

UNIVERZITET U NIŠU  
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
DEPARTMAN ZA BIOLOGIJU I EKOLOGIJU

Branislav S. Dimitrov

**Ekološka analiza zajednice makrozoobentosa sliva  
Gaberske reke**

**Master rad**

Niš, 2016.

UNIVERZITET U NIŠU  
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
DEPARTMAN ZA BIOLOGIJU I EKOLOGIJU

Ekološka analiza zajednice makrozoobentosa sliva  
Gaberske reke

Master rad

Kandidat  
Branislav S. Dimitrov 133

Mentor  
dr Ana Savić

Niš, 2016.

UNIVERSITY OF NIŠ  
FACULTY OF SCIENCES AND MATHEMATICS  
DEPARTMENT OF BIOLOGY AND ECOLOGY

Ecological analysis of macrozoobenthos community at  
river catchment of Gaberska Reka

Master thesis

Candidate  
Branislav S. Dimitrov 133

Mentor  
PhD Ana Savić

Niš, 2016.

## **BIOGRAFIJA KANDIDATA**

Branislav Dimitrov rođen je 27. novembra 1990. godine u Pirotu. Osnovnu školu „Moša Pijade“ u Dimitrovgradu završava 2005. godine sa odličnim uspehom i Vukovom diplomom. Gimnaziju „Sveti Kirilo i Metodije“ u Dimitrovgradu završava 2009. godine, takođe sa Vukovom diplomom.

Nakon srednje škole, 2009. godine upisuje osnovne akademske studije na Prirodno-matematičkom fakultetu, Univerziteta u Nišu, na Departmanu za biologiju i ekologiju, koje završava 2013. godine sa prosečnom ocenom 8,34. Iste godine upisuje master akademske studije na Departmanu za biologiju i ekologiju, Prirodno-matematičkog fakulteta, Univerziteta u Nišu, smer Ekologija i zaštita prirode, koje završava 2016. godine sa prosečnom ocenom 8,5.

Aktivni je član Biološkog društva „dr Sava Petrović“.

## **ZAHVALNICA**

Prvenstveno veliku zahvalnost dugujem mojoj mentorki dr Ani Savić, docentu na Prirodno-matematičkom fakultetu u Nišu, na nesebičnoj pomoći prilikom istraživanja i sugestijama prilikom pisanja master rada.

Zahvalan sam i dr Đurađu Miloševiću, docentu na Prirodno-matematičkom fakultetu u Nišu, koji me je zajedno sa mojom mentorkom uveo u hidrobiološku nauku i podržavao u radu.

Oliveri Stamenković, studentu doktorskih studija Prirodno-matematičkog fakulteta u Nišu, zahvalan sam na velikoj pomoći prilikom determinacije uzoraka.

Zahvalnost dugujem i prijatelju Dimitru Timovu na pomoći prilikom izbora lokaliteta za uzorkovanje i njihovog nalaženja na terenu, kao i rođaku Cvetku Ivanovu na uručenoj literaturi o istraživanom području.

Posebno sam zahvalan mojoj porodici i prijateljima na pruženoj podršci tokom školovanja, čime su mi olakšali i ulepšali put do završetka studija.

***Naročito sam zahvalan mom bratu Danielu, koji je bio tu kad mi je bio najpotrebniji i kome posvećujem ovaj rad.***

## SAŽETAK

Na teritoriji opštine Dimitrovgrad zajednica makroinvertebrata je analizirana na devet lokaliteta u okviru sliva Gaberske reke. Od toga tri lokaliteta su izvorski ekosistemi a ostali lokaliteti pripadaju ekosistemima potoka.

U smislu diverziteta, kao najznačajnije se izdvajaju grupe Ephmeroptera, Trichoptera i Diptera. U kvantitativnom smislu – po abundanci najznačajnija grupa je grupa Amphipoda.

Kvalitet vode koji je određivan na osnovu FBI (familijarnog biotičkog indeksa) pokazuje vrednosti koje upućuju na I i II kategoriju kvaliteta vode.

**Ključne reči:** makrozoobentos, kvalitet vode, Ephmeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Diptera, Amphipoda

## ABSTRACT

Macroinvertebrate community structure was analyzed at nine localities at river catchment of Gaberska Reka within the territory of Dimitrovgrad Municipality. Three localities include spring ecosystems while the others belong to ecosystems of streams.

In terms of biodiversity, the most important groups were Ephemeroptera, Trichoptera and Diptera. In quantitative terms, the greatest abundance was recorded for the group Amphipoda.

Water quality was determined according to FBI (familiar biotic index) and the resulting values indicate I and II category of water quality.

**Key words:** macrozoobenthos, water quality, Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Diptera, Amphipoda

## Sadržaj

1.	UVOD .....	1
1.1.	Pregled dosadašnjih istraživanja datog područja .....	3
1.2.	Ciljevi rada .....	4
2.	OPŠTE KARAKTERISTIKE ISTRAŽIVANOG PODRUČJA .....	5
3.	MATERIJALI I METODE .....	15
4.	REZULTATI .....	17
5.	DISKUSIJA .....	34
6.	ZAKLJUČAK .....	36
7.	LITERATURA .....	37



# 1. UVOD

Voda predstavlja najrasprostranjeniju životnu sredinu na planeti Zemlji. Pokriva 71% njene ukupne površine a njena zapremina iznosi 1,6 milijardi km<sup>3</sup>. Od te zapremine, kopnenim vodama pripada samo oko 0,8%. Kopnene vode se dele na podzemne i površinske. Prema kretanju, površinske vode se dele na tekuće i stajaće. U tekuće vode spadaju kopnenene vode kod kojih celokupna vodena masa ima kontinuiran longitudinalni pravac kretanja niz nagib usled gravitacije, i u njih se ubrajaju izvori, potoci, male i velike reke. U stajaće vode ubrajaju se kopnene vodene mase kod kojih ne postoji kontinuiran tok u jednom pravcu, već se mogu zabeležiti samo strujanja i talasi. Tu spadaju jezera, bare, ritovi i močvare (Simić et al., 2009).

Tekuće vode (litički ekosistemi) nastaju na račun atmosferskih taloga, otapanjem lednika i topljenjem snega, ali mogu da izvire i iz drugih vodenih ekosistema, kao što su jezera (Grginčević et al., 1998).

Od izvora do ušća, rečni tok se deli na gornji, srednji, donji tok i ušće. Biljne i životinjske vrste koje žive u vodenim ekosistemima grupisane su u populacije i biocenoze (hidrobiocenoze). Svaka biocenoza ima karakterističnu strukturu, koja je definisana njenim kvalitativnim i kvantitativnim sastavom, vremenskim i prostornim rasporedom vrsta koje ulaze u njen sastav, kao i dinamikom svih navedenih osobina. Takođe, svaka biocenoza ima kompletnu trofičku strukturu, koju čine - producenti, konzumenti i reducenti. Postoji više hidrobiocenoza: neuston (plutajući organizmi), plankton (lebdeći organizmi), nekton (plivajući organizmi) i bentos (organizmi koji naseljavaju dno). Zajednicu makrozoobentosa čine životinjski organizmi, veći od 0,5 mm, koji su celim svojim životnim ciklusom ili delom vezani za dno (Simić et al., 2009).

Osim na fizičko-hemijske uslove u vodenoj sredini, hidrobionti su prilagođeni i na kretanje vode. Zbog hladne i brze vode u gornjim tokovima reka (područje ritrona), kamene podloge i relativno konstantnih uslova sredine, oni poseduju poseban niz adaptacija kako bi izbegli otplavlivanje i zahtevaju veliku količinu kiseonika. Zajednicu makroinvertebrata čine stenotermni organizmi sa dorzoventralno spljoštenim oblikom tela, specifičnim organima za pričvršćivanje i drugim morfo-anatomskim i fiziološkim adaptacijama. U području ritrona gde je manja brzina strujanja vode, javljaju se oblici makrozoobentosa karakteristični za srednji i donji tok (Grginčević et al., 1998).

U srednjem i donjem toku reke (područje potamona) uslovi su promenljiviji, strujanje vode sporo, dno je peskovito ili muljevito, količina kiseonika smanjena a makrozoobentosni organizmi ovog područja poseduju posebne adaptacije. To su euritermni organizmi koji mogu da se zarivaju u muljevitou podlogu i raspoređuju se po dnu prema prirodi podloge. Kvantitativni i kvalitativni sastav se razlikuje od onog na području ritrona (Grginčević et al., 1998).

U vodenim ekosistemima javlja se i sezonska dinamika u kvalitativnom i kvantitativnom sastavu vrsta u toku godine, koja je uslovljena životnim ciklusima različitih vrsta i promenljivim ekološkim uslovima (Grginčević et al., 1998).

Zajednica akvatičnih makroinvertebrata se koristi kao veoma pouzdan pokazatelj ekološkog stanja i dinamike ekoloških uslova koji se sukcesivno menjaju u slatkovodnim ekosistemima, kao i u različitim metodama procene kvaliteta vode. Navedene su neke od njihovih osobina koje im to omogućavaju, kao i praktični razlozi:

- Slatkovodne makroinvertebrate su široko rasprostranjena i ekološki diverzitetna grupa organizama.
- Fauna je brojna i pokazuje širok spektar odgovora na promene uslova sredine.
- Uzorkovanje i dalja analiza sprovode se jednostavnom i relativno jeftinom opremom.
- Makroinvertebrate su slabo pokretne, što omogućava njihovu upotrebu kao pokazatelja uslova sredine na određenom delu reke.
- Imaju dug životni ciklus, koji može da traje 1-5 godina na nivou larve i daju vremensku komponentu proceni, odnosno prikazuju promene zagađenja koje se dešavaju na vremenskoj skali.
- Većina grupa zajednice makroinvertebrata je dobro proučena sa dostupnim ključevima za identifikaciju i velikim brojem razvijenih metoda za analizu dobijenih podataka.

Pored prirodno uslovljenih vremenskih i prostornih promena u zajednicama makrozoobentosa, javljaju se i promene uslovljene antropogenim faktorom. Sve ubrzanijim industrijskim razvojem i urbanizacijom, dolazi do smanjivanja prirodnih ekosistema i zagađivanja istih. U prirodne vodotokove se ispušta velika količina otpadnih voda koje u njih dospevaju iz raznih industrijskih postrojenja, kanalizacija, poljoprivrednih površina i sl. Dok su srednji i donji tokovi reka često teško pogođeni različitim oblicima organskog i neorganskog zagađenja, gornji tokovi u brdsko-planinskim područjima su većim delom pošteđeni.

## 1.1. Pregled dosadašnjih istraživanja datog područja

Gaberska (Lukavačka) reka pripada slivu reke Nišave i uliva se u nju nizvodno od Dimitrovgrada. U veće reke koje pripadaju Nišavskom slivu a koje su istraživane sa aspekta makrozoobentosa, ubrajaju se još: Jerma, Temska sa pritokom Visočicom, Dojkinačka reka (pritoka Visočice) i Kutinska reka.

Na reci Nišavi su izvedena najobimnija istraživanja zajednice makrozoobentosa. Sistematično istraživanje makrozoobentosa reke Nišave na mesečnom nivou sprovedla je Savić (2012). Na osnovu zajednice Oligochaeta izvršena je saprobiološka analiza reke Nišave od strane Jakovčev (1985). Takođe, detaljno je istraživana struktura zajednice Ephemeroptera (Savić et al., 2014), kao i mogućnost njihove primene kao bioindikatora ekološkog stanje reke Nišave (Savić et al., 2011). Dalje, proučavan je i sastav zajednice Trichoptera u odnosu na ekološke uslove u reci Nišavi (Savić et al., 2013). Na teritoriji grada Niša, u slivu reke Nišave istraživana je dinamika zajednice makrozoobentosa (Aleksić, 2014), kao i taksonomska struktura (Vulić, 2014; Vulić et al., 2014) i ekološke karakteristike (Vasov, 2014) zajednice Trichoptera. Istraživanja makrozoobentosa sprovedena su na reci Nišavi u okviru brojnih hidrobioloških radova koji obuhvataju sliv Južne Morave (Novaković, 2012; Živić et al., 2006; Marković et al., 2014; Protić et al., 2007).

Pritoke reke Nišave istraživane su u manjem obimu. Todosijević (2013) je istraživao sposobnost grupe EPT i familije hironomida u razdvajanju lokaliteta različitog kvaliteta vode na reci Nišavi i njenim pritokama Jerma, Temskoj i Visočici. Detaljniju analizu strukture i dinamike zajednice makrozoobentosa na rekama Temskoj, Visočici i Dojkinačkoj reci uradili su Živić et al. (2005), što predstavlja značajan doprinos poznavanju biodiverziteta makroinvertebrata planinskih potoka i reka.

Radovi u kojima je obuhvaćen tok Gaberske (Lukavačke) reke su retki, obuhvataju samo jedan lokalitet (Mrtvine) i vezani su za istraživanja distribucije pojedinačnih vrsta: *Gammarus balcanicus* i *G. fossarum* (Živić et al., 2007), *Amphimelania holandrii* (Novaković et al., 2013), *Pomatinus substriatus* (Novaković et al., 2014). Takođe, Republički hidrometeorološki zavod Srbije sprovodi redovnu saprobiološku analizu vode na osnovu zajednice makrozoobentosa na lokalitetu Mrtvine, počev od 1971. godine. Istraživanja zajednice makrozoobentosa celog sliva Gaberske (Lukavačke) reke nisu ranije sprovedena.

## **1.2. Ciljevi rada**

- Fauna bentosnih makroinvertebrata slabo je proučavana u brdsko-planinskim potocima i rekama naše zemlje pa je jedan od ciljeva ovog rada da doprinese poznavanju biodiverziteta i kvalitativnom i kvantitativnom sastavu njihovih zajednica na regionalnom nivou.
- Drugi cilj je da se sagleda longitudinalni raspored strukture zajednica makrozoobentosa od izvora prema ušću.
- Sagledavanje negativnog uticaja koji imaju mala urbana područja na kvalitet vode.

## 2. OPŠTE KARAKTERISTIKE ISTRAŽIVANOG PODRUČJA

Gaberska (Lukavačka) reka se nalazi na krajnjem jugoistoku Srbije, na teritoriji opštine Dimitrovgrad i predstavlja prekograničnu reku sa Republikom Bugarskom (Slika 1). Ona je prva pritoka reke Nišave na srpskoj teritoriji i uliva se sa njene leve strane nizvodno od Dimitrovgrada, u naselju Beleš. Gaberska reka nastaje spajanjem više potoka u selu Gaber, na teritoriji opštine Dragoman, u Bugarskoj. Nizvodno prima više pritoka, teče severozapadno i kod sela Donja Nevlja ulazi u Srbiju, gde prima vode Nevljanske reke. Svoj tok nastavlja na sever, protiče kroz naselje Lukavica, gde je poznata kao Lukavačka<sup>1</sup> reka i kroz naselje Beleš, gde se uliva u reku Nišavu. Sliv Gaberske reke na srpskoj teritoriji obuhvata Nevljansku reku sa svojim pritokama na jugozapadu (glavne su Crna reka, Kaluđerski potok, Bela voda) i pritokama nizvodno od spajanja sa Nevljanskom rekam (Lupičin dol, Pračka bara). Svi glavni tokovi njenog sliva su obuhvaćeni prilikom ovog istraživanja.

