda		148		90		1914		63		5		55		52		191
Decapoda		0		0		0		0		0		0		0		0
Isopoda		0		0		0		0		0		0		0		0
Copepoda		0		0		0		0		0		0		0		0
Cladocera		0		0		0		0		0		0		0		0
Diptera		1		0		30		0		89		0		0		3
Chironomidae		4		17		1321		7		0		0		2		3
Ephemeroptera		273		258		331		17		519		19		315		16
Gastropoda		15		153		12		17		15		36		12		11
Heteroptera		0		0		0		0		0		0		0		0
Hirudinea		0		0		1		0		0		2		0		0
Hydrachnidia		0		0		149		0		0		1		2		1
Lepidoptera		0		0		0		0		0		0		0		0
Megaloptera		0		0		0		0		0		0		0		0
Nematoda		0		0		0		0		0		0		0		1
Odonata		0		0		0		0		0		0		0		0
Oligochaeta		0		0		3		1		1		0		9		1
Plecoptera		0		42		170		1		18		0		20		13
Trichoptera		55		103		287		8		13		8		12		60
Turbellaria		0		0		1		0		0		0		1		0
UKUPNO		503		729		4888		118		670		132		447		313

Tablica 8. Nastavak

Mjesec	02		04		04		Ruda 2		Ruda 2		Ruda 2	
	Ruda 2 S1	Ruda 2 S2	Ruda 2 S3	Ruda 2 S1	Ruda 2 S2	Ruda 2 S3	Ruda 2 S1	Ruda 2 S2	Ruda 2 S3	Ruda 2 S1	Ruda 2 S2	Ruda 2 S3
Surber Br.	24	35	25	30	28	25	30	28	30-35			
Dubina (cm)	2R02S1	2R02S2	2R02S3	2R04S1	2R04S2	2R04S3	2R04S1	2R04S2	2R04S3			
Araneae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bivalvia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydrozoa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coleoptera Ad.	1	2	33	3	0	0	3	0	178	0	0	0
Coleoptera Lv.	12	58	164	7	3	0	7	3	190	0	0	0
Collembola	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostracoda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amphipoda	298	82	387	189	12	0	189	12	549	0	0	0
Decapoda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Isopoda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Copepoda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cladocera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diptera	0	3	6	1	10	0	1	10	9	0	0	0
Chironomidae	0	2	37	0	8	0	0	8	1470	0	0	0
Ephemeroptera	50	109	12	16	82	0	16	82	36	0	0	0
Gastropoda	38	65	14	110	36	0	110	36	8	0	0	0
Heteroptera	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
Hirudinea	3	1	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0
Hydrachnidia	0	2	23	0	1	0	0	1	31	0	0	0
Lepidoptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Megaloptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nematoda	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
Odonata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oligochaeta	0	36	0	3	0	0	3	0	2	0	0	0
Plecoptera	1	49	8	8	22	0	0	22	23	0	0	0
Trichoptera	16	12	46	24	19	0	24	19	32	0	0	0
Turbellaria	0	0	0	0	1	0	0	1	2	0	0	0
UKUPNO	419	421	730	355	195	0	355	195	2534	0	0	0

Tablica 8. Nastavak

Mjesec	06			08			2005			Ukupno	%
	Ruda 2			Ruda 2			Ruda 2				
	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S2	S2	S3		
Postaja	22	33-38	26-32	28	31-41	17-25					
Surber Br.	2R06S1	2R06S2	2R06S3	2R08S1	2R08S2	2R08S3					
Dubina (cm)	0	0	0	0	0	0					
Araneae	0	0	0	0	0	0				1	0,004
Bivalvia	0	0	0	0	0	0				29	0,10
Hydrozoa	0	0	0	0	0	0				0	0
Coleoptera Ad.	2	5	105	1	0	59				489	1,77
Coleoptera Lv.	12	15	120	15	24	229				1515	5,49
Collembola	12	15	120	0	0	0				150	0,54
Ostracoda	0	0	0	0	0	0				3	0,011
Amphipoda	306	30	974	525	575	2777				9222	33,37
Decapoda	0	0	0	0	0	0				0	0
Isopoda	0	0	5	0	0	0				5	0,018
Copepoda	0	0	0	0	0	0				0	0
Cladocera	0	0	0	0	0	0				0	0
Diptera	0	2	171	0	2	21				348	1,26
Chironomidae	3	16	3252	0	5	377				6524	23,61
Ephemeroptera	58	524	681	67	2078	249				5710	20,66
Gastropoda	166	96	9	26	55	10				904	3,27
Heteroptera	0	0	0	0	0	0				1	0,004
Hirudinea	1	0	1	9	10	1				31	0,11
Hydrachnidia	0	3	168	0	2	16				399	1,44
Lepidoptera	0	0	0	0	0	0				0	0
Megaloptera	0	0	0	0	0	0				0	0
Nematoda	1	0	10	0	0	1				17	0,06
Odonata	0	0	0	0	0	0				0	0
Oligochaeta	7	0	3	14	16	0				96	0,35
Plecoptera	1	0	11	0	0	46				425	1,54
Trichoptera	20	142	351	41	130	378				1757	6,36
Turbellaria	0	4	0	0	0	0				9	0,033
UKUPNO	589	852	5981	698	2897	4164				27635	100