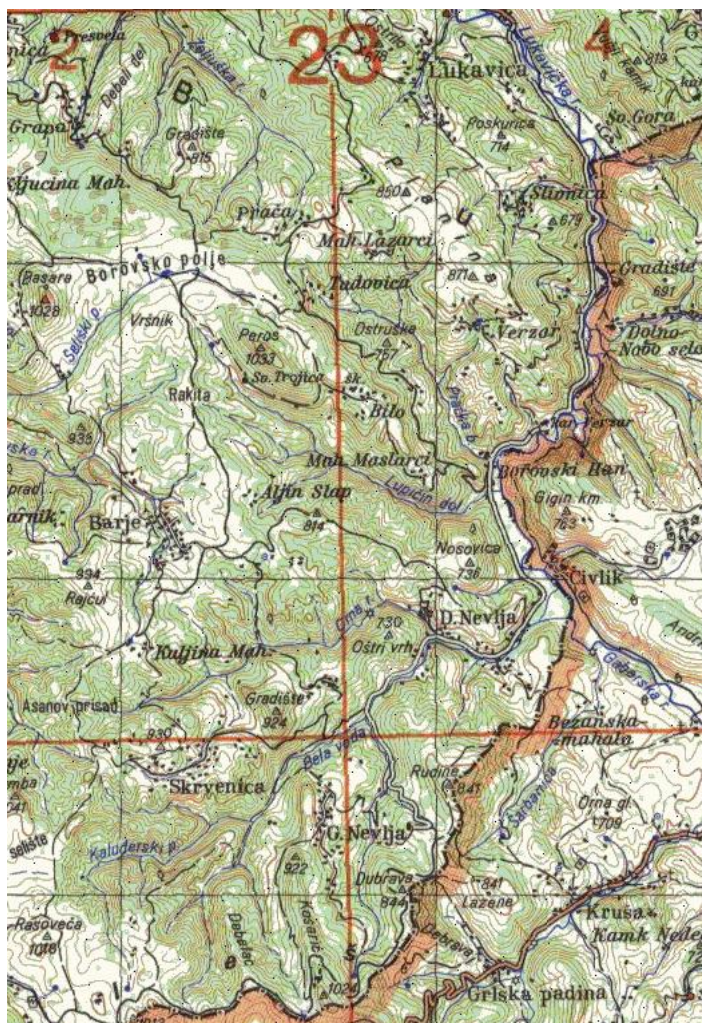
Istraživani prostor je izrazito brdsko-planinsko područje (Slika 2). Na ovom prostoru su prisutne raznovrsne geološke formacije, predstavljene deluvijalnim i aluvijalnim tvorevinama. Geološki supstrat u osnovi ima podlogu od sedimentnih stena, koje su mestimično udružene sa tvorevinama iz gornje krede - magmatske stene andezita sa fero-magnezijumskim formacijama: faliti i daciti (Marinkov, 2001).

Prisutna zemljišta su uglavnom šumska, u procesu stvaranja podzola i degradacije (Marinkov, 2001).

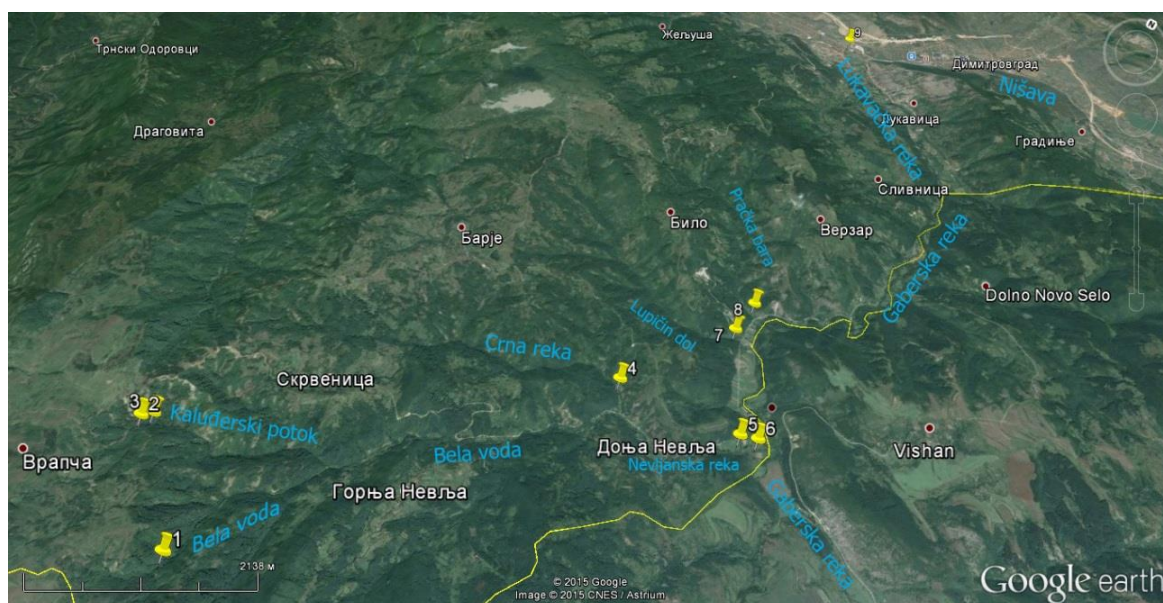
Svojim geografskim položajem ovo područje pripada umereno-kontinentalnoj klimatskoj zoni. Ako se uzmu u obzir prirodni orografski uslovi, reljef i nadmorska visina, klima se diferencira od umereno do planinsko kontinentalne. Do nadmorske visine od 700 m, područje se odlikuje umereno-kontinentalnom klimom. Oblast iznad 700 do 1500 m pripada subplaninskoj (Marinkov, 2001).

---

<sup>1</sup> Zvanično, prema Republičkom hidrometeorološkom zavodu Srbije, reka zadržava naziv Gaberska sve do uliva u reku Nišavu. Međutim, u narodu je mnogo poznatija kao Lukavačka reka, pa će u tekstu naziv biti zadržan u zagradi.



**Slika 1** - Sliv Gaberske reke (topografska karta)



**Slika 2** - Sliv Gaberske (Lukavačke) reke sa označenim lokalitetima

Nevljanska reka, koja se uliva u Gabersku reku odmah ispod sela Donja Nevlja, nastaje spajanjem Crne reke i potoka Bela voda u istom selu. Crna reka ima više izvora u brdima između sela Skrvenica i Borovo i predstavlja tok trećeg reda. Potok Bela voda ima razbijeno izвориšte u brdima sela Vrapča. U gornjem delu toka protiče kroz gustu bukovu šumu pa mu je dno bogato opalim lišćem i posećenim deblima u fazi raspadanja i uglavnom je muljevito ili šljunkovito. U donjem delu toka protiče kroz šumu graba i ima šljunkovito dno. U potok Bela voda se uliva Kaluđerski potok između sela Gornja Nevlja i Skrvenica, kao i veći broj manjih potoka koji nastaju za vreme kišnih sezona. Kaluđerski potok ima dva stalna izvora koncentrisanog tipa, takođe u selu Vrapča. Njegovo dno je većim delom kamenito. Nakon spajanja sa Kaluđerskim potokom, potok Bela voda nastavlja svoj tok kao pritoka trećeg reda sve do spajanja sa Crnom rekom, čime nastaje Nevljanska reka, pritoka četvrtog reda. Gaberska reka ulazi u Srbiju kao pritoka četvrtog reda. Nizvodno od ušća Gaberske i Nevljanske reke, u Gabersku (Lukavačku) reku (koja već predstavlja pritoku petog reda), ulivaju se dva potoka - Lupičin dol i Pračka bara, kao i veći broj potoka povremenog karaktera. Potoci Lupičin dol i Pračka bara izviru u brdima u okolini Borovskog polja. Predstavljaju pritoke drugog reda. U donjem delu toka, oni protiču kroz gustu grabovu šumu i imaju šljunkovito i kamenito dno.

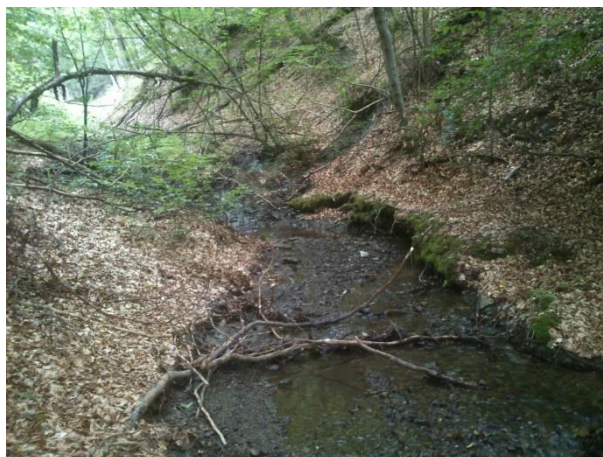
Za potrebe biocenološkog istraživanja, odabrano je devet reprezentativnih lokaliteta u slivu Gaberske (Lukavačke) reke, koji predstavljaju pritoke od prvog do petog reda. U istraživanju su obuhvaćena tri izvora - dva na Kaluđerskom potoku i jedan na potoku Bela voda. Nizvodno su obuhvaćeni svi stalni vodotokovi koji čine sliv Gaberske (Lukavačke) reke - Crna reka, Nevljanska reka, Gaberska reka, Lupičin dol i Pračka bara. Poslednji lokalitet se nalazi u donjem toku Gaberske (Lukavačke) reke, ispred uliva u Nišavu, u naselju Beleš.



## Lokalitet 1

Nadmorska visina: 917 m

Geografske koordinate:     N 42°53'31"  
   E 22°43'22"



**Slika 3** - Lokalitet 1

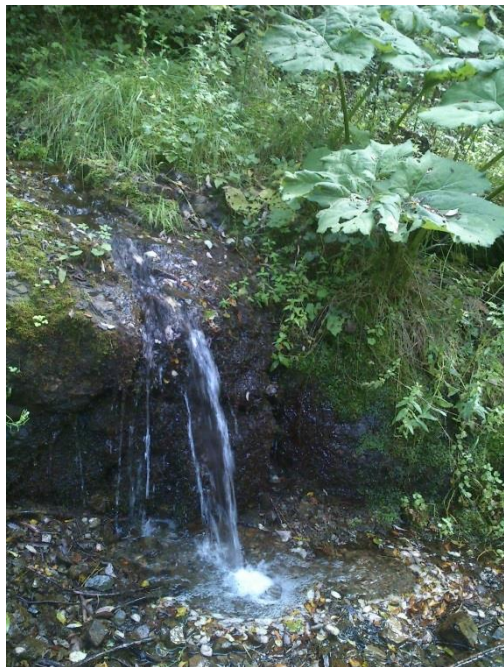
Lokalitet broj 1 (Slika 3) se nalazi na izvoru potoka Bela voda u blizini sela Vrapča. Potok je okružen gustom bukovom šumom koja onemogućava prodor sunčevih zraka. Zapažaju se ostaci posečenih grana i debala, koji pored opalog lišća povećavaju količinu organske materije koja je u fazi raspadanja na dnu potoka. Zbog navedenog je dno pretežno muljevito, na pojedinim mestima stenovito i šljunkovito.



## Lokalitet 2

Nadmorska visina: 888 m

Geografske koordinate: N 42°54'07"  
E 22°42'16"

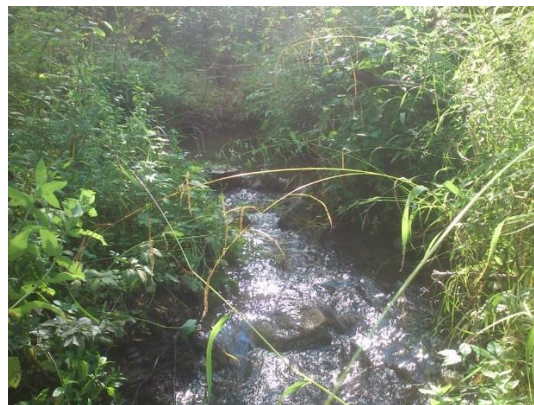


**Slika 4 - Lokalitet 2**

## Lokalitet 3

Nadmorska visina: 890 m

Geografske koordinate: N 42°54'10"  
E 22°42'20"



**Slika 5 - Lokalitet 3**

Drugi (Slika 4) i treći (Slika 5) lokalitet obuhvataju dva stalna izvora Kaluđerskog potoka, koji se nalaze na par desetina metara jedan od drugog, u selu Vrapča. Drugi lokalitet je na izvoru koji se nalazi s desne strane, dok se treći nalazi uzvodno par desetina metara, na izvoru s leve strane (posmatrano nizvodno). Potoci koji nastaju iz oba izvora se sastaju kod izvora na drugom lokalitetu. Na trećem lokalitetu dno je pretežno kamenito. Na drugom je također kamenito, sa kamenjem gusto obraslim vodenom mahovinom. Priobalna vegetacija je bujna. Leva obala je obrasla zeljastom vegetacijom, dok na desnoj obali dominiraju drvenaste vrste iz roda *Fagus* i *Carpinus*. Oba lokaliteta se nalaze na osunčanom terenu.

#### **Lokalitet 4**

Nadmorska visina: 649 m

Geografske koordinate:     N 42°55'50"  
   E 22°45'22"



***Slika 6 - Lokalitet 4***

Lokalitet 4 (Slika 6) se nalazi na Crnoj reci, oko 200 m uzvodno od sastava sa potokom Bela voda, u selu Donja Nevlja, iznad poslednjih kuća. Lokalitet se nalazi na osunčanom prostoru, a okolna vegetacija je predstavljena grabovom šumom i vrbama na obali reke. Dno reke je kamenito i šljunkovito.

### Lokalitet 5

Nadmorska visina: 560 m

Geografske koordinate: N 42°55'50"  
E 22°46'50"

### Lokalitet 6

Nadmorska visina: 559 m

Geografske koordinate: N 42°55'48"  
E 22°46'45"

Peti lokalitet (Slika 7) se nalazi na Nevljanskoj reci, odmah iznad njenog spajanja sa Gaberskom rekom. Nalazi se u senci vrbe a dno reke je šljunkovito. Lokalitet broj 6 (Slika 7) se nalazi na Gaberskoj reci iznad spajanja sa Nevljanskom rekom, u selu Donja Nevlja, blizu granice sa Bugarskom. Na mestu uliva Gaberska reka je velikog protoka, dubine preko jednog metra i teče velikom brzinom a njeno dno je kamenito. Nevljanska reka je manjeg protoka. Nedaleko od obale se nalaze poljoprivredne površine.



**Slika 7** - Lokalitet 5 (desno) i lokalitet 6 (levo)

## Lokalitet 7

Nadmorska visina: 573 m

Geografske koordinate:     N 42°56'40"  
   E 22°46'00"

Sledeći lokalitet na kome je uzorkovano je potok Lupičin dol – lokalitet 7 (Slika 8), uzvodno od mesta uliva u Gabersku (Lukavačku) reku. Na mestu uzorkovanja dno je kamenito a okolna vegetacija bujna. Dominiraju drvenaste vrste - grab, vrba i topola, tako da se potok nalazi u dubokoj senci.



*Slika 8 - Lokalitet 7*



## Lokalitet 8

Nadmorska visina: 551 m

Geografske koordinate:     N 42°56'54"  
   E 22°46'00"

Potok Pračka bara, na kome se nalazi lokalitet 8 (Slika 9), uliva se u Gabersku (Lukavačku) reku stotinak metara nizvodno od mesta ulivanja potoka Lupičin dol. Mesto uzorkovanja je u blizini spajanja sa Gaberskom (Lukavačkom) rekom. Na levoj obali nalazi se prostrana livada, dok je sa desne strane šuma graba, koja pravi blagu senku. Dno potoka je pokriveno šljunkom i peskom.



***Slika 9 - Lokalitet 8***

## Lokalitet 9

Nadmorska visina: 450 m

Geografske koordinate:     N 43°00'41"  
                                      E 22°45'11"

Poslednji, deveti lokalitet (Slika 10), nalazi se na Gaberskoj (Lukavačkoj) reci, na stotinak metara pre ušća u reku Nišavu. Mesto uzorkovanja se nalazi u naselju Beleš, ispod poslednjih kuća. Obala reke je malim delom uređena, odnosno popločana kamenim blokovima, dok je ostatak obale obrastao rogozom (*Typha latifolia*). Rečno dno je u sredini šljunkovito i kamenito, dok je uz obalu muljevito.



**Slika 10** - Lokalitet 9

### 3. MATERIJALI I METODE

Uzorkovanje makrozoobentosa sliva Gaberske (Lukavačke) reke izvršeno je u jednom aspektu, 16. i 17. avgusta 2014. godine. U toku istraživanja, analizirano je ukupno 9 uzoraka.

Za uzorkovanje bentosa je korišćena Kick-net mreža sa kvadratnim ramom dimenzija 35x35cm i promerom okaca od 300  $\mu$ m. Na svakom lokalitetu uzorkovanje je izvršeno tri puta - uz levu i desnu obalu i na sredini vodotoka u okviru dužine toka do 50 m, pri tom vodeći računa da budu obuhvaćeni što raznovrsniji supstrati. Uzorkovanje se sprovodi tako što se ram mreže postavi normalno u odnosu na podlogu, tako da strujanje vode nosi konus mreže nizvodno. Ispred rama mreže supstrat se uzbukava nogom u okviru horizontalnog preklopnog rama kako bi vodena struja unela sve prisutne jedinke u mrežu. Mreža se zadržava u vodi još neko vreme (oko jedan minut) da se voda razbistri a nakon toga se vadi i mreža ispere (Hauer et al., 2007). Uzorci su fiksirani na terenu 70%-tnim alkoholom i transportovani u laboratoriju u plastičnim kesama. Svaki uzorak je etiketiran sa nazivom lokaliteta i datumom, u terenski dnevnik su unešeni detaljni podaci o svakom lokalitetu (nadmorska visina, geografske koordinate, tip podloge, okolna vegetacija, osunčano/zasenčeno područje, brzina strujavanja vode) a svaki lokalitet je fotografisan digitalnim fotoaparatom.

U prostorijama laboratorije izvršeno je sređivanje uzoraka - trebljenje i sortiranje, da bi se kasnije pristupilo identifikaciji makroinvertebrata. Makroinvertebrate su identifikovane korišćenjem relevantnih ključeva za identifikaciju za svaku grupu posebno, pomoću binokularne lupe Leica MZ- 16A Stereomicroscope i mikroskopa Leica System Microscope DM2500. Identifikovane individue su sačuvane u staklenim flašicama gde se nalazi 96%-tni alkohol i u svaku flašicu je ubačena etiketa sa nazivom vrste, datumom i brojem lokaliteta na kome je uzorkovano.

Za identifikaciju uzorkovanih jedinki Diptera korišćeni su ključevi prema sledećim autorima: Nilsson (1997), Vallenduuk & Pillot (2007) i Pillot (2009). Identifikacija Trichoptera je izvršena pomoću ključeva Wallace et al. (1990) i Edington & Hildrew (1995). Jedinke Ephemeroptera su identifikovane prema ključevima koje su dali Belfiore (1983) i Elliott et al. (1988). Grupe Gastropoda i Bivalvia su identifikovane na osnovu identifikacionih ključeva (Ložek, 1956; Macan & Douglas Cooper, 1994), priručnika (Pfleger, 2000) i udžbenika (Георгиев, 2014). Za identifikaciju Plecoptera upotrebljeni su ključevi prema Hynes-u (1967) i Zwick-u (2004). Grupa Odonata je identifikovana korišćenjem ključeva koje su dali Бешовски (1994) i Nilsson (1997), Hirudinea prema ključu Mann & Watson-a (1964), dok su za identifikaciju Oligochaeta korišćeni ključevi po Brinkhurst-u (1971) i Hrabě-u (1981).

Prilikom obrade dobijenih podataka, diverzitet je, radi poređenja, određen pomoću Shannon-ovog indeksa ( $H'$ ) prema sledećoj formuli:

$$H' = - \sum_{i=1}^R p_i \ln p_i ,$$

gde  $p_i$  predstavlja odnos broja jedinki taksona  $i$  i ukupnog broja svih vrsta ( $R$ ). Veće vrednosti Shannon-ovog indeksa ukazuju na veći broj vrsta u odnosu na broj jedinki u posmatranoj zajednici (Karadžić et al., 2009).

Takođe su određene vrednosti Simpon-ovog indeksa diverziteta ( $D$ ) prema formuli:

$$D = \frac{\sum n(n-1)}{N(N-1)} ,$$

gde  $n$  predstavlja broj jedinki datog taksona, dok  $N$  predstavlja ukupan broj jedinki svih prisutnih taksona na datom lokalitetu. Vrednost Simpson-ovog indeksa ukazuje na verovatnoću da dve nasumično uzorkovane individue pripadaju istoj vrsti (Karadžić et al., 2009).

Za analizu kvaliteta vode na osnovu zajednice makroinvertebrata korišćen je Familijarni biotički indeks – Family Biotic Index (FBI), prema formuli:

$$FBI = \frac{\sum x_i t_i}{n} ,$$

gde  $x_i$  predstavlja broj jedinki unutar taksona,  $t_i$  toleranciju taksona na zagađenje,  $n$  ukupan broj organizama u uzorku. Vrednosti indeksa se kreću od 0 do 10, pri čemu veće vrednosti ukazuju na veći stepen organskog zagađenja (Hauer et al., 2007).



## 4. REZULTATI

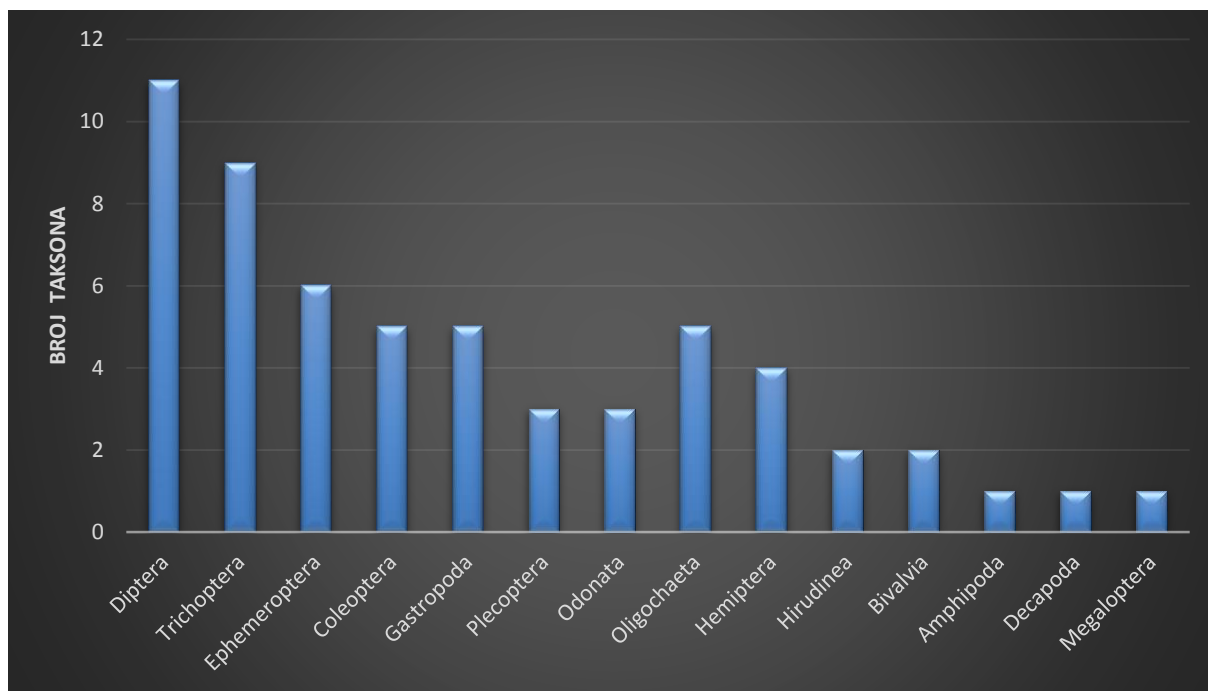
Zajednica makroinvertebrata je analizirana na devet lokaliteta u okviru sliva Gaberske reke. Od toga tri lokaliteta su izvorski ekosistemi a ostali ekosistemi pripadaju ekosistemima potoka i reka. Na najvećoj nadmorskoj visini nalazi se lokalitet 1 (917 m) a na najmanjoj lokalitet 9 (450 m). Lokaliteti pripadaju od I do V reda reke (Tabela 1).

**Tabela 1** - Geografska pozicija lokaliteta sa kojih je vršeno uzorkovanje i hidrografski karakter

LOKALITETI	NADMORSKA VISINA (m)	KOORDINATE	RED VODOTOKA
1. Izvor potoka Bela voda	917	N 42° 53' 31" E 22° 43' 22"	I
2. Izvor 1 Kaluđerskog potoka	888	N 42° 54' 07" E 22° 42' 16"	I
3. Izvor 2 Kaluđerskog potoka	890	N 42° 55' 07" E 22° 42' 18"	I
4. Crna reka	649	N 42° 55' 50" E 22° 45' 22"	III
5. Nevljanska reka	560	N 42° 55' 50" E 22° 46' 47"	IV
6. Gaberska reka	559	N 42° 55' 48" E 22° 46' 45"	V
7. Lupičin dol	573	N 42° 56' 40" E 22° 46' 00"	II
8. Pračka bara	551	N 42° 56' 54" E 22° 46' 00"	II
9. Gaberska (Lukavačka) reka	450	N 43° 00' 41" E 22° 45' 11"	V

Istraživanjem zajednice makroinvertebrata sliva Gaberske (Lukavačke) reke za vreme letnje sezone utvrđeno je prisustvo 145 taksona iz ukupno 14 grupa. Od toga je jedan takson determinisan do nivoa klase, 17 do nivoa familije, po jedan do nivoa potfamilije i tribusa, 39 do nivoa roda.

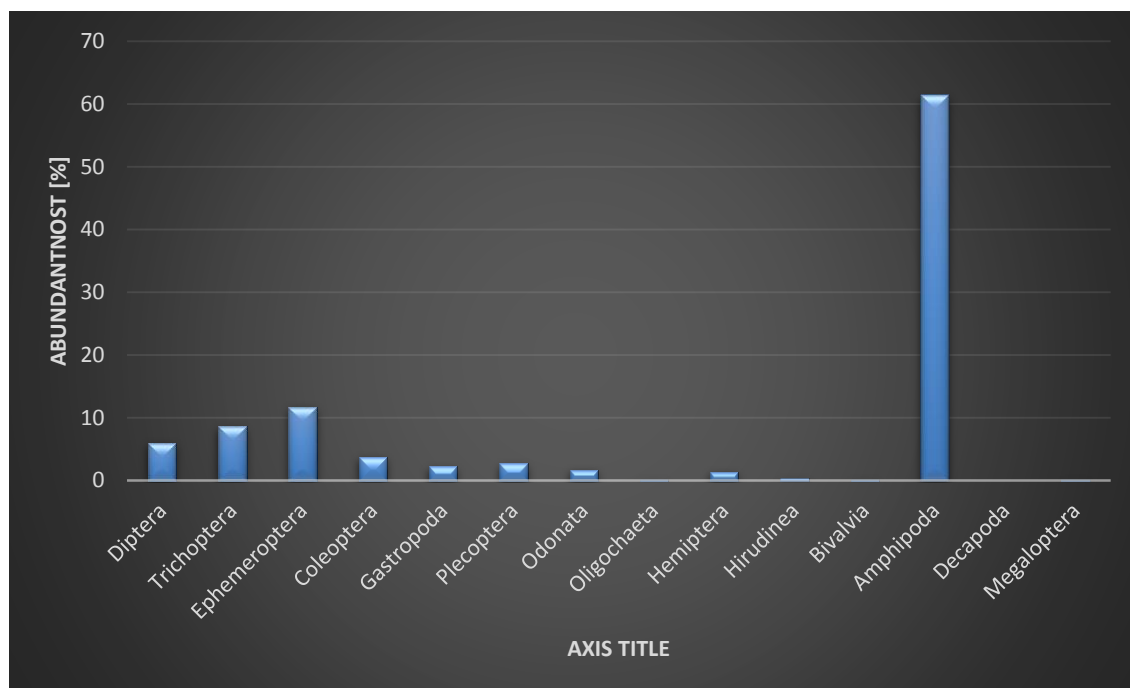
Po broju taksona dominira klasa Insecta, u okviru koje je izdvojeno ukupno 42 familije. Po diverzitetu dominiraju red Diptera sa 11 familija i red Trichoptera sa 9 familija. Sa manjim brojem familija su zastupljeni red Ephemeroptera – 6 familija, red Coleoptera – 5, red Hemiptera – 4 familja. Sa po 3 familje su predstavljeni redovi Odonata i Plecoptera, dok red Megaloptera predstavlja samo jedna familija. Klase Gastropoda i Oligochaeta su zastupljene sa po 5 porodica, dok su klasa Bivalvia i potklasa Hirudinea predstavljene sa po dve familije. Podrazdeo Crustacea zastupljen je sa dva reda – Amphipoda i Decapoda, kojima pripada po jedna familija (Slika 11).



**Slika 11** - Diverzitet familija makrozoobentosa

Tokom istraživanja kvalitativno-kvantitativnog sastava zajednice makrozoobentosa sliva Gaberske (Lukavačke) reke, ukupno je izdvojeno 10640 jedinki.

Abundantnost je među grupama drugačije raspoređena od broja taksona (Slika 12). Dominira red Amphipoda, koji je zastupljen dvema vrstama iz roda *Gammarus*, sa 61,3% od ukupnog broja uzorkovanih jedinki. Značajnu brojnost takođe pokazuju taksoni iz redova Ephemeroptera – 11,7%, Trichoptera – 8,6% i Diptera – 6%. Manje su brojne grupe Coleoptera – 3,7%, Plecoptera – 2,7%, Gastropoda – 2,2% i Odonata 1,6%, dok su ostale grupe zastupljene brojnošću od 1% i manje.