## 8. LITERATURA

---

Bache L. A., McElravy E. P., Resh V. H. (2006): Long-term seasonal variation in the biological traits of benthic-macroinvertebrates in two Mediterranean-climate streams in California, U.S.A. *Freshwater Biology* 51, 56-75.

Campatoli S., Ghetti P. F., Minelli A., Ruffo S. (1994): Manuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci Italiane. Vol. I. APRI B, Trento.

CRA/PPA (2000): Riječni sliv i pripadajuće obalno područje rijeke Cetine: Ekološki i socio-ekonomski profil. Centar za regionalne aktivnosti Programa prioritarnih akcija, Split.

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

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

Kerovec M. (1986): Priručnik za upoznavanje beskralješnjaka naših potoka i rijeka. Sveučilišna naknada Liber, Zagreb.

Korsu K. (2004): Response of benthic invertebrates to disturbance from stream restoration: the importance of bryophytes. *Hydrobiologia* 523, 37-45.

Linhart J., Fiuř škov , M., Uvir , V. (2002): Moss- and mineral substrata – dwelling meiobenthos in two different low-order streams. *Arch. Hydrobiol.* 154 (4): 543-560.

Mrakovčić M., Kerovec M., Plenković-Moraj A., Mihaljević Z., Mustafić P., Bukvić-Ternjej I., Razlog-Grlica J., Radović D., Kovačić D., Čaleta M., Radić I., Zanella D., Schneider D., Gottstein-Matočec S. (2001): Vrednovanje bioloških dobara rijeke i porječja Cetine. Studija, Biološki odjel PMF-a, Zagreb.



Gregg W. W., Rose, F. L. (1985): Influences of aquatic macrophytes on invertebrate community structure, guild structure, and microdistribution in streams. *Hydrobiologia* 128, 45-56.

Nilsson A. (1996): Aquatic Insects of North Europe. Volume 1. Apollo Books, Stenstrup.

Nilsson A. (1997): Aquatic Insects of North Europe. Volume 2. Apollo Books, Stenstrup.

Parker J. D., Burkespile D. E., Collins D. O., Kubenk J., Hay M. (2007): Stream mosses as chemically defended refugia for freshwater macroinvertebrates. *Oikos* 116, 302-312.

Sansoni G. (1992): Atlante per il riconoscimento dei macroinvertebrati dei corsi d'acqua italiani, 2<sup>a</sup> edizione. APR B, Trento.

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.

Suren, A. (1993): Bryophytes and associated invertebrates in first-order alpine streams of Arthur's Pass, New Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, Vol. 27: 479-494.

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

Vlčkova Š., Linhart, J., Uvir, V. (2002): Permanent and temporary meiofauna of an aquatic moss *Fontinalis antipyretica* Hedw. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis* 39-40: 131-140.

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, USA. U: Botosaneanu, L. (ur.) *Studies in Crenobiology. The biology of springs and springbooks*. Leiden, Backhuys Publishers, str. 39-48.

Williams D. D., Williams N. E. (1998): Invertebrate communities from freshwater springs: what can they contribute to pure and applied ecology. U: Botosaneanu, L. (ur.) *Studies in*

Crenobiology. The biology of springs and springbooks. Leiden, Bachuys Publishers, str. 251-261.

Zollhöfer J. M., Brunke M., 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.

Internetski izvori:

http 1: [http://www.dzsp.hr/publikacije/ Nacionalna%20klasifikacija%20stanista.pdf](http://www.dzsp.hr/publikacije/Nacionalna%20klasifikacija%20stanista.pdf)

http 2: <http://de.wikipedia.org/wiki/Phytal>

http 3: [http://www.tauchmonitor.de/glossar/phytal\\_set\\_language\\_de](http://www.tauchmonitor.de/glossar/phytal_set_language_de)

http 4: <http://www.dalmatian-nature.hr/hr/podrucje-details/ruda>