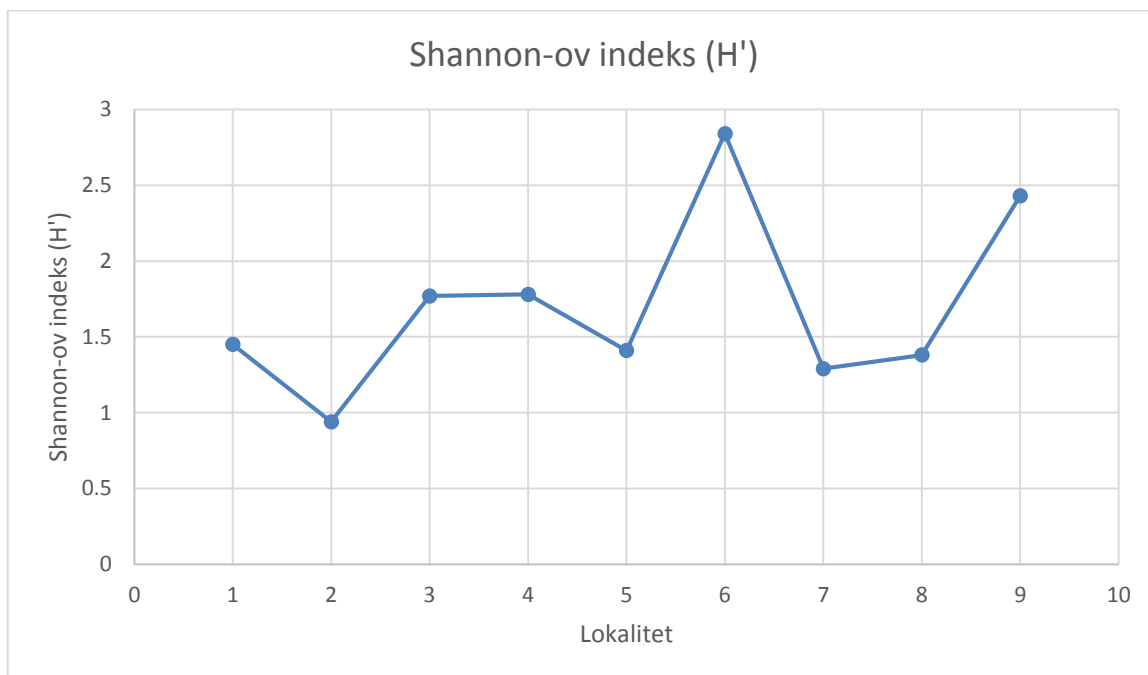


**Slika 12** - Učešće grupa makrozoobentosa u ukupnoj abundanciji

Pored roda *Gammarus* iz porodice Gammaridae (Amphipoda), porodice koje pokazuju značajnu abundantnost u okviru grupe Ephemeroptera su Ephemeridae i Baetidae. Unutar reda Trichoptera dominira familija Lepidostomatidae. Kao četvrta najzastupljenija grupa makroinvertebrata javlja se red Diptera, unutar koga su najznačajniji predstavnici familije Chironomidae. Među Coleoptera-ma dominiraju predstavnici familije Elmidae. Grupa Plecoptera, kao značajni predstavnik brdsko-planinskih tekućica, kao značajne predstavnike na istraživanim lokalitetima ima predstavnike familije Leuctridae i porodice Perlidae. U grupi Gastropoda dominira porodica Lymnaeidae.

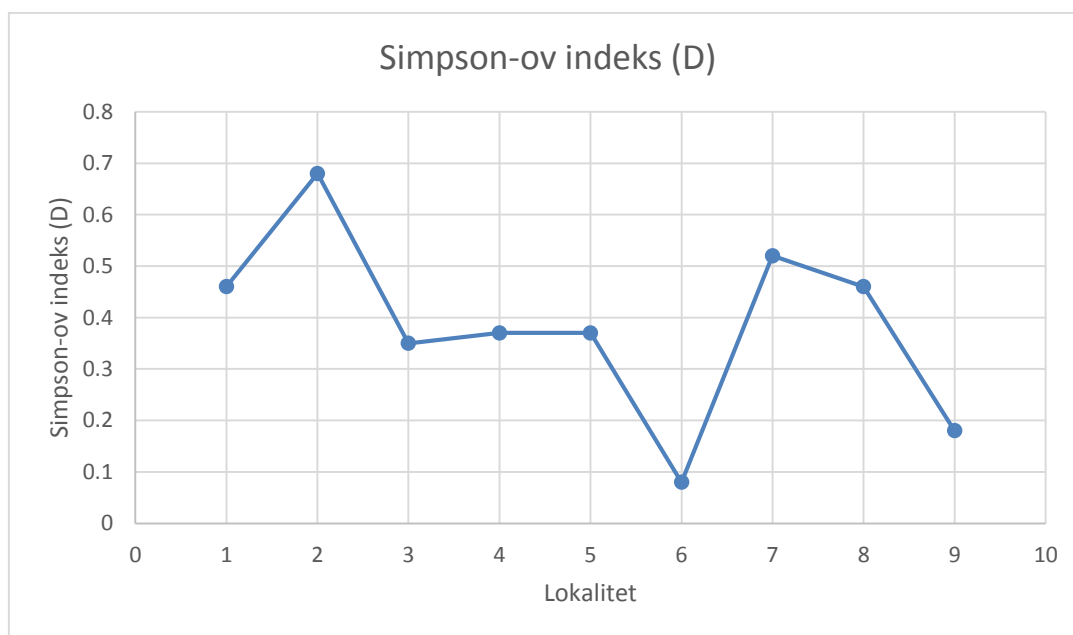
Gammaridae (Amphipoda) i Chironomidae (Diptera) predstavljaju familije koje su rasprostranjene na svim lokalitetima. Po rasprostranjenosti slede porodice Baetidae i Heptageniidae iz reda Ephemeroptera, pronađene na osam lokaliteta. Porodice Hydropsychidae i Limnephilidae iz grupe Trichoptera, Leuctridae (Plecoptera) i porodica Elmidae (Coleoptera) su izolovane sa sedam lokaliteta.

Najveći diverzitet zajednice (Shannon-ov indeks diverziteta,  $H'$ ) konstatovan je na lokalitetu 6 i iznosi 2.84, dok je najmanji diverzitet utvrđen na lokalitetu 2 i iznosi 0.94 (Slika 13).



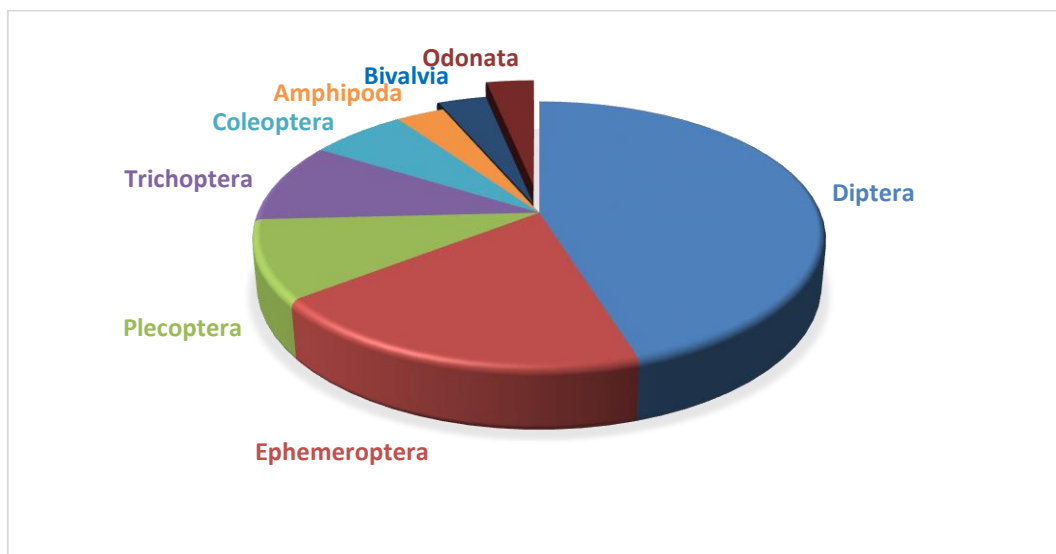
**Slika 13** - Vrednosti Shannon-ovog indeksa na istraživanim lokalitetima

Odnos vrednosti Simpson-ovog diverziteta u okviru zajednica suprotan je odnosu koji se javlja kod vrednosti Shannon-ovog indeksa, tako da najveću vrednost pokazuje lokalitet 2 gde vrednost indeksa iznosi 0.68 a najmanju lokalitet 6 sa vrednošću 0.08 (Slika 14).



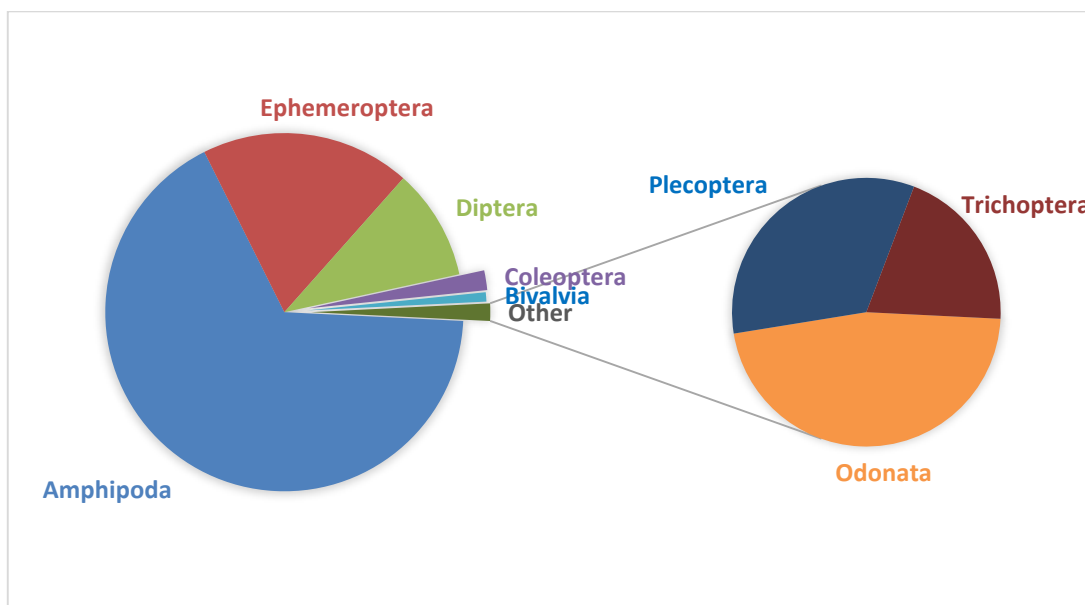
**Slika 14** - Vrednosti Simpson-ovog indeksa na istraživanim lokalitetima

Na lokalitetu 1, po broju izolovanih taksona, dominira grupa Diptera sa 14 identifikovanih taksona. Njoj se po raznovrsnosti pridružuje red Ephemeroptera sa 6 taksona, od ukupno 31 izolovanih na tom lokalitetu (Slika 15).



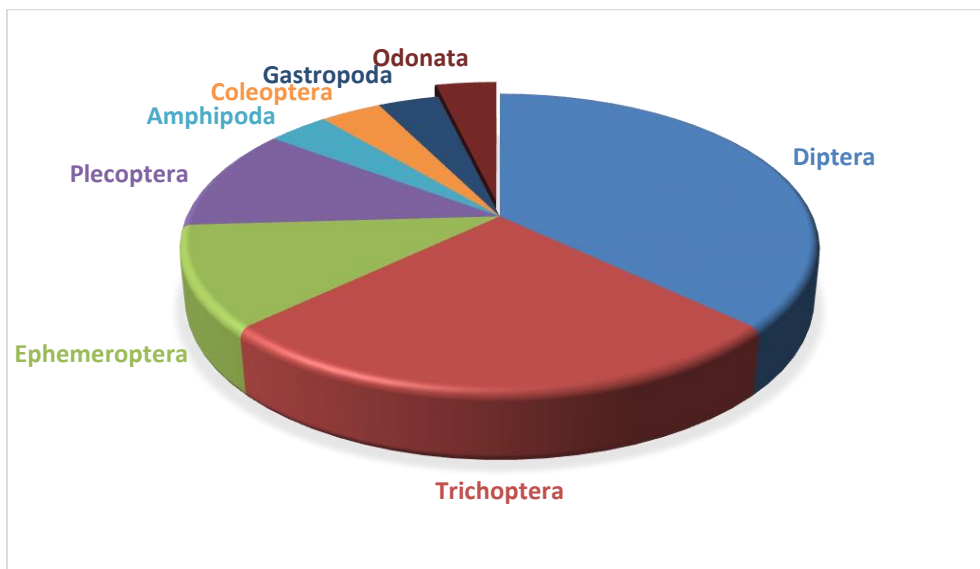
**Slika 15** - Učešće različitih grupa makroinvertebrata po broju identifikovanih taksona u sastavu celokupne zajednice na lokalitetu 1

Na skoro svim ispitivanim lokalitetima istraživanih ekosistema sliva Gaberske (Lukavače) reke dominantnost u ukupnoj abundanciji pripada rodu *Gammarus* (Amphipoda). Međutim, na različitim lokalitetima, ovoj grupi se pridružuju i neke druge. Na lokalitetu 1, red Amphipoda, zajedno sa insekatskim redovima Ephemeroptera i Diptera, čine ukupno 96% u ukupnoj abundanciji (Slika 16).



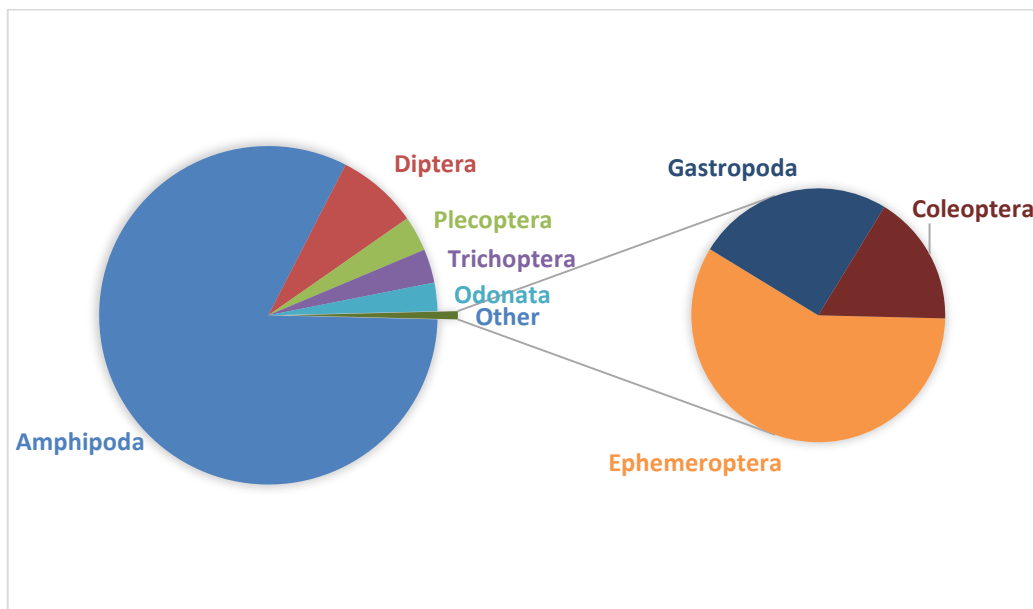
**Slika 16** - Učešće različitih grupa makroinvertebrata u ukupnoj abundanciji u sastavu celokupne zajednice na lokalitetu 1

Na lokalitetu 2 najdiverzitetniju grupu takođe predstavlja insekatski red Diptera sa ukupno 10 taksona. Međutim, njemu se pridružuje red Trichoptera sa 7 identifikovanih taksona, dok su redovi Ephemeroptera i Plecoptera zastupljeni sa po 3 taksona. Ukupno je izolovano 27 taksona na drugom lokalitetu (Slika 17).



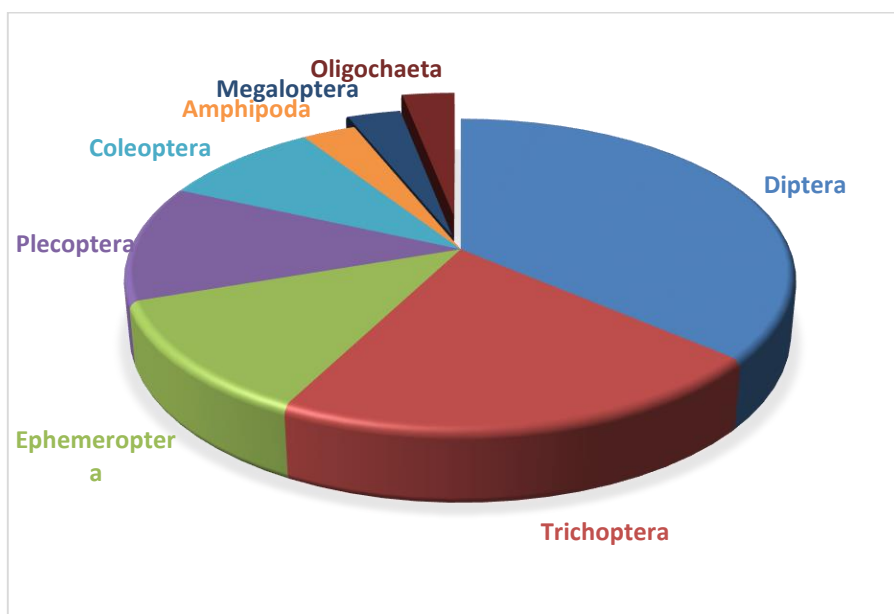
**Slika 17** - Učešće različitih grupa makroinvertebrata po broju identifikovanih taksona u sastavu celokupne zajednice na lokalitetu 2

Dominaciji brojnosti populacije grupe Amphipoda, na lokalitetu 2 se pridružuje grupa Diptera i zajedno čine 90% u ukupnoj brojnosti uzorkovanih jedinki na tom lokalitetu (Slika 18).



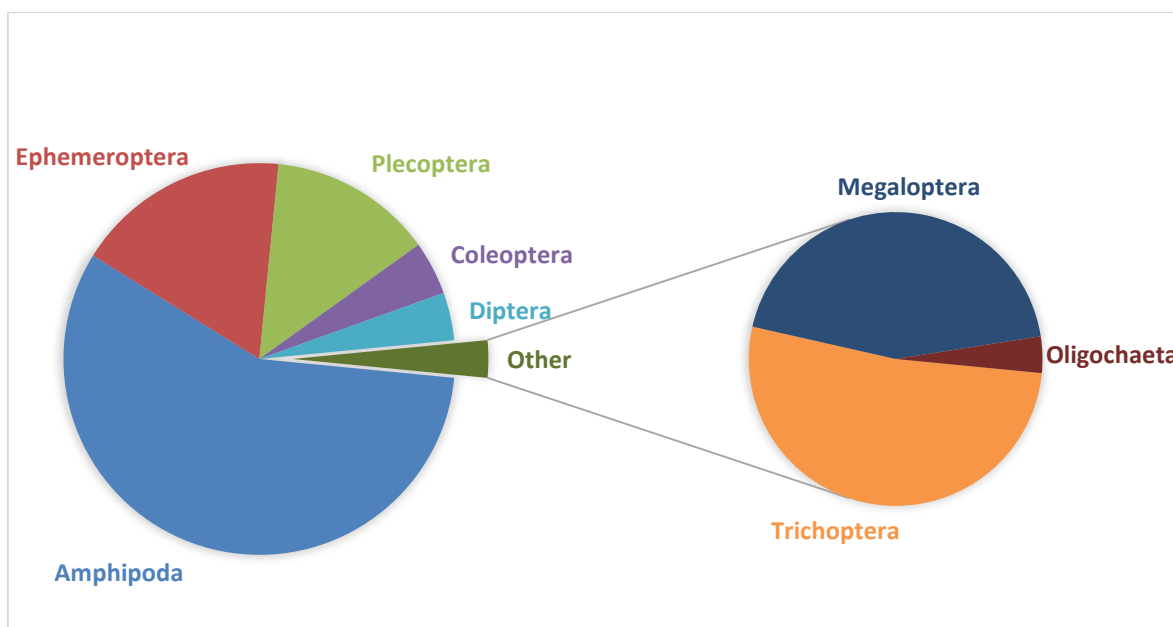
**Slika 18** - Učešće različitih grupa makroinvertebrata u ukupnoj abundanciji u sastavu celokupne zajednice na lokalitetu 2

Od ukupno 33 identifikovana taksona na lokalitetu 3, najveći diverzitet pokazuje red Diptera – 12 taksona. Red Trichoptera je takođe značajan po broju taksona – 7, dok redovi Ephemeroptera i Plecoptera pokazuju manji diverzitet – po 4 taksona (Slika 19).



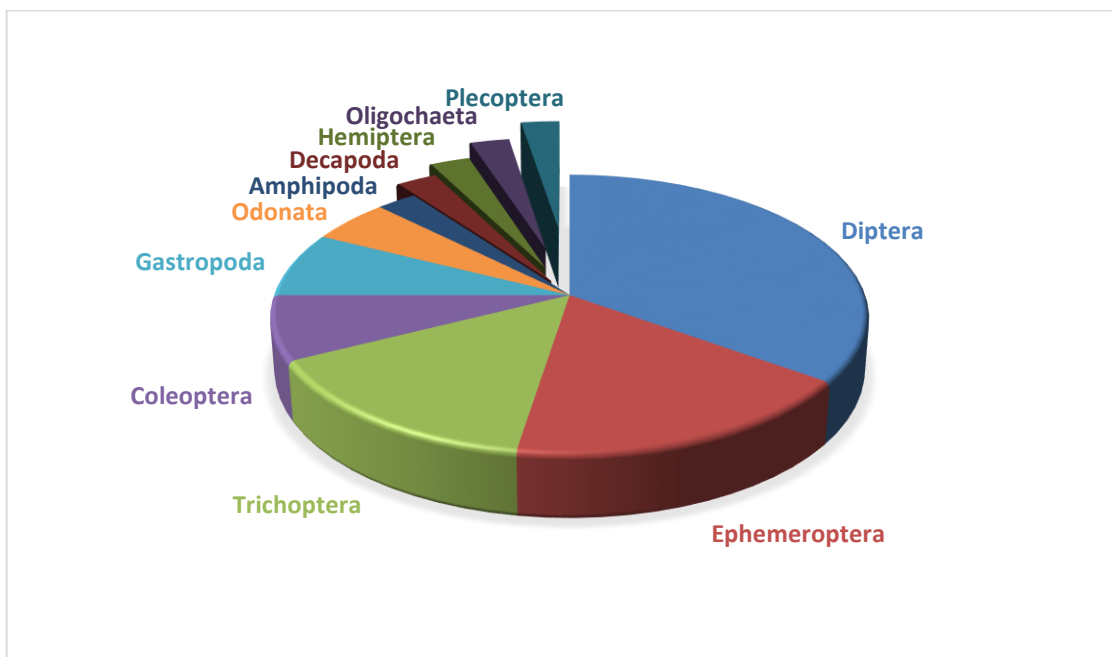
**Slika 19** - Učešće različitih grupa makroinvertebrata po broju identifikovanih taksona u sastavu celokupne zajednice na lokalitetu 3

Na lokalitetu 3, pored grupe Amphipoda, čija populacija čini 57% od ukupnog broja izolovanih jedinki, značajnu brojnost pokazuju grupe Ephemeroptera i Plecoptera i zajedno sa njom čine 90% ukupne zajednice.



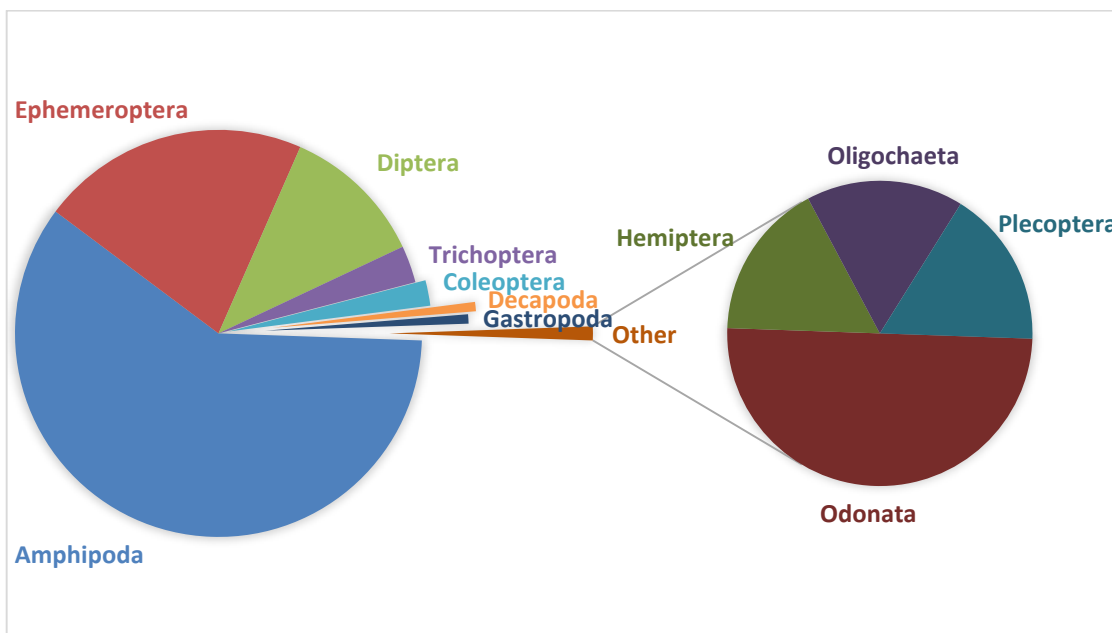
**Slika 20** - Učešće različitih grupa makroinvertebrata u ukupnoj abundanciji u sastavu celokupne zajednice na lokalitetu 3

Na četvrtom lokalitetu je identifikovano ukupno 40 taksona. Od toga najveći procenat pripada grupi Diptera – 14 taksona, zatim slede Ephemeroptera – 7, Trichoptera – 6 taksona, dok su ostale grupe manje diverzitetne (Slika 21).



**Slika 21** - Učešće različitih grupa makroinvertebrata po broju identifikovanih taksona u sastavu celokupne zajednice na lokalitetu 4

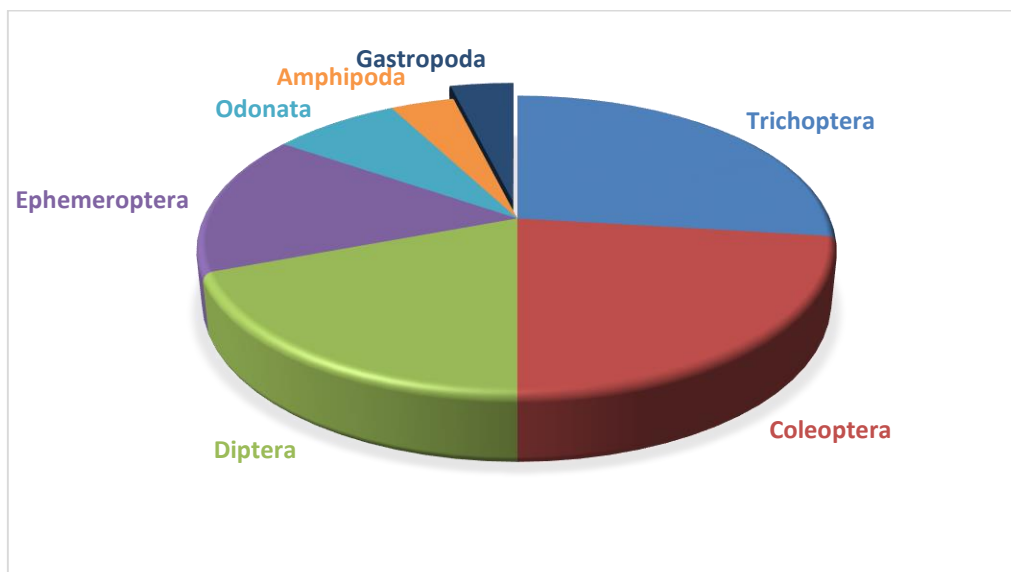
Grupe Ephemeroptera i Diptera, pridružene dominantnoj grupi Amphipoda, odnosno rodu *Gammarus*, čine 92% ukupne zajednice na četvrtom lokalitetu (Slika 22).



**Slika 22** - Učešće različitih grupa makroinvertebrata u ukupnoj abundanciji u sastavu celokupne zajednice na lokalitetu 4

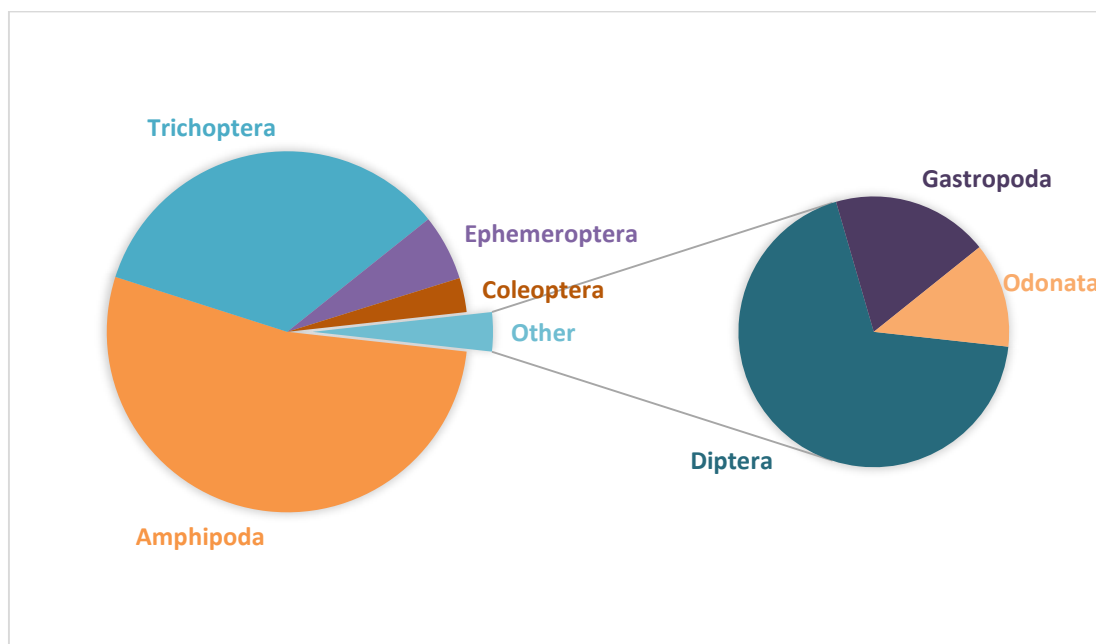


Lokalitet 5 je predstavljen sa najmanje – 26 taksona. Od toga najviše pripada redu Trichoptera – 7, zatim slede insekatski redovi Coleoptera – 6, Diptera – 5 i Ephemeroptera – 4. Ostale grupe su zastupljene sa manjim diverzitetom (Slika 23).



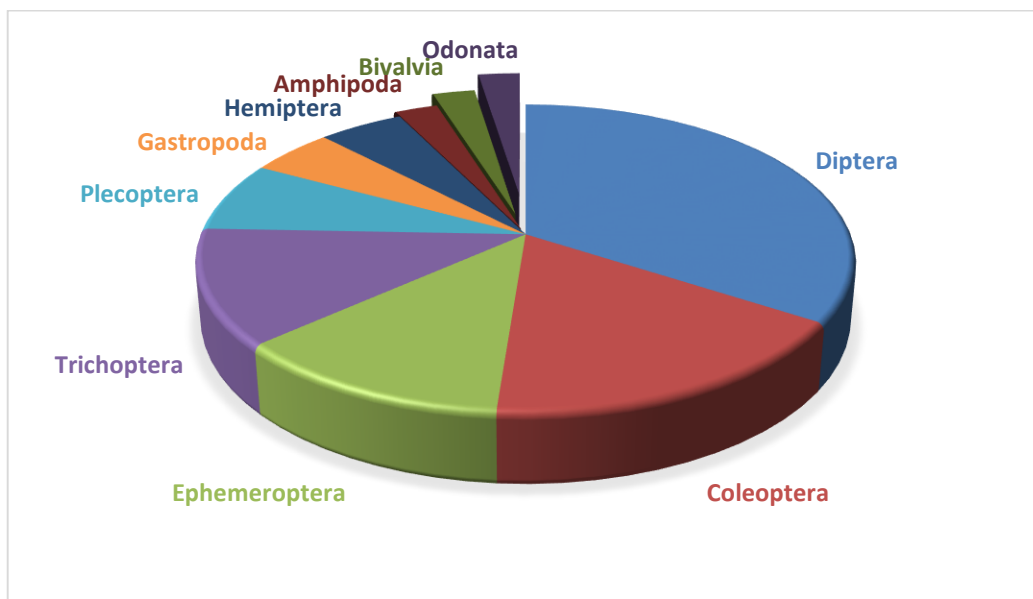
**Slika 23** - Učešće različitih grupa makroinvertebrata po broju identifikovanih taksona u sastavu celokupne zajednice na lokalitetu 5

Po broju jedinki na lokalitetu 5 dominira rod *Gammarus* (Amphipoda) – 53%, ali se njoj sa značajnim udelom pridružuje i grupa Trichoptera, koja čini 34% ukupnog broja izolovanih jedinki (Slika 24).



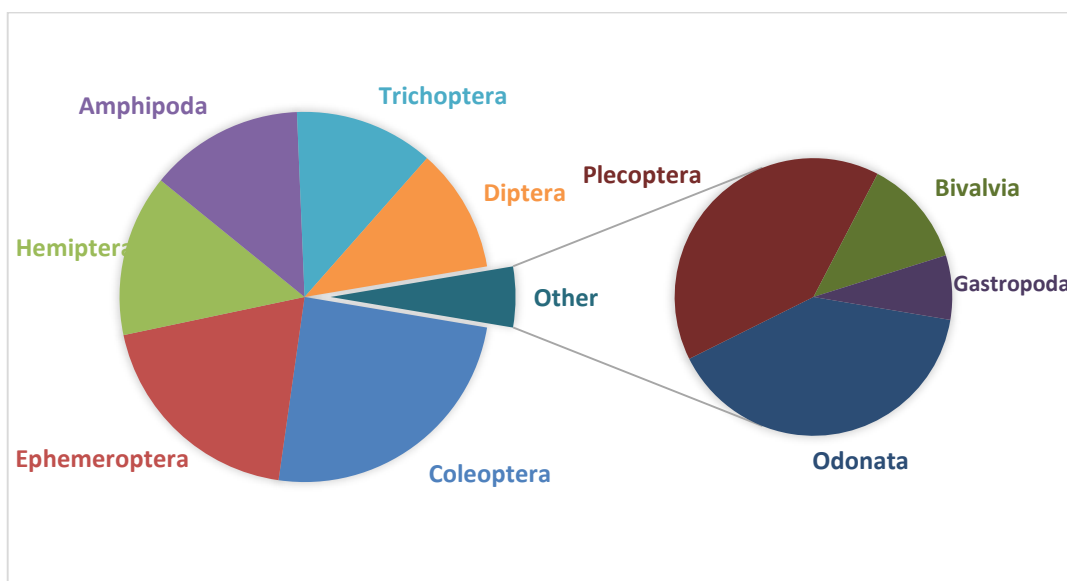
**Slika 24** - Učešće različitih grupa makroinvertebrata u ukupnoj abundanciji u sastavu celokupne zajednice na lokalitetu 5

Lokalitet 6 je predstavljen sa najvećim brojem taksona – 41. Najzastupljenije grupe predstavljaju insekatski redovi Diptera – 14 taksona, Coleoptera – 7, dok su redovi Ephemeroptera i Trichoptera predstavljeni sa po 5 taksona (Slika 25).



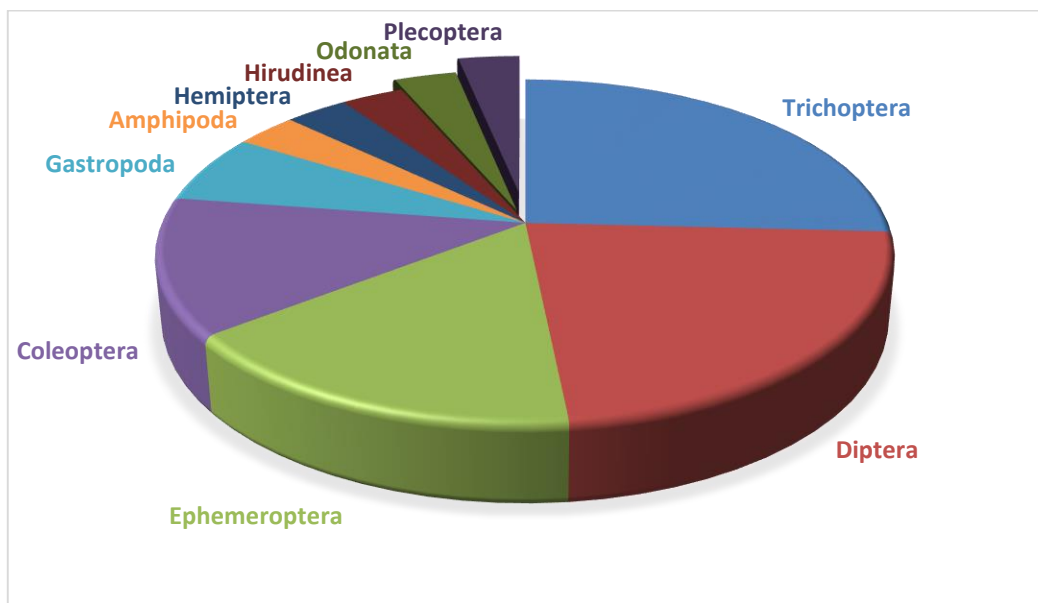
**Slika 25** - Učešće različitih grupa makroinvertebrata po broju identifikovanih taksona u sastavu celokupne zajednice na lokalitetu 6

Na lokalitetu 6 populacija roda *Gammarus* je zastupljena sa manjim udelom u ukupnoj brojnosti izolovanih jedinki iz zajednice, u odnosu na ostale istraživane lokalitete. Učestalost je relativno ravnomerno raspoređena između različitih grupa organizama a najabundantniji su redovi Coleoptera i Ephemeroptera (Slika 26).



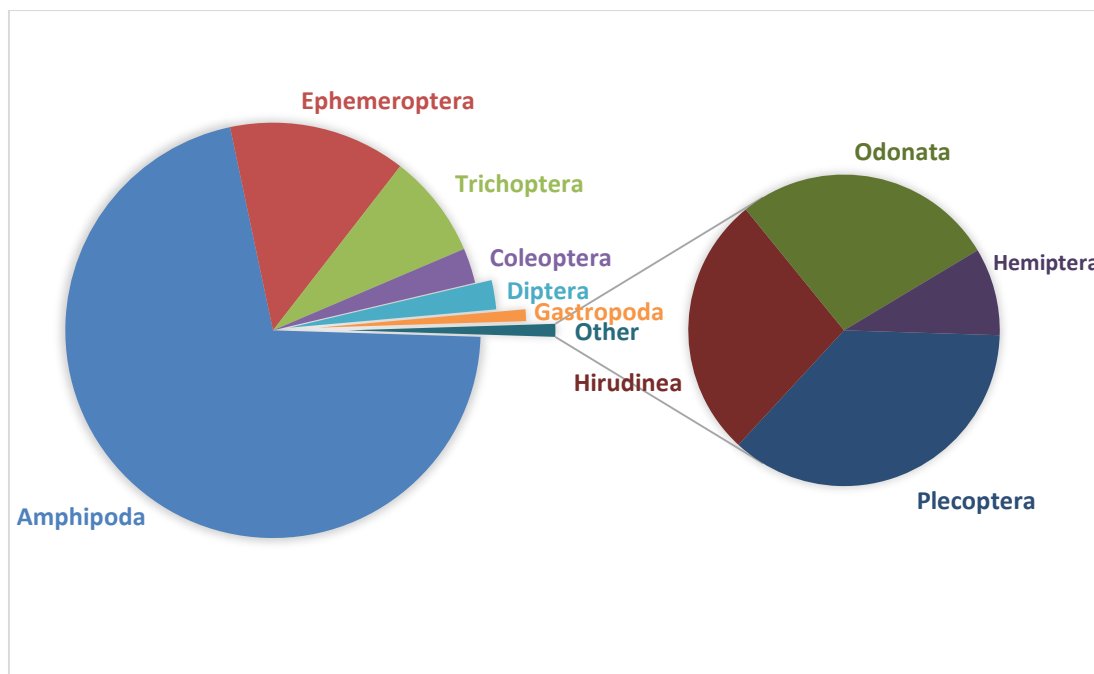
**Slika 26** - Učešće različitih grupa makroinvertebrata u ukupnoj abundanciji u sastavu celokupne zajednice na lokalitetu 6

Od 31 izolovanih taksona na lokalitetu 7, najveći broj pripada redu Trichoptera – 8, zatim slede grupe Diptera – 7, Ephemeroptera – 5 i Coleoptera – 4 izolovanih taksona (Slika 27).



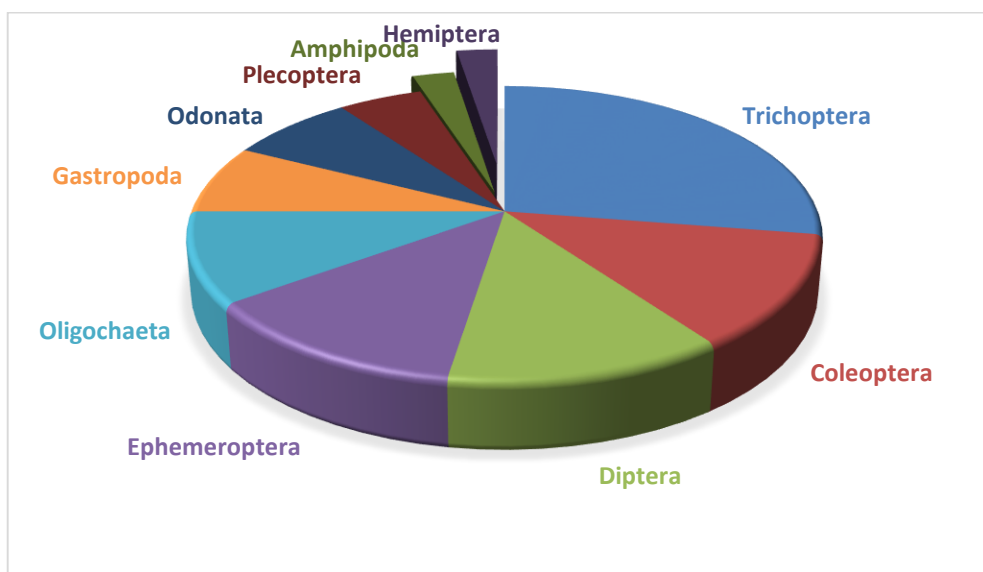
**Slika 27** - Učešće različitih grupa makroinvertebrata po broju identifikovanih taksona u sastavu celokupne zajednice na lokalitetu 7

Dominantnoj grupi Amphipoda u ukupnoj abundanciji na lokalitetu 7, pridružuju se grupe Ephemeroptera i Trichoptera i zajedno čine 93% izolovanih jedinki (Slika 28).



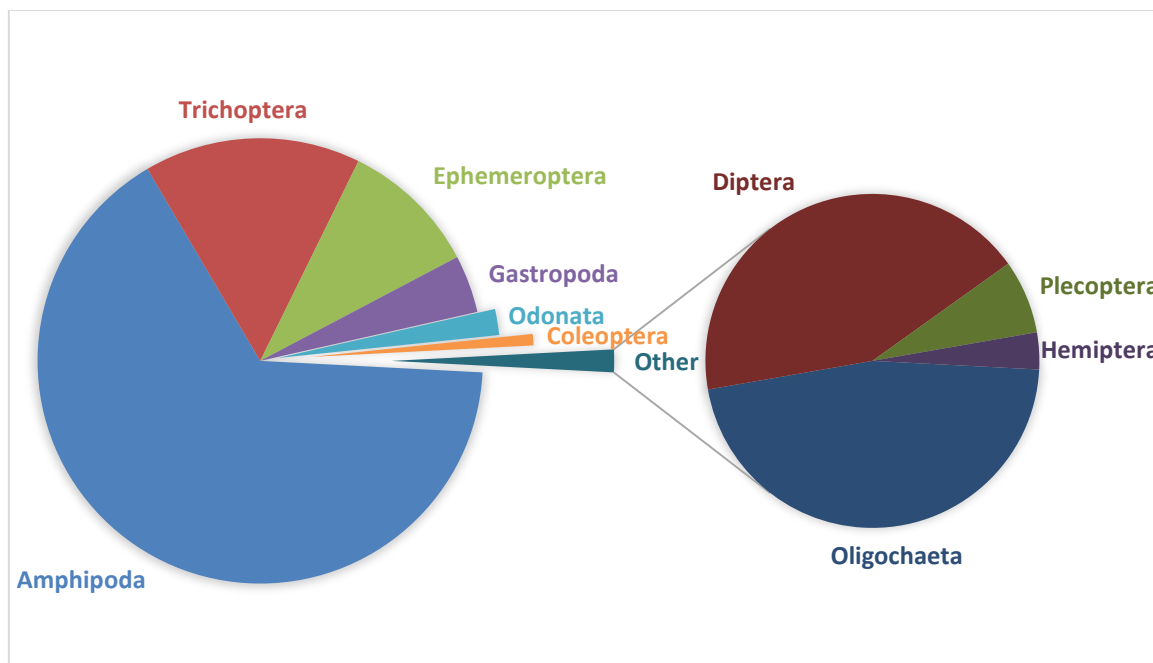
**Slika 28** - Učešće različitih grupa makroinvertebrata u ukupnoj abundanciji u sastavu celokupne zajednice na lokalitetu 7

Najveći broj taksona na lokalitetu 8 ima red Trichoptera – 11. Značajan broj taksona takođe pokazuju redovi Coleoptera, Diptera i Ephemeroptera, sa po 5 taksona. Ukupan broj izolovanih taksona na ovom lokalitetu je 40 (Slika 29).



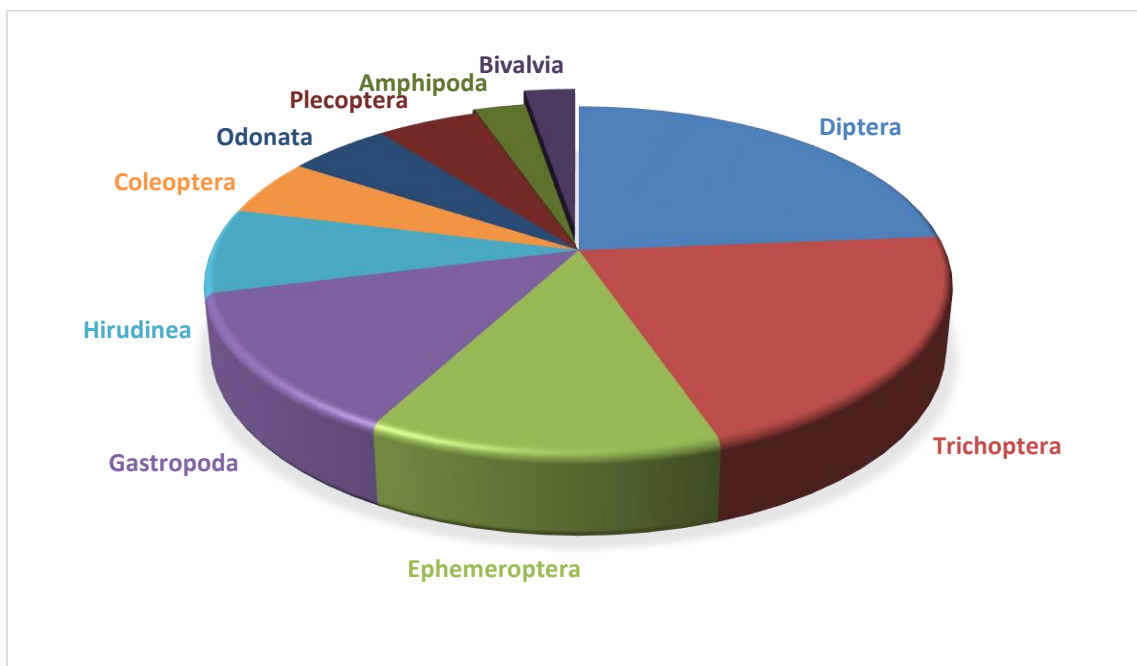
**Slika 29** - Učešće različitih grupa makroinvertebrata po broju identifikovanih taksona u sastavu celokupne zajednice na lokalitetu 8

Grupa Amphipoda predstavlja najabundantniju grupu i na osmom lokalitetu – 66%. Prisutne su još dve grupe organizama sa značajnom brojnošću, a to su redovi Trichoptera – 16% i Ephemeroptera -10% (Slika 30).



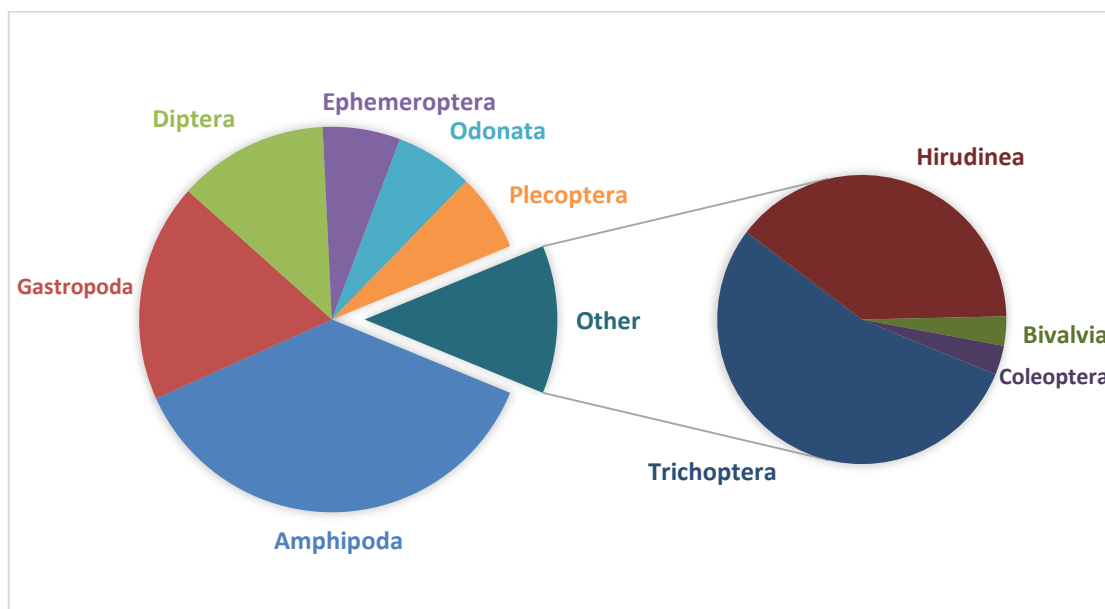
**Slika 30** - Učešće različitih grupa makroinvertebrata u ukupnoj abundanciji u sastavu celokupne zajednice na lokalitetu 8

Od 38 izolovanih taksona na lokalitetu 9, najveći broj odnose redovi Diptera -9 i Trichoptera – 8. Kao taksoni sa značajnim diverzitetom, njima se pridružuju grupe Ephemeroptera i Gastropoda sa po 5 taksona (Slika 31).



**Slika 31** - Učešće različitih grupa makroinvertebrata po broju identifikovanih taksona u sastavu celokupne zajednice na lokalitetu 9

Tri najabundantnije grupe organizama na devetom lokalitetu predstavljaju red Amphipoda – 37%, klasa Gastropoda – 18% i red Diptera – 13% (Slika 32).



**Slika 32** - Učešće različitih grupa makroinvertebrata u ukupnoj abundanciji u sastavu celokupne zajednice na lokalitetu 9

Na lokalitetima koji predstavljaju vodotokove prvog reda - lokaliteti 1, 2 i 3 (Tabela 1), u ukupnoj abundanciji zajednice ubedljivo preovlađuju predstavnici familije Gammaridae (Amphipoda). Značajnu brojnost pokazuju i predstavnici familija Baetidae i Heptageniidae iz reda Ephemeroptera. Značajni činioci zajednice na lokalitetima prvog reda su još predstavnici familija Chironomidae (Diptera), Leuctridae i Perlidae (Plecoptera) i Cordulegastridae (Odonata). Značajno je pomenuti da su predstavnici familija Leptophlebiidae (Ephemeroptera) i Polycentropodidae (Trichoptera) bili karakteristični samo za vodotokove prvog reda (Tabela 2).

Familija Gammaridae (Amphipoda) predstavlja dominantnu familiju i na lokalitetima koji se nalaze na vodotocima drugog reda - lokaliteti 7 i 8 (Tabela 1). Značajno učešće pripada i predstavnicima familija Lepidostomatidae (Trichoptera) i Ephemeridae (Ephemeroptera). Kao značajne predstavnike treba pomenuti i familije Lymnaeidae (Gastropoda), Heptageniidae (Ephemeroptera), Limnephilidae (Trichoptera) i Elmidae (Coleoptera) (Tabela 2).

Na lokalitetu 4, koji se nalazi na vodotoku trećeg reda (Tabela 1), dominantna je familija Gammaridae (Amphipoda) ali sa značajno manjim učešćem u odnosu na lokalitete sa prvog drugog reda. Ostale familije na koje odlazi značajan procenat u ukupnoj abundanciji zajednice na datom lokalitetu su Ephemeridae i Baetidae (Ephemeroptera) i Chironomidae (Diptera) (Tabela 2).

Familija Gammaridae (Amphipoda) ulazi u zajednicu vodotoka četvrtog reda - lokalitet 5 (Tabela 1) sa još manjim učešćem u ukupnoj abundanciji u odnosu na lokalitete koji se nalaze na vodotocima nižeg reda, ali je rod *Gammarus* još uvek dominantan. Familija Lepidostomatidae (Trichoptera) je takođe veoma značajan učesnik u datoj zajednici, a za njom slede familije Ephemeridae (Ephemeroptera) i Elmidae (Coleoptera). Ostale familije su zastupljene sa neznatnim procentom u izgradnji zajednice (Tabela 2).

Na lokalitetima 6 i 9, koji se nalaze na vodotocima petog reda (Tabela 1), dominaciji familije Gammaridae (Amphipoda), pridružuju se familije Elmidae (Coleoptera), Hydropsychidae (Trichoptera), Baetidae (Ephemeroptera), Notonectidae (Hemiptera). Manje su zastupljene familije Lymnaeidae (Gastropoda), Chironomidae (Diptera), Gomphidae (Odonata) i druge (Tabela 2).

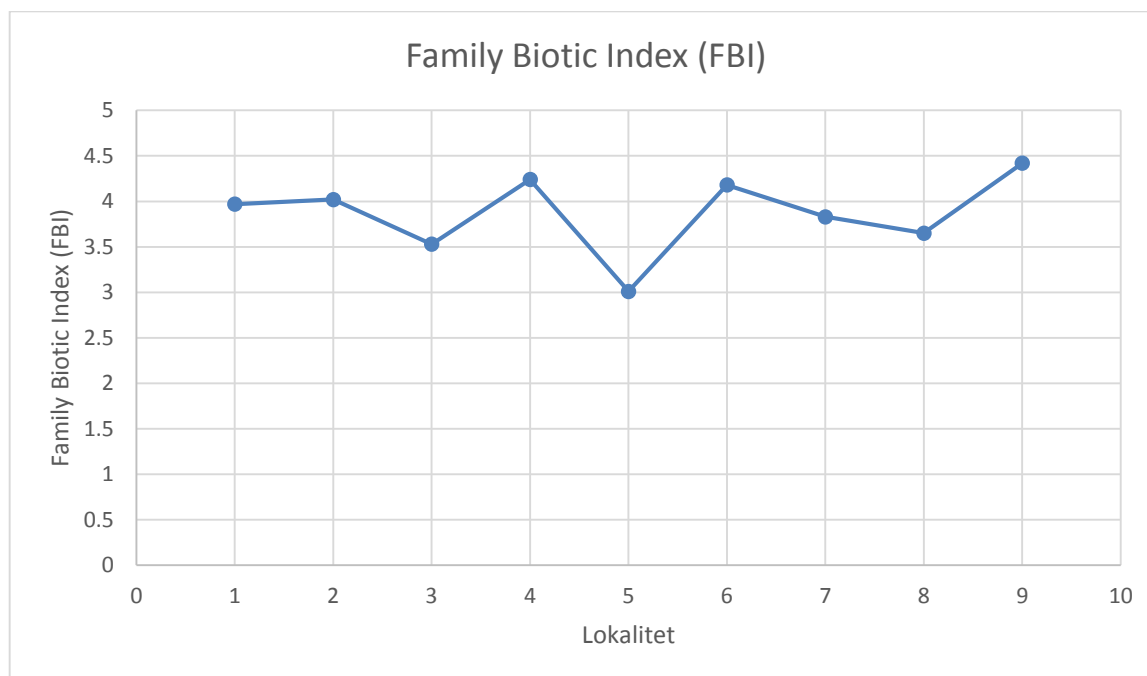
**Tabela 2 - Zastupljenost familija po lokalitetima**

FAMILIJA \ LOKALITET	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Diptera</b>									
Athericidae	+		+	+		+			+
Chironomidae	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Dixidae	+							+	
Limoniidae	+		+	+	+	+			+
Psychodidae				+					
Ptychopteridae	+		+						
Simuliidae	+			+		+	+	+	+
Stratiomyidae	+	+					+		
Tabanidae	+		+	+	+				+
Tipulidae		+							
<b>Trichoptera</b>									
Glossosomatidae						+			
Hydropsychidae			+	+	+	+	+	+	+
Lepidostomatidae		+	+	+	+		+	+	
Limnephilidae		+	+	+	+		+	+	+
Odontoceridae					+		+	+	
Pediciidae			+						
Philopotamidae	+	+							
Polycentropodidae		+							
Psychomyiidae	+	+	+					+	+
Rhyacophilidae						+		+	
<b>Ephemeroptera</b>									
Baetidae	+	+	+	+		+	+	+	+
Caenidae									+
Ephemeridae	+			+	+	+	+	+	+
Ephemerellidae					+				
Heptageniidae	+	+	+	+	+	+	+	+	
Leptophlebiidae	+	+	+						
<b>Plecoptera</b>									
Leuctridae	+	+	+	+		+		+	+
Nemouridae	+					+	+		
Perlidae		+	+			+			
<b>Coleoptera</b>									
Dytiscidae					+				
Elmidae			+	+	+	+	+	+	+
Haliplidae									+
Hydraenidae	+	+	+	+		+		+	
Scirtidae	+		+					+	
<b>Hemiptera</b>									
Aphelocheridae						+			
Nepidae								+	
Notonectidae						+			

Veliidae				+			+		
<b>Megaloptera</b>									
Sialidae			+						
<b>Odonata</b>									
Calopterygidae				+					
Cordulegastridae	+	+		+			+	+	
Gomphidae					+	+		+	+
<b>Amphipoda</b>									
Gammaridae	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>Decapoda</b>									
Astacidae				+					
<b>Gastropoda</b>									
Hydrobiidae				+		+	+	+	+
Lymnaeidae				+	+			+	+
Neritidae								+	
Physidae									+
Viviparidae						+			+
<b>Bivalvia</b>									
Sphaeridae	+								+
Unionidae						+			
<b>Hirudinea</b>									
Erpobdellidae							+		+
Glossiphonidae									+
<b>Oligochaeta</b>									
Enchytraeidae			+						
Haplotaxidae								+	
Lumbriculidae								+	
Naididae								+	
Tubificidae				+				+	



Vrednosti Family Biotic Index-a kreću se u razmerama od 3,01 (lokalitet 5) do 4,42 na lokalitetu 9 (Slika 33). Vrednosti indeksa ukazuju da vode na istraživanim lokalitetima pripadaju 1. ili 2. klasi kvaliteta u odnosu na stepen organskog zagađenja. Jedino se lokalitet 9 nalazi na prelazu između 2. i 3. klase, o čemu će kasnije biti više govora.



**Slika 33** - Vrednosti Familijarnog biotičkog indeksa na istraživanim

## 5. DISKUSIJA

Na istraživanim lokalitetima, kako se i očekivalo, najdiverzitetnija grupa je klasa Insecta koja je predstavljena sa 42 familije. Kao diverzitetni redovi su se pokazale grupe Trichoptera i Ephemeroptera, što je i karakteristično za brdsko-planinske tekućice. Sa druge strane, značajno je naglasiti solidan diverzitet reda Diptera, koji nije bio očekivan. To se može objasniti činjenicom da je dosta lokaliteta – više od polovine, pod nekim antropogenim uticajem, pa je klasična zajednica donekle izmenjena.

Kvalitativno stanje zajednice koje je gore opisano, ne poklapa se sa kvantitativnim stanjem. Naime, zajednicama, skoro na svakom lokalitetu po abundantnosti dominira grupa Amphipoda, preciznije familija Gammaridae. Na većini lokaliteta, ovu grupu slede po abundantnosti grupe Trichoptera i Ephemeroptera, a na nekim lokalitetima i Diptera. Činjenica da na istraživanim lokalitetima nisu pronađeni predstavnici koji su karakteristični za zagađene vode (Asellus) nego se kao najabundantnije javljaju dve vrste roda Gammarus iz grupe Amphipoda, ipak ove lokalitete, bez obzira na veliku abundancu, ne svrstava u ugrožene (kako je potvrdio i FBI).

Shannon-ov indeks diverziteta pokazuje najveće vrednosti na lokalitetu 6, koji je pod vrlo blagim antropogenim uticajem a najmanju vrednost na lokalitetu 2, koji je izvor i ne trpi gotovo nikakav antropogeni uticaj. Povećani indeks na lokalitetu 6 se poklapa sa takozvanom teorijom minimalnog uznemiravanja, odnosno sa tvrdnjom da najveći diverzitet nemaju lokaliteti koji su bez ikakvog antropogenog uticaja, već oni koji su pod blagim pritiskom. Sa druge strane, nizak nivo ovog indeksa na lokalitetu dva se može objasniti na dva načina. Prvo, izvori u odnosu na druge delove toka imaju prirodno manji diverzitet zato što je malo vrsta uspelo da se prilagodi na, pre svega termčke uslove u izvoru. Drugi razlog je da je u izvorima svakako manji broj mikrostaništa nego što je to na nekom drugom sektoru reke. Ovde se sa pravom može postaviti pitanje korišćenja indeksa diverziteta kao pokazatelja antropogenog uticaja. Slična je situacija i sa tumačenjem Simpson-ovog indeksa.

Ako sagledamo longitudinalnu zastupljenost, vidimo da redovi Trichoptera, Ephemeroptera, Plecoptera, Diptera i Amphipoda imaju predstavnike na svim lokalitetima dok preostali redovi uglavnom imaju rasprostranjenje u srednjim i donjim tokovima. Sagledano sa aspekta RCC (River Continuum Concept) na većem broju lokaliteta preovlađuju sekači (Gammaridae) što je i očekivano, obzirom na vrednosti reda reke na istraživanim lokalitetima (Vannote et al., 1980). Ovde se ipak nećemo upuštati u tumačenje koncepta i iznošenju stava da li je on primenljiv, obzirom da rezolucija determinisanih predstavnika makroinvertebrata nije bila do nivoa vrste.

Familijarni biotički indeks (FBI) nije pokazao očekivane rezultate. Obzirom da su lokaliteti 2, 3, 7 i 8 gotovo bez antropogenog uticaja, očekivale bi se visoke vrednosti ovog

indeksa. Očigledno je da je i on pod uticajem raspoloživih mikrostaništa pa za istraživane lokalitete nije pogodan.

## 6. ZAKLJUČAK

Kao što je i očekivano, obzirom na položaj istraživanih lokaliteta, najveći diverzitet imaju grupe Trichoptera i Ephemeroptera, ali manje očekivano, i grupa Diptera. Stoga bismo mogli da naglasimo značaj izvora i gornjih tokova reka za ovu insekatsku grupu.

Najabundantnija grupa je Amphipoda sa predstavnicima roda Gammarus, ali i grupe Trichoptera i Ephemeroptera.

U longitudinalnom pogledu, na svakom sektoru su detektovani predstavnici Trichoptera, Ephemeroptera, Plecoptera i Diptera, što ukazuje na njihovu širu valencu u odnosu na ostale grupe.

Na gotovo svim lokalitetima preovlađuju po abundantnosti sekači, što je i očekivano, jer je najveći broj lokaliteta u brdsko-planinskoj oblasti sa relativno dobro očuvanom riparijalnom vegetacijom

Ni vrednosti Shannon-ovog indeka diverziteta ni FBI se ne mogu koristiti za međusobno upoređivanje istraživanih lokaliteta. Pretpostavljamo zato što su neki lokaliteti na samim izvorima, a ostali na vodotoku.

Obzirom da vrednosti FBI pokazuju da je voda prve do druge klase (osim na devetom lokalitetu), možemo zaključiti da antropogeni uticaj na ovom području nije uzeo maha, pa je ovaj rad doprineo skretanju pažnje da se trebamo potruditi da se ovo i slična područja održe u nepromenjenom stanju.

## 7. LITERATURA

Aleksić, B. 2014: Prostorna i sezonska dinamika zajednice makrozoobentosa na teritoriji grada Niša. *Master thesis*. Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Nišu. Niš.

Belfiore, C. 1983: Efemerotteri (Ephemeroptera), 113 pp. In: Ruffo S. (Ed.) *Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne Italiane*, 24. Consiglio nazionale delle ricerche, Roma.

Бешовски, В. Л. 1994: Фауна на България, 23: Insecta, Odonata. Издателство на БАН. София.

Brinkhurst, R. O., Jamieson, B. G. M. 1971: *Aquatic Oligochaeta of the World*. 1<sup>st</sup> ed. University of Toronto Press, Toronto.

Edington, J. M., Hildrew, A. G. 1995: A revised key to the caseless caddis larvae of the British isles (with notes on their ecology). *Freshwater Biological Association, Scientific publication*, 53, Ambleside.

Elliot, J. M., Humpesch, U. H., Macan, T. T. 1988: *Larvae of the British Ephemeroptera: A Key with Ecological Notes*. *Freshwater Biological Association, Scientific Publication*, 49, Ambleside.

Георгиев, Д. 2014: Сладководните охлюви на България. Универзитетско издателство „Паисий Хилендарски“. 2014.

Grginčević, M., Pujin, V. 1998: *Hidrobiologija: Priručnik za studente i poslediplomce – Treće, dopunjeno i prerađeno izdanje*. - Ekološki pokret grada Novog Sada. Novi Sad.

Hauer, F. R., Hill, W. R. 2007: *Methods in stream ecology*, 2<sup>nd</sup> ed., Academic Press Elsevier, Amsterdam.

Hrabě, S. 1981: *Vodní máloštětinatci (Oligochaeta) Československa*. *Acta Universitatis Carolinae – Biologica*, Praha.

Hynes, H. B. 1967: *A key to the adults and nymphs of the British Stoneflies (Plecoptera)*. *Freshwater Biological Association, Scientific Publication*, 17, Ambleside.

Jakovčev, D., 1985: Saprobiološka analiza Južne Morave i pritoka Nišave i Moravice. - *Godišnjak Jugoslovenskog društva za zaštitu voda, zbornik radova*, 61-64.

Karadžić, B., Marinković, S., 2009: *Kvantitativna ekologija*. Institut za biološka istraživanja "Siniša Stanković", Beograd.

Ložek, V. 1956: *Klíč československých měkkyšů*. Vydavatelstvo Slovenskej akademie vied, Bratislava.

Macan, T. T., Douglas Cooper, R. 1994: A Key to the British Fresh- and Brackish-water Gastropods with notes on their ecology. Freshwater Biological Association, Scientific Publication, 13, Reprinted fourth edition, Ambleside.

Mann, K. H., Watson, E. V. 1964: A Key to the British Freshwater Leeches. Freshwater Biological Association, Scientific Publication, 14, Second edition, Ambleside.

Marinkov, J., 2001: Burel i Derekul: prirodno privredni potencijali: studijska istraživanja. - Savez poljoprivrednih inženjera i tehničara Jugoslavije, str. 16-23, Beograd.

Marković, V., Tomović, J., Ilić, M., Kračun-Kolarević, M., Novaković, B., Paunović, M., Nikolić, V. 2014: Distribution of the species of *Theodoxus* Montfort, 1810 (Gastropoda: Neritidae) in Serbia: an Overview. *Acta zoologica bulgarica*, 66(4): 477-484.

Nilsson, A. 1997: Aquatic Insects of North Europe. A taxonomic Handbook Vol. 2. Apollo Books, Steenstrup.

Novaković, B. 2012: Indicative Ecological Status Assessment of Južna Morava River based on Aquatic Macroinvertebrates. *Water Research and Management*, 2(4): 45-50.

Novaković, B., Ilić, M., Anđus, S., Čanak Atlagić, J., Marinković, N., Đuknić, J. 2014: Recent Distribution and Ecological Notes on the Dryopod Beetle *Pomatinus substriatus* Müller, 1806 (Dryopidae: Coleoptera) in Serbia. *Water Research and Management*, 4(2): 37-41.

Novaković, B., Marković, V., Tomović, J. 2013: Distribution of the snail *Amphimelania holandrii* Pfeiffer, 1828 (Melanopsidae; Gastropoda) in Serbia in the 2009-2012 period. *Water Research and Management*, 3(4): 21-26.

Pfleger, V. 2000: A field guide in colour to Molluscs. Silverdale Books. Prague.

Pillot, H. K. M. M. 2009: Chironomidae Larvae of the Netherlands, adjacent lowlands: biology, ecology of the Chironomini. KNNV Publishing, Zeist.

Protić, Lj., Živić, I. 2007: New data on water bugs (Heteroptera) in Serbia. *Acta entomologica serbica*, 12(2): 17-26.

Savić, A. 2012: Ekološka analiza zajednice makrozoobentosa reke Nišave. *PhD thesis*. Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu. Beograd.

Savić, A., Randelović, V., Branković, S., Krpo-Četković, J. 2011: Mayfly (Insecta: Ephemeroptera) community structure as an indicator of the ecological status of the Nišava river (Central Balkan Peninsula). *Aquatic Ecosystem Health & Management*, 14:3, 276-284.

Savić, A., Randelović, V., Đorđević, M., Karadžić, B., Đokić, M., Krpo-Četković, J. 2013: The influence of environmental factors on the structure of caddisfly (Trichoptera) assemblage in

the Nišava River (Central Balkan Peninsula). *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 409, 03.

Savić, A., Randjelović, V., Kro-Četković, J. 2014: Seasonal variability in community structure and habitat selection of mayflies (Ephemeroptera) in the Nišava river (Serbia). *Biology & Biological Equipment*, 24(2): 639-645.

Simić, V., Simić, S. 2009: Ekologija kopnenih voda (Hidrobiologija I). – Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Kragujevcu; Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, Kragujevac; Beograd.

Todosijević, I. 2013: Indikatorska sposobnost dve grupe makrozoobentosa za procenu kvaliteta vode sliva reke Nišave. *Master thesis*. Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Nišu. Niš.

Vallenduuk, H. J., Pillot, H. K. M. M. 2007: Chironomidae larvae of the Netherlands, Adjacent Lowlands: general ecology, Tanytopodinae. KNNV Publishing, Zeist.

Vannote, R. L., Minshall, G. W., Cummins, K. W., Sedell, J. R., Cushing, G. E. 1980: The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37: 130-137.

Vasov, I. 2014: Ekološke karakteristike zajednice Trichoptera na teritoriji grada Niša. *Master thesis*. Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Nišu. Niš.

Vulić, I. 2014: Taksonomski sastav i struktura zajednice Trichoptera na teritoriji grada Niša. *Master thesis*. Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Nišu. Niš.

Vulić, I., Vasov, I., Savić, A. 2014: Taxonomic composition and community structure of Trichoptera (Insecta) on the territory of the City of Niš (Serbia). *Biologica nyssana*, 5(1): 53-61.

Wallace, I. D., Wallace, B., Philipson, G. N. 1990: A key to the case-bearing caddis larvae of Britain and Ireland. Freshwater Biological Association, Scientific Publication 51, Ambleside.

Živić, I., Marković, Z., Ilić, J. 2005: Composition, structure, and seasonal dynamics of macrozoobenthos in the Temska and Visočica rivers (Serbia). *Arch. Biol. Sci.*, 57(2): 107-118.

Živić, I., Marković, Z., Brajković, M. 2006: New Trichoptera (Insecta) for fauna of Serbia. *Acta entomologica serbica*, 11(1/2): 51-60.

Živić, I., Marković, Z. 2007: Distribution of the species *Gammarus balcanicus* and *Gammarus fossarum* on the territory of Serbia (Central part of the Balkan Peninsula). *Crustaceana*, 80(1): 67-76.

Zwick, P. 2004: Key to the West Palearctic genera of Stoneflies (Plecoptera) in larval stage. *Limnologica* 34: 315-348.




# ПРИРОДНО - МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ НИШ

## КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Редни број, <b>РБР:</b>	
Идентификациони број, <b>ИБР:</b>	
Тип документације, <b>ТД:</b>	<b>монографска</b>
Тип записа, <b>ТЗ:</b>	<b>текстуални / графички</b>
Врста рада, <b>ВР:</b>	<b>мастер рад</b>
Аутор, <b>АУ:</b>	<b>Бранислав Димитров</b>
Ментор, <b>МН:</b>	<b>Ана Савић</b>
Наслов рада, <b>НР:</b>	<b>Еколошка анализа заједнице макрозообентоса слива Габерске реке</b>
Језик публикације, <b>ЈП:</b>	<b>српски</b>
Језик извода, <b>ЈИ:</b>	<b>енглески</b>
Земља публикавања, <b>ЗП:</b>	<b>Р. Србија</b>
Уже географско подручје, <b>УГП:</b>	<b>Р. Србија</b>
Година, <b>ГО:</b>	<b>2016.</b>
Издавач, <b>ИЗ:</b>	<b>ауторски репринт</b>
Место и адреса, <b>МА:</b>	<b>Ниш, Вишеградска 33.</b>
Физички опис рада, <b>ФО:</b> (поглавља/страна/ цитата/табела/слика/графика/прилога)	<b>7/48/39/2/33/0/0</b>
Научна област, <b>НО:</b>	<b>Екологија</b>
Научна дисциплина, <b>НД:</b>	<b>Хидробиологија</b>
Предметна одредница/Кључне речи, <b>ПО:</b>	<b>Еколошка анализа заједнице макрозообентоса / макрозообентос, квалитет воде, Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Diptera, Amphipoda</b>
<b>УДК</b>	<b>581.526.323 + 59 497.11</b>
Чува се, <b>ЧУ:</b>	<b>библиотека</b>
Важна напомена, <b>ВН:</b>	
Извод, <b>ИЗ:</b>	<p>На територији општине Димитровград заједница макроинвертебрата је анализирана на девет локалитета у оквиру слива Габерске реке. Од тога три локалитета су изворски екосистеми а остали локалитети припадају екосистемима потока.</p> <p>У смислу диверзитета, као најзначајније се издвајају групе Ephemeroptera, Trichoptera и Diptera. У квантитативном смислу – по абунданци најзначајнија група је група Amphipoda.</p> <p>Квалитет воде који је одређиван на основу ФБИ (фамилијарног биотичког индекса) показује вредности које упућују на I и II категорију квалитета воде.</p>
Датум прихватања теме, <b>ДП:</b>	
Датум одбране, <b>ДО:</b>	
Чланови комисије, <b>КО:</b>	Председник: Члан: Члан. ментор:



	<b>ПРИРОДНО - МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ</b> <b>НИШ</b>
	<b>KEY WORDS DOCUMENTATION</b>

Accession number, <b>ANO</b> :	
Identification number, <b>INO</b> :	
Document type, <b>DT</b> :	monograph
Type of record, <b>TR</b> :	textual / graphic
Contents code, <b>CC</b> :	Master thesis
Author, <b>AU</b> :	Branislav Dimitrov
Mentor, <b>MN</b> :	Ana Savić
Title, <b>TI</b> :	Ecological analysis of macrozoobenthos community at river catchment of Gaberska Reka
Language of text, <b>LT</b> :	Serbian
Language of abstract, <b>LA</b> :	English
Country of publication, <b>CP</b> :	Republic of Serbia
Locality of publication, <b>LP</b> :	Serbia
Publication year, <b>PY</b> :	2016
Publisher, <b>PB</b> :	author's reprint
Publication place, <b>PP</b> :	Niš, Višegradska 33.
Physical description, <b>PD</b> : (chapters/pages/ref./tables/pictures/graphs/appendixes)	7/48/39/2/33/0/0
Scientific field, <b>SF</b> :	Ecology
Scientific discipline, <b>SD</b> :	Hydrobiology
Subject/Key words, <b>S/KW</b> :	Ecological analysis of macrozoobenthos community / macrozoobenthos, water quality, Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Diptera, Amphipoda
<b>UC</b>	581.526.323 + 59 497.11
Holding data, <b>HD</b> :	library
Note, <b>N</b> :	
Abstract, <b>AB</b> :	<p>Macroinvertebrate community structure was analyzed at nine localities at river catchment of Gaberska Reka within the territory of Dimitrovgrad Municipality. Three localities include spring ecosystems while the others belong to ecosystems of streams.</p> <p>In terms of biodiversity, the most important groups were Ephemeroptera, Trichoptera and Diptera. In quantitative terms, the greatest abundance was recorded for the group Amphipoda.</p> <p>Water quality was determined according to FBI (familiar biotic index) and the resulting values indicate I and II category of water quality.</p>
Accepted by the Scientific Board on, <b>ASB</b> :	
Defended on, <b>DE</b> :	
Defended Board, <b>DB</b> :	President: Member: Member, Mentor: