Obilježja makrozoobentosa potoka Gornjeg Međimurja

Jurić, Marina

Master's thesis / Diplomski rad

2010

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:629594

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

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

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO – MATEMATIČKI FAKULTET
BIOLOŠKI ODSJEK

Marina Jurić

OBILJEŽJA MAKROZOOBENTOSA POTOKA GORNJEG MEĐIMURJA

Diplomski rad

Zagreb, prosinac 2010.

Marina Jurić

OBILJEŽJA MAKROZOOBENTOSA POTOKA GORNJEG MEĐIMURJA

Diplomski rad

predložen Biološkom odsjeku
Prirodoslovno - matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu
radi stjecanja zvanja
profesor biologije i kemije

Zagreb, prosinac 2010.

Ovaj diplomski rad izrađen je u Zoologijskom zavodu, Biološkog odsjeka,
Prirodoslovno - matematičkog fakulteta u Zagrebu
pod vodstvom prof. dr. sc. Mladena Kerovca
u sklopu sveučilišnog dodiplomskog studija biologije i kemije
pri Biološkom odsjeku Prirodoslovno - matematičkog fakulteta
Sveučilišta u Zagrebu

Ovom prigodom najveću zahvalu upućujem svom mentoru prof. dr. sc. Mladenu Kerovcu na strpljenu, pomoći i stručnom vodstvu tijekom izrade diplomskog rada.

Zahvaljujem i svim članovima Zoologijskog zavoda na ukazanoj pomoći, a posebno tehničarki Mirjani Jelenčić.

Veliko hvala mojoj obitelji i prijateljima na podršci i razumijevanju koje su mi pružali kako tijekom studiranja tako i tijekom života.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno – matematički fakultet
Biološki odsjek

Diplomski rad

OBILJEŽJA MAKROZOOBENTOSA POTOKA GORNJEG MEĐIMURJA

Marina Jurić

Rooseveltov trg 6, Zagreb

Sažetak: U radu je u srpnju i rujnu 2008. godine istraživana struktura zajednice makrozoobentosa šest potoka na području Gornjeg Međimurja: Jalšovnica, Brodec, Gornji potok, Gradinščak, Jalšovec i Štrigovski potok. U tom razdoblju utvrđeno je 58 svojti makroskopskih beskralješnjaka. Brojnošću jedinki dominiraju skupine Amphipoda, Oligochaeta i Diptera. Temeljem analize makrozoobentosa kakvoća vode potoka Jalšovnica, Gradinščak i Gornjeg potoka odgovara II drugoj vrsti. Potoci Brodec i Jalšovec, prema indeksu saprobnosti spadaju u vode III vrste. Najjače onečišćenje je utvrđeno na Štrigovskom potoku, koji pripada vodi IV vrste, tj. u jako onečišćene vode.

Ključne riječi: makroskopski beskralješnjaci, indeks saprobnosti, kakvoća vode

Rad sadrži: 40 stranica, 9 tablica, 25 slika, 25 literaturnih navoda

Jezik izvornika: hrvatski

Rad je pohranjen u: Središnjoj biološkoj knjižnici, Rooseveltov trg 6, Zagreb

Mentor: Prof. dr. sc. Mladen Kerovec

Ocjenjivači: Prof. dr. sc. Mladen Kerovec

Prof. dr. sc. Ines Radanović

Dr. sc. Davor Kovačević, izvanredni profesor

Doc. dr. sc. Biserka Prugovečki

Zamjena: Doc. dr. sc. Renata Matoničkin Kepčija

Rad prihvaćen: 12. siječnja 2011.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Division of Biology

Graduation Thesis

FEATURES MACROZOOBENTHOS OF STREAMS IN UPPER MEĐIMURJE AREA

Marina Jurić

Rooseveltov trg 6, Zagreb

Abstract: The thesis researches the structure of macrozoobenthos community of streams in the area of Upper Međimurje. The research was conducted at six sites: Jalšovnica, Brodec, Gornji potok, Gradinščak, Jalšovec i Štrigovski potok in July and September 2008.
Throughout this period 58 macroscopic invertebrate taxe were determined. Groups Amphipoda, Oligochaeta and Diptera dominated in number. Based on the macrozoobenthos research result it has been established that water quality of streams Jalšovnica, Gradinščak and Gornji potok are classified as type II, streams Brodec and Jalšovnica as type III and the highest pollution was established on stream Štrigovski potok, which, by being highly contaminated, falles under the type IV of water quality.

Keywords: macroscopic invertebrates, saprobity index, water quality

Thesis includes: 40 pages, 9 tables, 25 figures, 25 references

Original in: Croatian

Thesis deposited in: Central Biological Library, Rooseveltov trg 6, Zagreb

Superviser: Mladen Kerovec, Full Professor

Reviewers: Mladen Kerovec, Full Professor

Ines Radanović, Assistant Professor

Davor Kovačević, Associate Professor

Biserka Prugovečki, Assistant Professor

Substitute: Renata Matoničkin Kepčija, Assistant Professor

Thesis accepted: 12. January 2011.

SADRŽAJ

1. UVOD 1

1.1. PRIRODNE ZNAČAJKE MEĐIMURJA 1
1.1.1. Geografske značajke Međimurja 2
1.1.2. Klimatske značajke Međimurja 2
1.1.3. Vegetacija Međimurja 2

1.2. VODA NA ZEMLJI 4
1.2.1. Kopnene vode 4
1.2.2. Opća obilježja tekućica 5

1.3. OPĆA OBILJEŽJA MAKROZOOBENTOSA 7
1.3.1. Prilagodbe na brzinu strujanja vode 8
1.3.2. Makrozoobentos kao indikator kakvoće vode 8

2. CILJ ISTRAŽIVANJA 11

3. MJESTO I VRIJEME ISTRAŽIVANJA 12

4. MATERIJALI I METODE RADA 14

4.1. RAD NA TERENU – PRIKUPLJANJE UZORAKA 14

4.2. RAD U LABORATORIJU 14

4.3. METODA INDEKSA SAPROBNOSTI 16

5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA 18

5.1. OBILJEŽJA MAKROZOOBENTOSA POTOKA NA PODRUČJU GORNJEG MEĐIMURJA 18

5.2. KAKVOĆA VODE NA TEMELJU ANALIZE MAKROZOOBENTOSA 32

6. RASPRAVA 34

7. ZAKLJUČAK 38

8. LITERATURA 39

1. UVOD

1.1. PRIRODNE ZNAČAJKE MEĐIMURJA

Međimurska županija, u administrativnom, a u zemljopisnom smislu Međimurje, područje je na krajnjem sjeveru, točnije sjeverozapadu Republike Hrvatske. Prostor Međimurja sa sjevera, sjeveroistoka i juga određuju tokovi rijeka Mure i Drave, koje mu daju prirodna i zemljopisna obilježja, dok se na zapadu kopnena granica pruža od sjevera ka jugu pobrđem Gornjeg Međimurja. Na zapadu i sjeveru graniči s Republikom Slovenijom, na sjeveroistoku s Republikom Mađarskom a na jugu s Varaždinskom i Koprivničko - križevačkom županijom (Slika 1).



Slika 1. Zemljopisni položaj Međimurja na području Republike Hrvatske (preuzeto s: http://www.mzopu.hr/doc/PPZHR2010/20-Medjimurska/00-medjimPPZ-tekst.pdf)

1.1.1. Geografske značajke Međimurja

Međimurje se nalazi na dodiru dviju velikih morfoloških cjelina ovog dijela Europe: Panonske nizine i istočnih Alpa. Geografski pripada rubnoj zoni peripanonskog prostora na jugozapadu i njezin je sastavni dio.

Prema prirodno - geografskim osobinama izdvajaju se dva osnovna tipa reljefa - brežuljkasti i nizinski, a prema tome razlikuju se i dvije osnovne mikroregionalne cjeline: brežuljkasto Gornje i nizinsko Donje Međimurje.

Gornje Međimurje ima karakter niskog pobrđa (najviši vrh Mohokos, 344,5 metara nadmorske visine), a nastavak je Slovenskih gorica.

Donje Međimurje karakterizira nizinski reljef koji je primjer zajedničkih terasa i aluvija dviju rijeka - Drave i Mure.

1.1.2. Klimatske značajke Međimurja

Opće klimatske značajke Međimurja određene su pripadnošću ovoga prostora široj klimatskoj regiji – Panonskoj nizini. Budući da je Međimurje reljefno otvoren prostor prema Panonskoj nizini, panonski utjecaji snažniji su od alpskih što se očituje u relativno vrućim ljetima i hladnim zimama, karakterističan je i brzi prijelaz iz hladnog u topli dio godine stoga područje Međimurja karakterizira umjereno svježa kontinentalna klima.

Po količini padalina Međimurje pripada humidnijim (vlažnijim) rubnim krajevima Panonske nizine.

1.1.3. Vegetacija Međimurja

Zahvaljujući brzom porastu temperatura u proljeće i povoljnim temperaturnim prilikama u jesen vegetacijski period traje od ožujka pa do potkraj studenog.

Tipična biljna zajednica koja dominira u gornjem brežuljkastom dijelu Međimurja je zajednica hrasta lužnjaka i običnog graba (*Carpino-betuli – Quercetum roboris*) na sjevernim i zapadnim ekspozicijama (Slika 2) dok se na južnim i istočnim padinama nalaze vinogradi i voćnjaci.



Slika 2. Brežuljci Gornjeg Međimurja
(preuzeto s: http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=580057&page=2)

Nizinski dio Međimurja aluvijalnog postanka bio je prekriven šumama hrasta lužnjaka (*Quercus robur*) koje su posječene i pretvorene u obradive površine (Slika 3) zbog čega danas prevladavaju poljoprivredne površine s mjestimičnim šumarcima mirisnog bagrema (*Robinia pseudoacacia*), crne johe (*Alnus glutinosa*), hrasta lužnjaka (*Quercus robur*) i jasike (*Populus tremula*) te livadne košanice iz razreda *Molinio – Arrhenatheretea*.
Poplavna područja rijeke Drave i Mure obrasla su močvarnom vegetacijom koju tvore tršaci i rogozici te visoki šaševi i šiljevi iz razreda *Phragmito – Magnocaricetea*.
Uz rijeku Muru dominiraju različite vrste vrba (rod *Salix*) dok na sušnijim staništima prevladavaju zajednice grmlja reda *Prunetalia spinose*.



Slika 3. Obradive površine Donjeg Međimurja
(preuzeto s: http://www.tzm.hr/article.php?g=9)

1.2. VODA NA ZEMLJI

Voda je medij u kojem se odvija život i bez kojega nema života kakav poznajemo na Zemlji. Čak 70,8% površine Zemlje prekriveno je vodom. Od toga 95,5% otpada na morske vode dok samo 0,52% na kopnene vode. Ostalo je voda zarobljena u obliku leda, te vodena para u atmosferi (Kerovec, 1988).

1.2.1. Kopnene vode

Kopnene vode („slatke“) čine manje od 1% ukupne vode na površini Zemlje, a imaju ogromno značenje budući da se prvenstveno upotrebljavaju za piće, u domaćinstvima i u industriji.

Kopnene vode su relativno „mlade“ vode budući da su uglavnom nastale za vrijeme ili neposredno nakon ledenog doba. Pojava površinskih voda na kopnu je sekundarnog karaktera budući da su se mogle pojaviti tek nakon izdizanja kopnenih masiva iznad

površine mora. Nastaju prvenstveno od oborinskih voda, te pod utjecajem klimatskih prilika (Matoničkin i Pavletić, 1972).

Dijelimo ih na tekućice (rijeke, potoci, izvori), stajaćice (jezera, bare, lokve) i podzemne vode (Kerovec, 1986). Kopnene vode su oštro izolirane, plitke su (većinom pliće od 100 m) i uglavnom mali ekosustavi (100.000 km^2).

Nagli porast broja stanovništva kao i razvoj industrije uzrokuje različite tipove onečišćenja vode koji dovode do degradacije ionako malih rezervi pitke vode. Promjene u ekosistemima uzrokovane onečišćenjima, uzrokuju i promjene u sastavu životnih zajednica – biocenoza. U takvim slučajevima nestaju mnoge autohtone vrste, a pojavljuju se druge vrste prilagođene takvim izmijenjenim uvjetima okoline (Kerovec, 1986). Upravo na temelju takve promjene u sastavu biocenoze može se procijeniti stupanj čistoće, tj. onečišćenja proučavanog ekološkog sustava zbog čega sve više i raste zanimanje za takvu vrstu istraživanja.

1.2.2. Opća obilježja tekućica

U tekućice ubrajamo izvore, potoke i rijeke. Ponekad je teško odrediti granicu između potoka i rijeka, ali, u pravilu, potokom smatramo tekućicu do 5 metara širine (Kerovec, 1988.).

Tekućice imaju određena obilježja koja ih razlikuju od drugih kopnenih voda. Tako nemaju vertikalnu stratifikaciju temperature, otopljenog kisika i ugljikovog dioksida već postoji longitudinalni gradijent. Osnovni ekološki čimbenik po kojem se tekućice razlikuju od stajaćica jest brzina vode, ali važni su i slijedeći ekološki čimbenici: veličina čestice supstrata, uzdužni gradijent temperature, količina soli, količina otopljenog kisika i ugljikovog dioksida.

Brzina vode različita je u pojedinim tekućicama kao i u njihovim pojedinim dijelovima, a ovisi o nagibu korita, propusnosti korita i količini vode. Brzina vode je ograničavajući čimbenik za mnoge organizme zbog čega oni koji žive u tekućicama imaju razvijene posebne prilagodbe pomoću kojih se mogu održati i opstati usprkos jakoj struji vode. Organizmi su prilagođeni struji vode brzine između 0,6 – 3,5 m/s. Kod brzina manjih od 1 m/s mogu se naći i životinje koje obično nalazimo u stajaćicama, znači bez posebnih

prilagodbi, dok se na brzinu veću od 3,5 m/s ne može prilagoditi niti jedan organizam. Upravo zbog brzine vode u tekućicama nema pravih planktonskih zajednica kakve postoje u stajaćicama.
U direktnoj vezi s brzinom vode je i veličina čestice supstrata tj. karakter dna. U gornjim tokovima brzina vode je najveće pa je dno kamenito ili valutičasto (čestice su veće od 63 mm), u srednjim tokovima brzina vode je nešto manja i tlo je šljunkovito (čestice veličine 2 - 63 mm) dok je u donjim tokovima tlo muljevito (čestice veličine ispod 0,06 mm) s puno detritusa jer je brzina vode najmanja. Smanjivanjem brzine vode supstrat postaje sve manji.

Za tekućice je karakterističan uzdužni (longitudinalni) gradijent temperature, otopljenog kisika i ugljikovog dioksida kao i rast godišnjih kolebanja navedenih parametara udaljavanjem od izvora. Najbolji primjer za to je temperatura vode koja je na izvoru stalna, relativno niska i odgovara prosječnoj godišnjoj temperaturi kraja, dok su udaljavanjem prema ušću kolebanja temperature sve veća.

U kopnenim vodama važna je i količina soli od kojih su najznačajniji karbonati (u morima su to kloridi) čija se količina najčešće kreće do 300 mg/l.

Od posebnog značenja je i količina u vodi otopljenog kisika koji u vodu dospijeva otapanjem iz atmosfere i fotosintezom vodenog bilja. U vodama s puno vodenog bilja može doći do velikih kolebanja u količini kisika jer preko dana, zbog intenzivne fotosinteze, kisika ima puno dok noću zbog intenzivne potrošnje disanjem, njegova količina može drastično pasti. Količina kisika u vodi ovisi prvenstveno o temperaturi vode a zatim o količini soli u vodi te nadmorskoj visini. S porastom temperature smanjuje se topljivost kisika u vodi pa stoga hladnije vode sadrže veće količine otopljenog kisika iako zbog različitih uzroka situacija može biti i drugačija. Na primjer, u organski onečišćenim vodama zbog intenzivne bakteriološke razgradnje može doći do znatnog smanjenja količine kisika u vodi što zatim dovodi do pojave vrsta koje mogu opstati u vodi s malo kisika.
Tlak također utječe na topljivost kisika i to tako da niži atmosferski tlak uvjetuje manje otopljenog kisika, što ima za posljedicu manje otopljenog kisika u tekućicama na većim nadmorskim visinama.

Količina ugljikovog dioksida u antagonizmu je s količinom kisikom pa stoga kada je količina otopljenog kisika velika, količina ugljikovog dioksida je mala i obrnuto.

Prema spomenutim fizikalno - kemijskim parametrima kod tekućica se razlikuju gornji, srednji i donji tok.

Za gornji tok karakteristična je velika brzina vode, kamenito dno, mala godišnja kolebanja temperature (stalno niska temperatura - stenotermni organizmi, npr. pastrva) te obilje kisika. Od vodenog bilja dolaze alge kremenjašice (Diatomeae) i mahovine (Bryophyta).

Srednji tok karakterizira manja brzina vode i sitniji supstrat, kao i veća kolebanja temperature vode, manje kisika te više ugljikovog dioksida. Osim alga kremenjašica i mahovina od vodenog bilja dolaze zelene alge (Chlorophyta) i nitaste bakterije. U srednjem toku je veća raznolikost živog svijeta nego u gornjem toku, a vrste koje tu nalazimo dobro podnose veća kolebanja temperature – euritermne vrste.

U donjem toku brzina vode je mala zbog čega je dno pjeskovito ili muljevito s puno detritusa što uzrokuje razvoj detritofagnih zajednica u kojima dominiraju maločetinaši, školjkaši i mnoge ličinke kukaca. Zbog male brzine vode ovdje se nalaze i oblici koji žive u stajaćim vodama. Ostale karakteristike donjeg toka su velika godišnja kolebanja temperature, kisika i ugljikovog dioksida te obilje makrovegetacije.

1.3. OPĆA OBILJEŽJA MAKROZOOBENTOSA

Makrozoobentos označava raznoliku skupinu makroskopskih beskralješnjaka koja naseljava dno tekućica ili stajaćica, a veličina organizama je između 0,2 i 0,5 mm. To su najčešće predstavnici razreda kukaca (Insecta) i to prvenstveno slijedećih skupina: obalčari (Plecoptera), vodencvjetovi (Ephemeroptera), tulari (Trichoptera), kornjaši (Coleoptera), muljari (Megaloptera), vretenca (Odonata) i dvokrilci (Diptera).

Osim kukaca makrozoobentos tvore predstavnici i nekih drugih skupina: školjkaši (Bivalvia), puževi (Gastropoda), pijavice (Hirudinea), rakovi (Crustacea), maločetinaši (Oligochaeta), virnjaci (Turbelaria) i drugih.

Kod većine vrsta makroskopskih beskralješnjaka (uglavnom kukaca) u bentosu se nalaze samo njihovi razvojni stadiji (jaja, ličinke i kukuljice) dok je tek manji dio vrsta tijekom cijelog životnog ciklusa vezan uz vodu.

Životinjske vrste razlikujemo i prema načinu prehrane, a u tekućicama nalazimo brojne biljojedne vrste (neke vrste puževa, zatim ličinke tulara, dvokrilaca, kornjaša i sl.) ali i grabežljive vrste (predatori) koje se hrane drugim životinjama. Također se može naći i organizme koji filtriraju vodu ili pak skupljaju organske čestice hodajući po dnu i na taj način dolaze do hrane.

1.3.1. Prilagodbe na brzinu strujanja vode

Brzina vode je osnovno obilježje tekućica ali i ograničavajuću čimbenik za opstanak mnogih organizama. Zbog toga životinje koje tu žive moraju biti posebno prilagođene na takve uvjete kako bi spriječile vlastito otplavljivanje iz staništa jer bi to uglavnom značilo smrt.

Kao prilagodba najjačoj struji vode ličinke dvokrilaca (Diptera) imaju posebne organe za pričvršćivanje poput prijanjalki s donje strane tijela ili vijenac sitnih kukica.

Jedna od najuočljivijih prilagodbi je svakako leđno - trbušna spljoštenost tijela prisutna kod mnogih virnjaka, obalčara i vodencvjetova, a omogućuje tijesno priljubljivanje tijela uz podlogu čime se smanjuje otpor vode i omogućuje njihovo lakše kretanje. Prilikom hodanja po dnu uglavnom se kreću prema struji vode – pozitivna reotaksija.

Ličinke tulara koje žive ispod kamenja u jakoj struji vode pletu mreže za lov pomoću kojih pribavljaju hranu, dok druge ličinke tulara grade kućice od kamenčića i zrnca pijeska čime povećavaju težinu tijela kako bi ih bilo što teže otplaviti.

Mnoge životinjske vrste, uz ostale prilagodbe, imaju na nogama, a neke i na zatku, pandže za prihvaćanje (tulari, obalčari, vodencvjetovi).

Virnjaci i puževi luče sluz po kojoj pužu i koja im omogućava tijesno prianjanje uz podlogu.

1.3.2. Makrozoobentos kao indikator kakvoće vode

Zajednice bentosa reagiraju na obilježja vode koja protječe iznad njih pa stoga svaka promjena u kakvoći vode ima za posljedicu promjenu u strukturi i brojnosti zajednice.

Indikatori čistih voda bogatih kisikom (pokazatelj I klase boniteta) su većina vrsta iz skupine Plecoptera te rod *Rhitrogena* iz skupine Ephemeroptera. Ostali predstavnici skupine Ephemeroptera (Slika 4) uglavnom su pokazatelji I - II klase boniteta (Wegl,1983).



Slika 4. Predstavnik porodice Ephemeroptera
(preuzeto s: http://www.pilcomayo.info/images/ephemeroptera.JPG)

Veća onečišćenja vode može podnijeti skupina Oligochaeta pa je tako vrsta *Tubifex tubifex* Müller (glibnjača) indikator za vode visoko opterećene organskim tvarima. Osim Oligochaeta i neke vrste trzalaca (Chironomidae - Slika 5), također mogu podnijeti veća onečišćenja vode.



Slika 5. Predstavnici Diptera iz porodice Chironomidae (preuzeto s: http://www.uhl.uiowa.edu/services/limnology/macroinvertebrates/Diptera/Chironomidae/Chironomidae16x12.jpg

U procjeni kakvoće vode češće se upotrebljava makrozoobentos u odnosu na druge skupine budući da se lagano prikuplja pomoću bentos mreže, a zbog veličine se i lako razvrstava te se relativno lako i brzo determinira zbog dobre dostupnosti priručnika („ključeva“) za determinaciju (Rosenberg i Resh 1993). Budući da su vrste makrozoobentosa ograničeno pokretne te da žive 1 do 2 godine, njihova prisutnost, odnosno odsutnost, uglavnom je posljedica uvjeta u staništu. Kod uobičajenih vrsta reakcije na različite tipove onečišćenja su poznate kao i njihov stupanj tolerancije prema onečišćenju što omogućava upotrebu tih vrsta kao indikatora kakvoće vode što čini metodu analize beskralješnjaka jednom od najkorisnijih bioloških metoda.

2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj istraživanja bio je utvrditi zastupljenost pojedinih skupina makrozoobentosa u vodama potoka na području Gornjeg Međimurja u ljetnom i jesenskom razdoblju (srpanj i rujan 2008).

Također će se utvrditi sezonske i prostorne razlike u strukturi i brojnosti makroskopskih beskralješnjaka između istraživanih potoka.

Temeljem kvalitativne analize makrozoobentosa utvrditi će se kakvoća vode istraživanih tekućica primjenom metode indeksa saprobnosti.

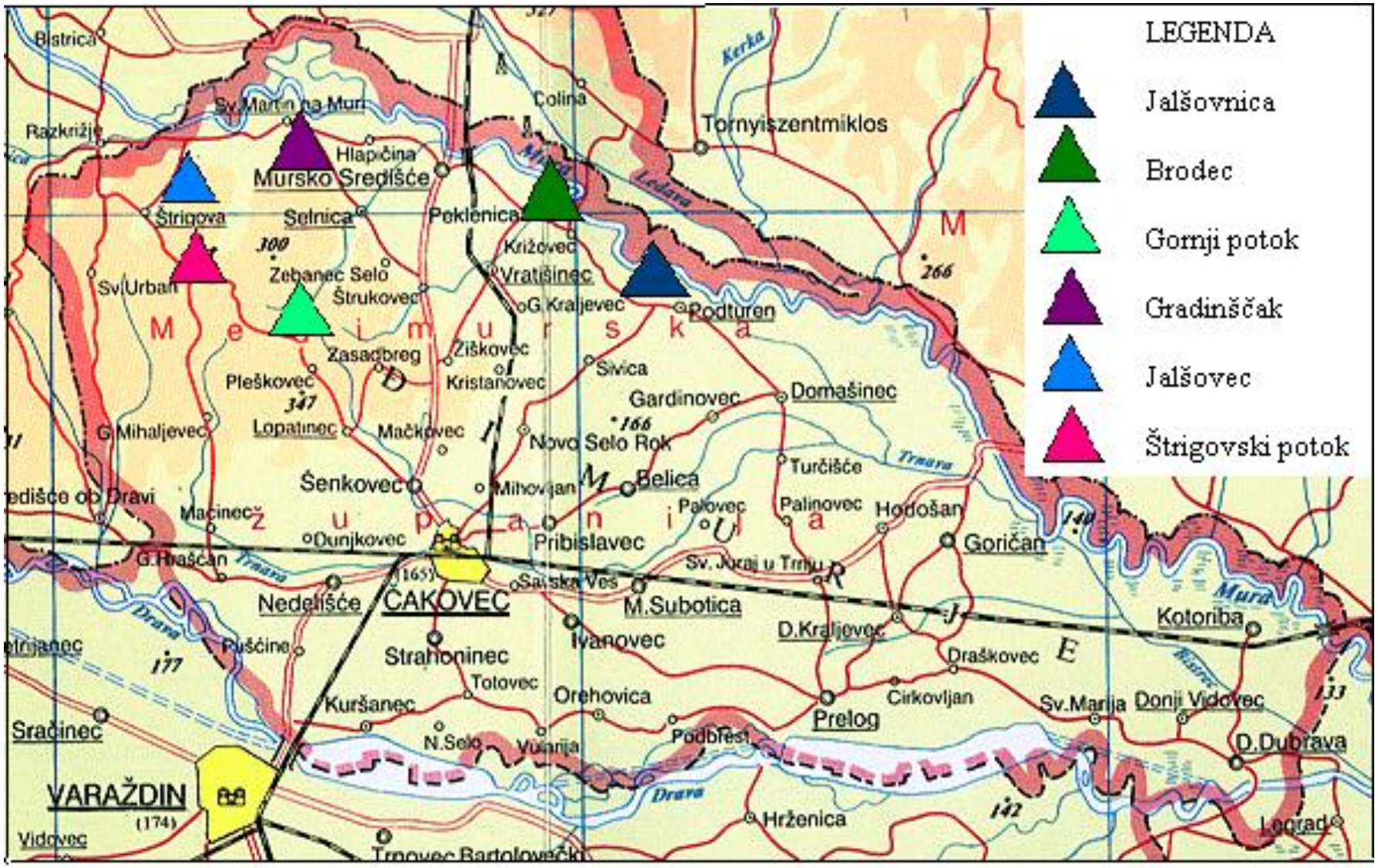
3. MJESTO I VRIJEME ISTRAŽIVANJA

Na području Gornjeg Međimurja istraživanja makrozoobentosa su obavljena u srpnju i rujnu 2008. godine, a točni nazivi potoka i točan geografski položaj (geografske koordinate i nadmorska visina) navedeni su u Tablica 1.

Tablica 1. Točan geografski položaj potoka na kojima su uzimani uzorci makrozoobentosa

	Geografske koordinate		
Postaja	**Sjever**	**Istok**	**Nadmorska visina / m**
Jalšovnica	46° 28′ 584″	016° 30′ 621″	164
Brodec	46° 29′ 840″	016° 28′ 499″	166
Gornji potok	46° 31′ 083″	016° 25′ 504″	171
Gradinščak	46° 31′ 166″	016° 20′ 860″	184
Jalšovec	46° 30′ 801″	016° 18′ 805″	186
Štrigovski potok	46° 29′ 713″	016° 17′ 729″	200

Položaj istraživanih potoka na području Međimurja prikazan je na Slika 6.



Slika 6. Položaj istraživanih potoka na području Međimurja

4. MATERIJALI I METODE RADA

Prikupljanje uzoraka makrozoobentosa vršeno je na ukupno šest potoka (postaja) na području Gornjeg Međimurja.

4.1. RAD NA TERENU – PRIKUPLJANJE UZORAKA

Kvantitativni uzorci makrozoobentosa sabrani su višekratnim povlačenjem bentos mreže (kracer) na mjestu istraživanja. Na taj su način sabrani uzorci sa svih tipova dna (mikrostaništa). S obzirom da je širina otvora kracera iznosila 25 cm, a svaki potez također 25 cm, uvijek su uzorci sabrani s točno poznate površine, te je na kraju sve preračunato na 1 m^2. Uzorci su zatim dobro isprani vodom i iz njih je odstranjeno veće kamenje ukoliko je prilikom sabiranja zahvaćeno zajedno sa uzorkom. Prije toga, kamenje je potrebno isprati i dobro pregledati kako se s njim ne bi odbacile i neke jedinke koje su dio uzorka.

Uzorci se zatim spremaju u boce širokog grla i konzerviraju 70% - tnom otopinom alkohola. Za svaki uzorak su zabilježeni na boci ili komadiću papira slijedeći podatci: mjesto sabiranja uzorka, datum i vrijeme sabiranja, vrsta uzorka i opis lokaliteta.

Tako prikupljeni i pohranjeni uzorci dopremljeni su u laboratorij gdje su zatim dalje obrađivani.

4.2. RAD U LABORATORIJU

Uzorak sabran na terenu i spremljen u boce širokog grla najprije se istrese u mrežicu i ispere pod mlazom hladne vode (Slika 7).



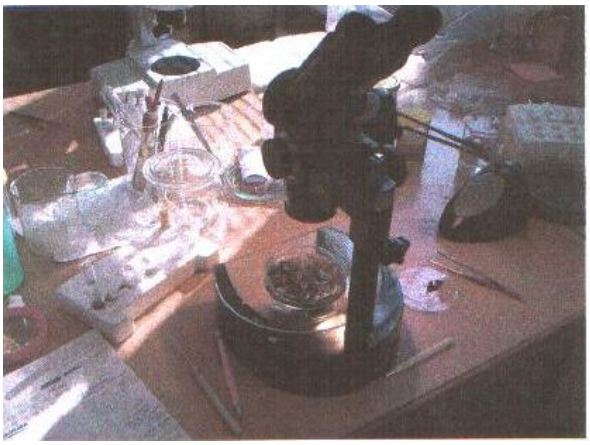
Slika 7. Ispiranje uzorka (Foto: K. Božak)

Zatim se, ovisno o veličini uzorka sadržaj istrese u jednu ili više petrijevih zdjelica (Slika 8).



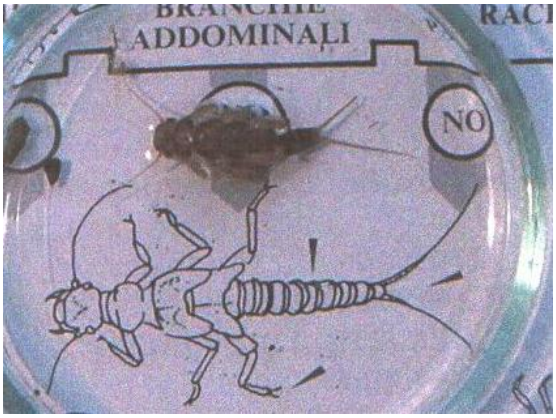
Slika 8. Petrijeva zdjelica s uzorkom (Foto: K. Božak)

Slijedeći korak je izdvajanje jedinki makrozoobentosa s tim da se prvo izdvajaju jedinke vidljive prostim okom, a zatim se daljnje izdvajanje nastavlja pod binokularnom lupom (Slika 9).



Slika 9. Rad pod lupom (Foto: K. Božak)

Izdvojene životinje stavljaju se na satno stakalce ili u male petrijevke sa 70% - tnom otopinom alkohola nakon čega slijedi determinacija pomoću priručnika (Kerovec, 1986) i „ključeva“ za determinaciju (Consiglio, 1980; Glöer, 2002; Killen, Aldridge i Oliver, 2004; Müller, 1985; Nilsson, 1996; Nilsson, 1997; Sansoni, 1992; Pfleger i Chatfield, 1988) - Slika 10.



Slika 10. Primjer određivanja Plecoptera – usporedba s crtežom (Foto: K. Božak)

Determinirane jedinke spremaju se u kivete u kojima se također nalazi 70% - tna otopina alkohola, ali i etiketa od paus papira na koju su običnom olovkom napisani podatci o tome gdje je i kada uzorak sakupljen na terenu, kao i latinsko ime određenog taksona (svojte).

4.3. METODA INDEKSA SAPROBNOSTI

Metoda indeksa saprobnosti je biološka metoda za određivanje stupnja onečišćenja vode.

Primjena ove metode je vrlo praktična i jednostavna budući da je za procjenu kakvoće vode potreban samo kvantitativni uzorak makrozoobentosa koji se determinira do određenih sistematskih kategorija budući da se moraju odrediti indikatorske vrste. Svakoj se vrsti zatim dodijeli indikatorska vrijednost (s) te se procijeni njezina relativna brojnost (h) koja se određuje prema skali: 1 (pojedinačno), 3 (često) i 5 (masovno). Izračunate vrijednosti indeksa saprobnosti nalaze se između 1 i 4 a računaju se prema formuli:

$$S = \frac{\sum s \times h}{\sum h}$$

gdje je s indikatorska vrijednost, a h relativna brojnost.

Nakon što se izračuna saprobna vrijednost iz Tablica 2 se očita kakvoća vode.

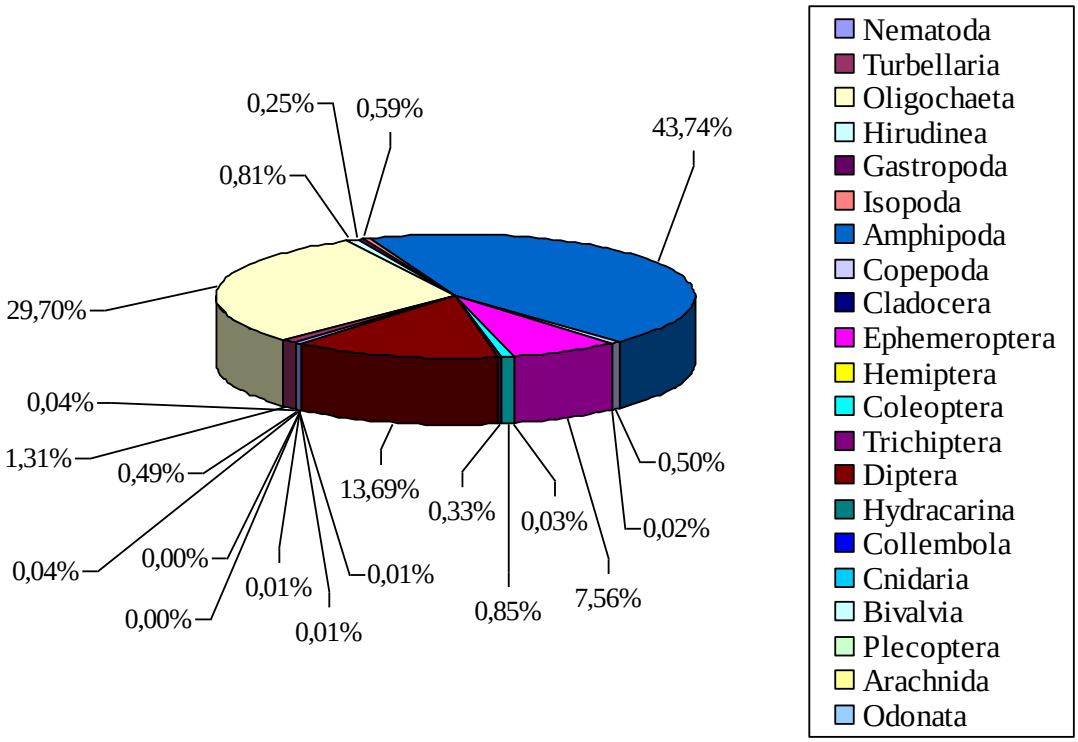
Tablica 2. Klase kakvoće i obilježja voda s obzirom na vrijednost indeksa saprobnosti

Klasa kvalitete vode	**Saprobna vrijednost**	**Obilježja vode**
I	1,0 – 1,8	čiste vode
II	1,8 – 2,3	slabo onečišćene vode
III	2,3 – 2,7	onečišćene vode
IV	2,7 – 3,2	jako onečišćene vode
V	3,2 – 4,0	vrlo jako onečišćene vode

5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

5.1. OBILJEŽJA MAKROZOOBENTOSA POTOKA NA PODRUČJU GORNJEG MEĐIMURJA

Tijekom istraživanja zabilježena je prisutnost predstavnika ukupno 21 skupine makroskopskih beskralješnjaka. Brojnošću dominiraju predstavnici skupina Amphipoda (43,74%) i Oligochaeta (29,70%), a u većem broju dolaze još predstavnici skupina Diptera (13,69%) i Ephemeroptera (7,56%). Predstavnici ostalih skupina zastupljeni su s manje od 2% u makrozoobentosu (Slika 11).

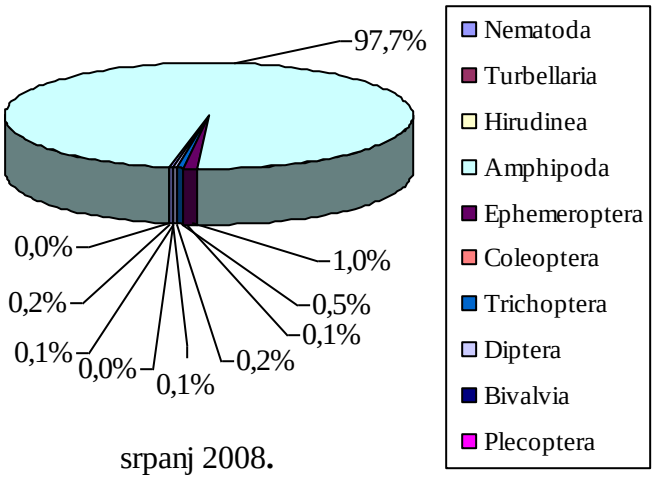


Slika 11. Ukupna postotna zastupljenost skupina makrozoobentosa na istraživanim postajama na području Gornjeg Međimurja u srpnju i rujnu 2008.

Prilikom istraživanja izolirano je ukupno 29.848 jedinki makroskopskih beskralješnjaka, a brojnost pojedinih skupina na istraživanim postajama prikazana je u tablicama 3 - 8.

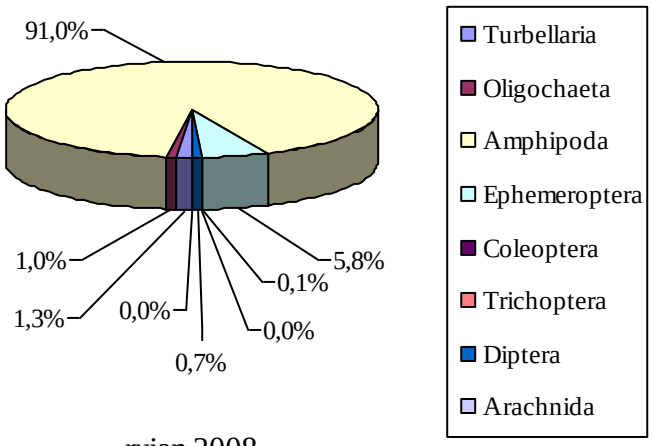
Tablica 3. Brojnost pojedinih skupina makrozoobentosa na postaji Jalšovnica

JALŠOVNICA			
		BROJNOST JEDINKI / m^2	
SKUPINA	**SVOJTE**	**srpanj**	**rujan**
Nematoda		6	
Turbellaria	*Dendrocoelum lacteum*		4
	Polycelis nigra	8	54
	Polycelis tenuis		2
Oligochaeta	*Nais communis*		38
	Nais bretscheri		7
Hirudinea	*Haemopis sanguisuga*	1	
Bivalvia	*Pisidium* sp.	4	
Amphipoda	*Gammarus fossarum*	3960	4180
	Gammarus roeseli	10	
Ephemeroptera	*Baetis* sp.	40	267
Plecoptera	*Nemoura* sp.	1	
Coleoptera	*Elmis* sp.	3	1
	Oulimnius sp.		1
Hydrophilidae	*Hydraena* sp.		1
Trichoptera			
Goeridae			1
	Silo nigricornis	18	
	-kukuljice	2	
Diptera			
Chironomidae ličinke		9	34
Arachnida			1



srpanj 2008.

Slika 12 . Postotna zastupljenost skupina makrozoobentosa na postaji Jalšovnica u srpnju 2008. godine



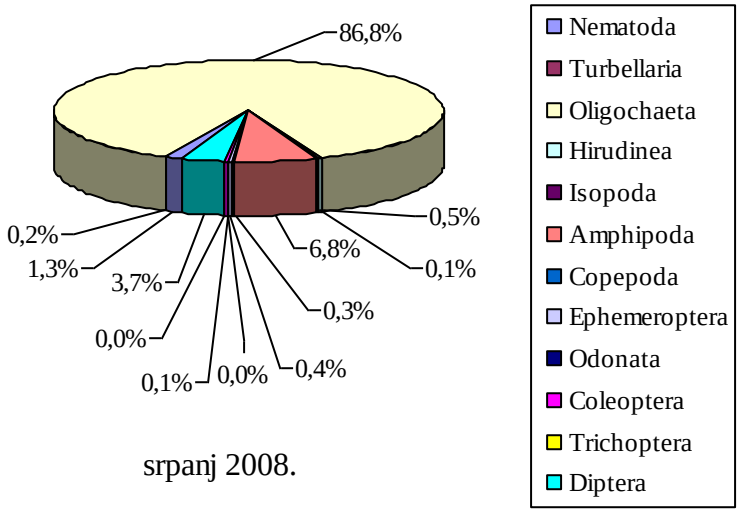
rujan 2008.

Slika 13. Postotna zastupljenost skupina makrozoobentosa na postaji Jalšovnica u rujnu 2008. godine

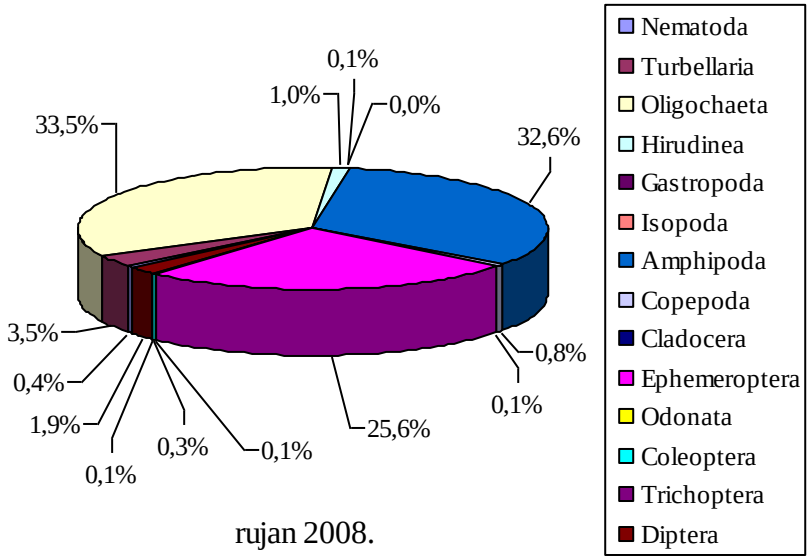
Iz prikupljenih podataka (Tablica 3) za postaju Jalšovnica vidljivo je da dominiraju rakušci - Amphipoda, uglavnom zastupljen vrstom *Gammarus fossarum* Koch koja je prisutna u izrazito velikom broju u srpnju i rujnu. Od ostalih svojti još samo vrsta *Baetis* sp. (Ephemeroptera) u rujnu ima značajniji udio u makrozoobentosu.

Tablica 4. Brojnost pojedinih skupina makrozoobentosa na postaji Brodec

BRODEC			
		BROJNOST JEDINKI / m^2	
SKUPINA	**SVOJTE**	**srpanj**	**rujan**
Nematoda		75	14
Turbellaria	*Dugesia lugubris*	1	
	Polycelis nigra	8	110
Oligochaeta	*Limnodrilus hoffmeisteri*	4203	735
	Tubifex tubifex	700	104
	Potamothrix sp.	280	104
	Stylodrilus heringianus		104
	Eiseniella tetraedra		5
	-kokon	1	
Hirudinea	*Erpobdella octoculata*	22	24
	Glossiphonia complanata	5	4
	Theromyzon maculorum	1	
	-kokon		3
Gastropoda	*Ancylus fluviatilis*		1
Isopoda	*Asellus aquaticus*	4	2
Amphipoda	*Gammarus fossarum*	20	106
	Gammarus roeseli	384	918
Copepoda		19	24
Cladocera			2
Ephemeroptera	*Baetis* sp.	21	795
	Caenis sp.		9
Odonata	*Platycnemis pennipes*	1	1
	Calopterix splendens		1
Coleoptera	*Elmis* sp.		1
	Oulimnius sp.	1	1
	Soccobius sp.	3	
Hydrophilidae	*Halipus* sp.	1	6
Trichoptera			
Hydroptilidae	*Hydroptila* sp.	1	2
Diptera			
Chironomidae ličinke		208	44
Chironomidae kukuljica		4	4
Ceratopogonidae		5	11
Simuliidae		1	2



Slika 14. Postotna zastupljenost skupina makrozoobentosa na postaji Brodec u srpnju 2008. godine



Slika 15. Postotna zastupljenost skupina makrozoobentosa na postaji Brodec u rujnu 2008. godine

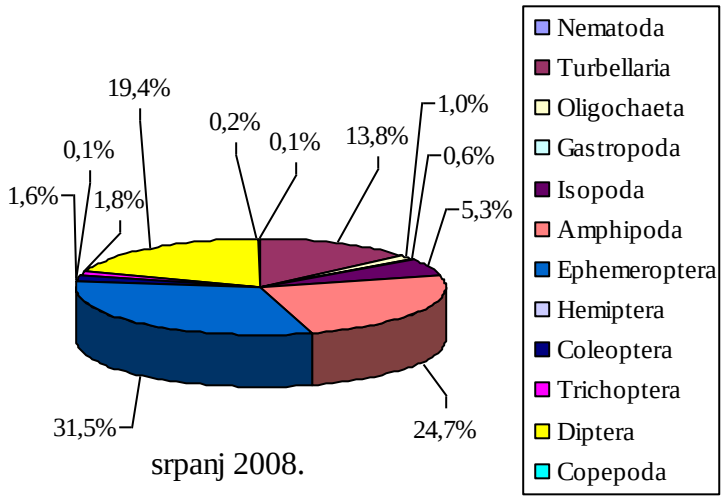
Podatci prikupljeni za postaju Brodec (Tablica 4) upućuju na izrazitu dominaciju skupine Oligochaeta posebno u srpnju, dok ih je u rujnu utvrđeno pet puta manje. U oba istraživana razdoblja najbrojnija je vrsta *Limnodrilus hoffmeisteri* Claparede. Jedinke svojti Amphipoda i Ephemeroptera su mnogo brojnije u rujnu nego u srpnju pa stoga tada sudjeluju s većim postotkom u ukupnom broju jedinki. Skupina Amphipoda je zastupljena s

dvije vrste time da je vrsta *Gammarus roeseli* Gervais znatno brojnija od vrste *Gammarus fossarum* Koch.

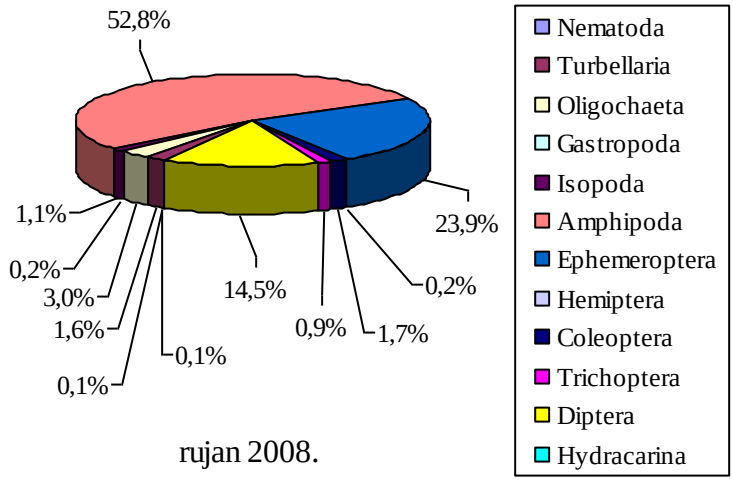
Tablica 5. Brojnost pojedinih skupina makrozoobentosa na postaji Gornji potok

GORNJI POTOK			
		BROJNOST JEDINKI / m^2	
SKUPINA	**SVOJTE**	**srpanj**	**rujan**
Nematoda		1	1
Turbellaria	*Dugesia lugubris*	178	20
	Dendrocoelum lacteum	1	
Oligochaeta	*Limnodrilus hoffmeisteri*	8	21
	Tubifex tubifex		6
	Psammoryctides moravicus	2	5
	Peloscolex velutinus		1
	Nais communis	2	
	Eiseniella tetraedra	1	
	Haplotaxis gordioides		2
	-kokon		2
Gastropoda	*Physa fontinalis*		2
	Ancylus fluviatilis	8	
Isopoda	*Asellus aquaticus*	68	14
Amphipoda	*Gammarus fossarum*	190	650
	Gammarus roeseli	130	10
Copepoda		2	
Ephemeroptera	*Baetis* sp.	407	299
Hemiptera	*Nepa cinerea*	1	
	Cymatia sp.		2
Coleoptera	*Elmis* sp.	15	11
	Oulimnius sp.	4	3
	Simnius volckmari	1	
Hydrophilidae	*Hydraena* sp.		7
	Gyriuus sp.	1	
Trichoptera			
Hydropsychidae	*Hydropsyche* sp.	12	7
Leptoceridae			1
Goeridae	*Silo nigricornis*	10	3
	-kukuljice	1	
Diptera			
Chironomidae ličinke		244	160
Chironomidae kukuljica		5	9
Ceratopogonidae			2
Ceratopogonidae kukuljica			0
Simuliidae		1	9
Simuliidae kukuljica			1
Empididae		1	

Hydracarina			1



Slika 16. Postotna zastupljenost skupina makrozoobentosa na postaji Gornji potok u srpnju 2008. godine



Slika 17. Postotna zastupljenost skupina makrozoobentosa na postaji Gornji potok u rujnu 2008. godine

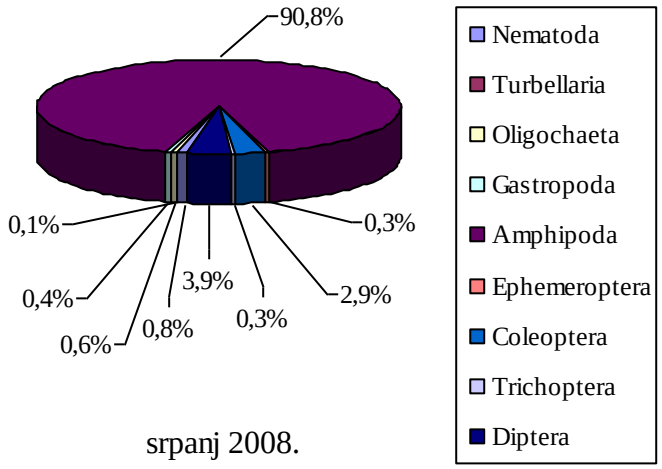
Na postaji Gornji potok u srpnju brojčano dominiraju predstavnici skupina Ephemeroptera, Amphipoda i Diptera u odnosu na rujan kada je prisutno najviše jedinki iz skupine Amphipoda. U nešto manjem broju dolaze još predstavnici skupina Ephemeroptera

i Diptera. Skupina Amphipoda je zastupljena s dvije vrste time da je vrsta *Gammarus fossarum* Koch znatno brojnija od vrste *Gammarus roeseli* Gervais (Tablica 5).

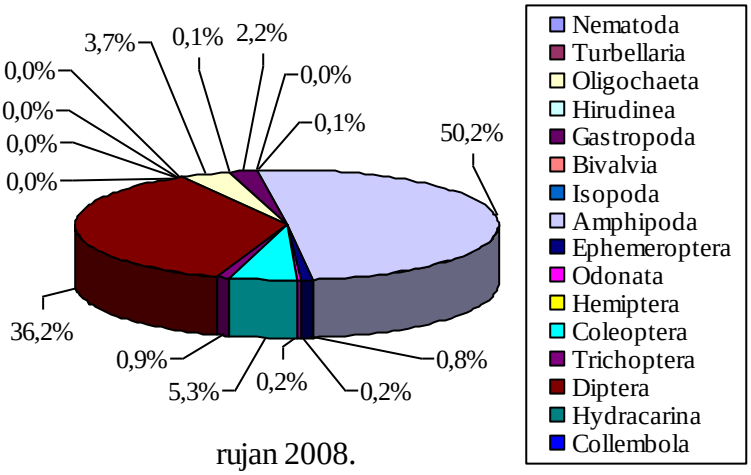
U oba su razdoblja prisutne jednake svojte s tim da je u srpnju zastupljena još svojta Copepoda s dvije jedinke.

Tablica 6. Brojnost pojedinih skupina makrozoobentosa na postaji Gradinščak

GRADINŠČAK			
		BROJNOST JEDINKI / m^2	
SKUPINA	**SVOJTE**	**srpanj**	**rujan**
Nematoda		11	1
Turbellaria	*Dendrocoelum lacteum*	2	1
Oligochaeta	*Limnodrilus hoffmeisteri*	8	62
	Tubifex tubifex		13
	Nais communis		7
	Nais bretscheri		7
Hirudinea	*Erpobdella octoculata*		2
	Helobdella stagnalis		1
Gastropoda	*Physella acuta*	1	
	Physa fontinalis		15
	Radix labiata	4	34
	Gyraulus laevis		2
	Emmericia patula		1
Bivalvia	*Pisidium* sp.		2
Isopoda	*Asellus aquaticus*		1
Amphipoda	*Gammarus fossarum*	1268	1208
Ephemeroptera	*Baetis* sp.	4	19
Odonata	*Platycnemis pennipes*		5
Hemiptera	*Cymatia* sp.		4
Coleoptera	*Elmis* sp.		2
	Oulimnius sp.	35	110
Dytiscidae			3
Hydrophilidae	*Hydraena* sp.	5	12
Trichoptera			
Hydroptilidae	*Hydroptila* sp.		2
Hydropsychidae	*Hydropsyche* sp.	4	14
Leptoceridae	*Mystacides longicornis*		6
Diptera			
Chironomidae ličinke		49	836
Chironomidae kukuljica		5	3
Ceratopogonidae			31
Culicidae			1
Hydracarina			1
Collembola			1

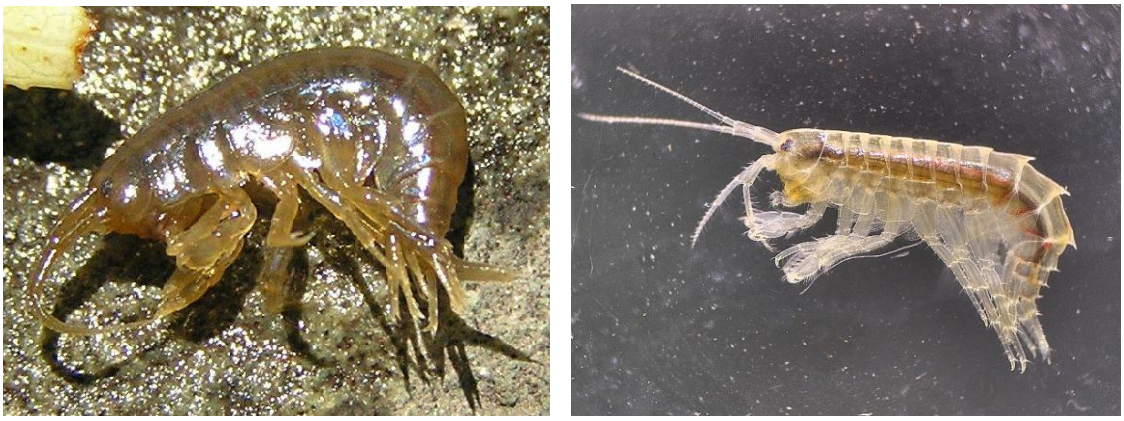


Slika 18. Postotna zastupljenost skupina makrozoobentosa na postaji Gradinščak u srpnju 2008.



Slika 19. Postotna zastupljenost skupina makrozoobentosa na postaji Gradinščak u rujnu 2008.godine

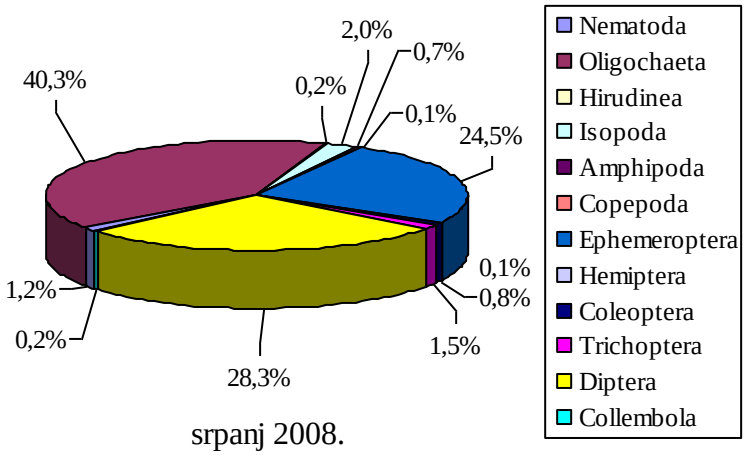
Na postaji Gradinščak i u srpnju i u rujnu dominira svojta *Gammarus fossarum* Koch (Amphipoda) i to u oba mjeseca s približno jednakim brojem jedinki (Tablica 6). Dok je u srpnju broj jedinki ostalih svojti znatno manji, u rujnu se brojnošću ističe još skupina Diptera i to prvenstveno ličinke Chironomidae.



Slika 20. Vrste *Gammarus fossarum* Koch i *Gammarus roeseli* Gervais (Amphipoda) (preuzeto s: http://www.biolib.cz/en/taxonimage/id4579/ i http://naturfotografen-forum.de/o86788-Flohkrebs+%28Gammarus+roeseli%29)

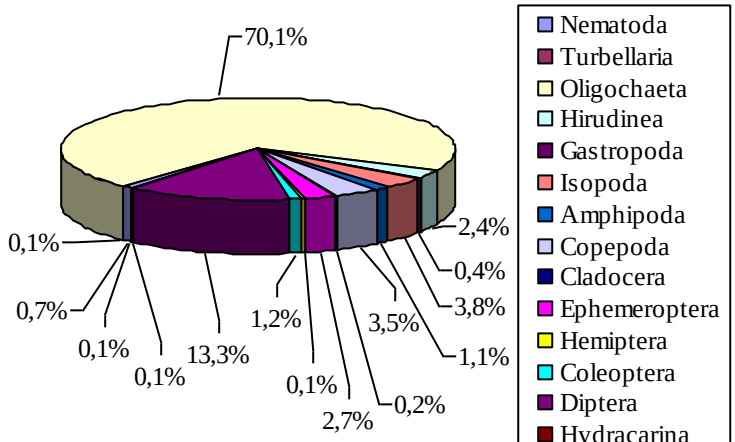
Tablica 7. Brojnost pojedinih skupina makrozoobentosa na postaji Jalšovec

JALŠOVEC			
		BROJNOST JEDINKI / m^2	
SKUPINA	**SVOJTE**	**srpanj**	**rujan**
Nematoda		12	10
Turbellaria	*Dugesia lugubris*		1
	Dendrocoelum lacteum		1
Oligochaeta	*Limnodrilus hoffmeisteri*	196	144
	Limnodrilus udekemianus		
	Tubifex tubifex	176	540
	Potamothrix sp.	16	180
	Psammoryctides moravicus		36
	Slavina appendiculata		72
	Lumbriculus variegatus		36
	-kokon	5	1
Hirudinea	*Erpobdella octoculata*		18
	Helobdella stagnalis	2	
	-kokon		17
Gastropoda	*Gyraulus laevis*		4
	Bithynia tentaculata		1
	Ancylus fluviatilis		1
Isopoda	*Asellus aquaticus*	20	54
Amphipoda	*Gammarus fossarum*	3	2
	Gammarus roeseli	1	11
	Synurella ambulans	3	3
Copepoda		1	51
Cladocera			3
Ephemeroptera	*Baetis* sp.	239	39
Hemiptera	*Cymatia* sp.	1	2
Coleoptera	*Oulimnius* sp.	7	15
Hydrophilidae	*Hydraena* sp.	1	2
Trichoptera			
Hydropsychidae	*Hydropsyche* sp.	15	
Diptera			
Chironomidae ličinke		268	165
Chironomidae kukuljica		4	7
Ceratopogonidae		1	18
Simuliidae		3	
Empididae			1
Tipuliidae			1
Hydracarina			2
Collembola		2	
Cnidaria	*Hydra* sp.		2



srpanj 2008.

Slika 21. Postotna zastupljenost skupina makrozoobentosa na postaji Jalšovec u srpnju i rujnu 2008. godine



rujan 2008.

Slika 22. Postotna zastupljenost skupina makrozoobentosa na postaji Jalšovec u rujnu 2008. godine

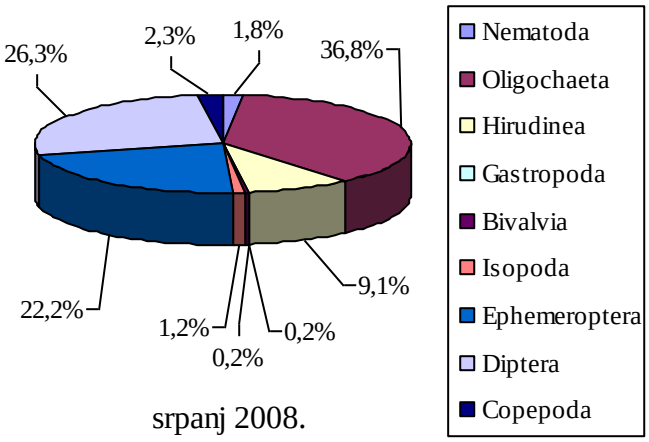
Postaju Jalšovec karakterizira dominacija skupine Oligochaeta u oba perioda s tim da je njezina brojnost mnogo veća u rujnu nego u srpnju za što je najviše zaslužan veliki broj jedinki vrste *Tubifex tubifex* Müller. U srpnju se pojavljuje i nešto veći broj jedinki iz skupine Ephemeroptera, (*Baetis* sp.) u odnosu na mjesec rujan u kojemu je taj broj manji za točno 200 jedinki (Tablica 7). U značajnijem broju još je zastupljena samo skupina Diptera, prvenstveno ličinke Chironomidae s tim da ih je više u mjesecu srpnju nego u rujnu. Na

ovoj su postaji utvrđene čak tri vrste iz skupine Amphipoda - *Gammarus fossarum* Koch, *Gammarus roeseli* Gervais i *Synurella ambulan* (Müller), koje su međutim zastupljene s malim brojem jedinki.

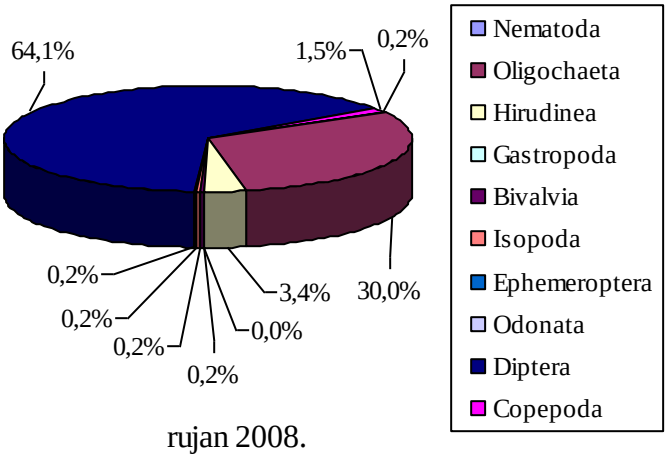
Predstavnici skupina Trichoptera i Collembola su jedini koje se pojavljuju u srpnju ali ne i u rujnu, dok skupina prisutnih samo u rujnu ima nešto više: Turbellaria, Gastropoda, Cladocera, Hydracarina, Cnidaria.

Tablica 8. Brojnost pojedinih skupina makrozoobentosa na postaji Štrigovski potok

ŠTRIGOVSKI POTOK			
		BROJNOST JEDINKI / m^2	
SKUPINA	**SVOJTE**	**srpanj**	**rujan**
Nematoda		9	5
Oligochaeta	*Limnodrilus hoffmeisteri*	27	367
	Tubifex tubifex	136	192
	Potamothrix bavaricus	13	256
	Opidonais serpentine	13	
Enchytraeidae g.sp.			30
Hirudinea	*Erpobdella octoculata*	1	1
	Helobdella stagnalis	42	95
	Glossiphonia complanata	4	
Gastropoda	*Physa fontinalis*		1
	Radix baltica	1	
Bivalvia	*Pisidium* sp.	1	5
Isopoda	*Asellus aquaticus*	6	7
Copepoda		12	41
Ephemeroptera	*Cloeon* sp.	114	5
Odonata	*Platycnemis pennipes*		1
	Somatochlora flavomaculata		4
Diptera			
Chironomidae ličinke		115	816
Chironomidae kukuljica		1	4
Ceratopogonidae		2	964
Simuliidae		5	
Culicidae		12	15
Culicidae kukuljica			6



Slika 23. Postotna zastupljenost skupina makrozoobentosa na postaji Štrigovski potok u srpnju 2008. godine



Slika 24. Postotna zastupljenost skupina makrozoobentosa na postaji Štrigovski potok u rujnu 2008. godine

U srpnju na postaji Štrigovski potok pronađeno je najviše jedinki koje pripadaju skupini Oligochaeta, a brojnošću je slijede skupine Diptera a zatim Ephemeroptera (Tablica 8). U rujnu je brojnost jedinki znatno veća i najviše ih je prisutno iz skupine Diptera - posebno predstavnici porodica Ceratopogonidae i Chironomidae. Brojnošću slijede predstavnici skupine Oligochaeta. U odnosu na srpanj u rujnu se pojavljuje još skupina Odonata zastupljena sa svega 5 jedinki. Od Oligochaeta su najbrojnije vrste *Limnodrilus hoffmeisteri* Claparede, *Tubifex tubifex* Müller i *Potamothrix bavaricus* (Öschmann). Jedino na ovoj postaji nisu nađeni predstavnici skupine Amphipoda.

5.2. KAKVOĆA VODE NA TEMELJU ANALIZE MAKROZOOBENTOSA

Određivanje kakvoće vode korištenjem indeksa saprobnosti temelji se na kvantitativnim uzorcima makrozoobentosa u kojima se prvo odrede indikatorske vrste, a zatim se prema izračunatim vrijednostima indeksa saprobnosti odredi kakvoća vode. Izračunate vrijednosti indeksa saprobnosti za pojedine postaje prikazane su u Tablica 9, te grafički na Slika 25. U Tablica 9 također je navedena i pripadajuća kakvoća vode za istraživane postaje.

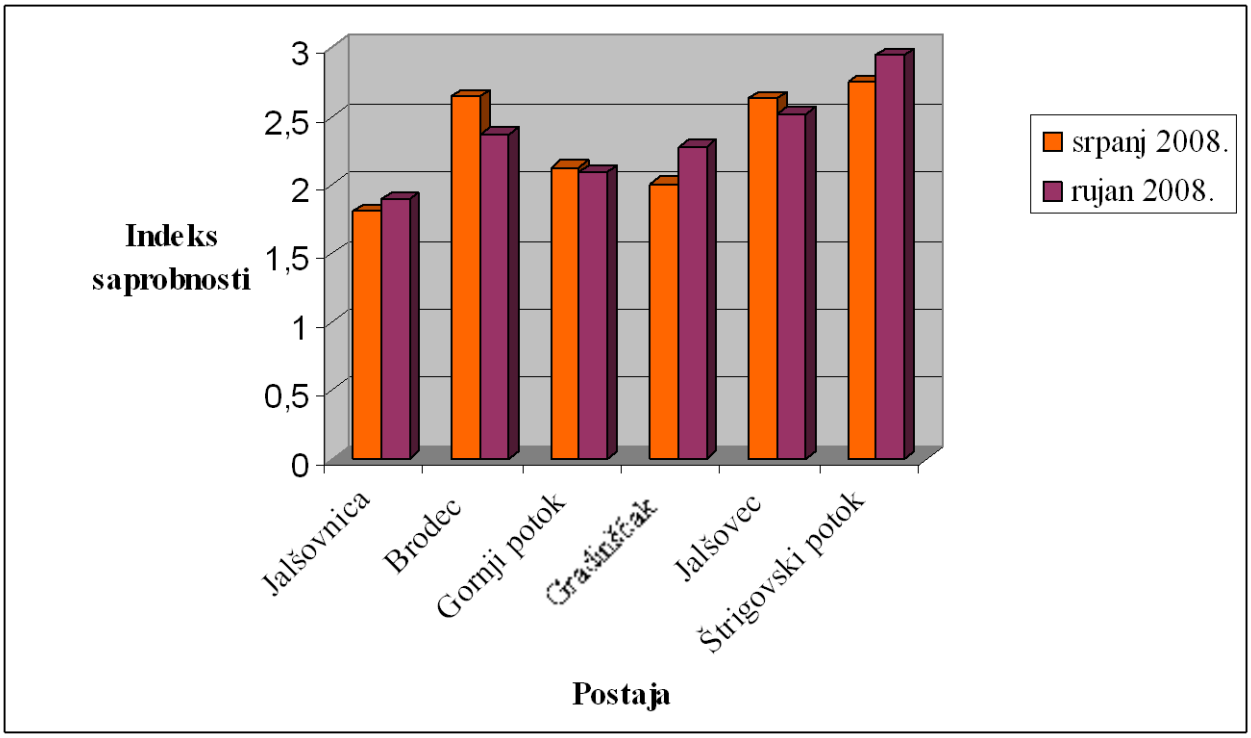
Tablica 9. Kakvoća vode istraživanih postaja na temelju indeksa saprobnosti

	Indeks saprobnosti		**Kakvoća vode**	
Postaje	**srpanj 2008.**	**rujan 2008.**	**srpanj 2008.**	**rujan 2008.**
Jalšovnica	1,81	1,90	I - II	II
Brodec	2,65	2,37	III	II - III
Gornji potok	2,13	2,09	II	II
Gradinščak	2,01	2,28	II	II
Jalšovec	2,63	2,52	III	III
Štrigovski potok	2,75	2,95	III - IV	IV

Prema indeksu saprobnosti može se zaključiti da je najbolja kakvoća vode na postaji Jalšovnica budući da jedina ima indeks saprobnosti manji od 2. Kakvoća vode stoga odgovara II klasi bonitete koju ima i voda na postajama Gradinščak i Gornji potok, uz napomenu da su na te dvije postaje vrijednosti indeksa saprobnosti nešto više. Vode sva tri spomenuta potaka pripadaju skupini slabo onečišćenih voda.

Potoci Brodec i Jalšovec, prema indeksu saprobnosti ubrajaju se u vode III vrste, tj. u onečišćene vode.

Ova su istraživanja pokazala da je najjače onečišćena voda Štrigovskog potoka, koji temeljem vrijednosti indeksa saprobnosti pripada IV klasi boniteta, tj. jako onečišćenim vodama.



Slika 25. Indeks saprobnosti istraživanih postaja temeljem analize makrozoobentosa u srpnju i rujnu 2008.

6. RASPRAVA

Utvrđivanje obilježja makrozoobentosa potoka na području Gornjeg Međimurja vršeno je prikupljanjem a zatim obradom (izdvajanjem i determinacijom jedinki) uzorka makrozoobentosa. Rezultati kvalitativne analize uzorka upotrijebljeni su i za procjenu kakvoće vode istraživanih potoka koristeći metodu indeksa saprobnosti.

Na istraživanim potocima ukupno je tijekom istraživanja utvrđeno 58 različitih svojti makroskopskih beskralješnjaka. No, s obzirom na činjenicu da neke skupine nisu determinirane do vrsta (Nematoda, Copepoda, Cladocera, Hydracarina, Collembola,) ili je determinacija obavljena samo do razine porodice (Diptera), stvarni broj svojti je ipak znatno veći.

Promatrajući sve postaje zajedno uočavamo izrazitu dominaciju jedinki skupine Amphipoda i to prvenstveno dvije vrste: *Gammarus fossarum* Koch i *Gammarus roeseli* Gervais koje dolaze zajedno na četiri od ukupno šest istraživanih potoka – Jalšovnica, Brodec, Gornji potok i Jalšovec. U posljednjem spomenutom potoku uz navedene vrste dolazi još i vrsta *Synurella ambulan* (Müller). Potok Gradinščak obilježava prisutnost samo vrste *Gammarus fossarum* Koch dok na postaji Štrigovski potok nije pronađena niti jedna jedinka iz ove skupine. Prisustvo ili odsustvo navedenih vrsta uglavnom je u vezi s dva čimbenika – intenzitet onečišćenja te smještaj potoka. Naime, vrsta *Gammarus roeseli* Gervais je relativno u novije vrijeme naselila istraživano područje (Žganec, 2009), te vjerojatno zbog relativne izdvojenosti još nije uspjela naseliti potok Gradinščak. S druge strane Štrigovski potok je toliko onečišćen da to onemogućava opstanak predstavnika skupine Amphipoda.

Nakon Amphipoda po brojnosti slijedi skupina Oligochaeta, među kojima su posebno brojne vrste *Limnodrilus hoffmeisteri* Claparede i *Tubifex tubifex* Müller, te se jedine pojavljuju na svim postajama osim na Jalšovnici.
Nakon Oligochaeta po zastupljenosti jedinki slijedi skupina Diptera u čijoj brojnosti najveći udio zauzimaju ličinke Chironomidae koje su i prisutne na svim potocima.
Skupina Ephemeroptera je još jedina skupina koja ima značajniji postotak u ukupnom broju jedinki promatrajući sve postaje zajedno. Vrsta *Baetis* sp. je najzastupljenija iz ove skupine

i pojavljuje se na svim postajama osim na postaji Štrigovski potok, čemu je vjerojatni uzrok intenzivno onečišćenje.
Sve ostale skupine su zastupljene sa znatno manje jedinki ali njihova prisutnost je važna jer pridonosi raznolikosti makrozoobentosa što upućuje na povoljne uvjete na većini istraživanih potoka, odnosno bolju kvalitetu vode.

Iako nije najbrojnija, Oligochaeta su najraznolikija skupina budući da je zastupljena s najviše, čak 15 vrsta. S većim brojem vrsta, njih 8, je zastupljena još samo skupina Gastropoda. Isopoda je jedina skupina zastupljena sa samo jednom vrstom (*Assellus aquaticus*), ali je ipak prisutna na većini staništa, osim na potoku Jalšovnica, koji je najmanje onečišćen od svih istraživanih potoka.

Najviše svojti, 24 , utvrđeno je na potocima, Gradinščak, Jalšovec i Gornji potok, s tim da su na potoku Jalšovec svojte raspoređene u najviše različitih skupina pa zbog toga možemo reći da je upravo to postaja s najraznolikijim sastavom makrozoobentosa.
Štrigovski potok zahvaljujući samo 14 različitih svojti raspoređenih u 10 skupina je postaja sa najmanje raznolikim sastavom makrozoobentosa.
Na pojedinim postajama broj utvrđenih svojti je uglavnom veći u rujnu (43 svojte) nego u srpnju (35 svojte) s iznimkom postaje Jalšovnica na kojoj je u ljeto (srpanj) bilo prisutno dvije svojte više nego u jesen (rujan).
Usprkos najvećoj raznolikosti svojti na potoku Jalšovec, on nije na prvom mjestu po broju jedinki već je potok Brodec gdje je izolirano najviše, čak 9.106 jedinki u dva uzorkovanja.

Potok Jalšovnica je postaja s najvećim brojem jedinki iz skupine Amphipoda kao i jedina postaja na kojoj je izoliran predstavnik skupine Plecoptera (najosjetljivija prema onečišćenju) te na kojoj nema niti jedne jedinke vrste *Tubifex tubifex* Müller (indikator za vrlo onečišćene vode). Osim Amphipoda značajan udio u ukupnom broju jedinki imaju i predstavnici skupine Ephemeroptera koji su također pokazatelji dobre kvalitete vode. Utvrđeni predstavnici pojedinih skupina makrozoobentosa upućuju na to da se radi o dosta dobroj kvaliteti vode a izračunavanjem indeksa saprobnosti utvrđeno je da se radi o vodi I - II klase boniteta odnosno o čistoj do slabo onečišćenoj vodi.

Na potoku Brodec utvrđen je ukupno najveći broj jedinki od svih postaja ali i prisutnost najvećeg broja jedinki iz skupine Oligochaeta što upućuje na zaključak da se radi o nešto lošijoj kakvoći vode. Vrsta *Tubifex tubifex* Müller (glibnjača) koja je indikator za vode visoko opterećene organskim tvarima je također prisutna u najvećem broju na ovoj postaji. Osim Oligochaeta, utvrđen je i značajniji udio jedinki skupine Amphipoda te Ephemeroptera iako u mnogo manjem broju. U srpnju je utvrđen znatno veći broj jedinki iz skupine Oligochaeta što upućuje i na lošiju kvalitetu vode u odnosu na rujan kada je taj broj gotovo peterostruko manji a i brojnost skupina Amphipoda i Ephemeroptera je veća.
Temeljem indeksa saprobnosti možemo zaključiti da se radi o vodi II - III klase boniteta tj. o onečišćenoj vodi.

Gornji potok u odnosu na prethodne postaje ima znatno manji ukupan broj jedinki ali po zastupljenosti pojedinih skupina je sličan Jalšovnici budući da je prisutno najviše jedinki iz skupina Amphipoda i Ephemeroptera na temelju čega možemo zaključiti da se radi o dobroj kvaliteti vode. Metodom indeksa saprobnosti potvrdili smo pretpostavku da se radi o slabo onečišćenoj vodi koja stoga pripada II klasi boniteta.

Podatci prikupljeni za postaju Gradinščak ukazuju na najveću zastupljenost jedinki skupine Amphipoda a zatim Diptera i to ponajviše ličinki Chironomidae koje su indikatori organskog opterećenja vode. Primjenom metode indeksa saprobnosti utvrdili smo da voda na ovom potoku pripada II klasi boniteta odnosno slabo onečišćenoj vodi.

Osnovno obilježje potoka Jalšovec je činjenica da je to postaja s najraznolikijim sastavom makrozoobentosa i na njoj dominira skupina Oligochaeta, a brojnošću, iako mnogo manjom, slijedi skupina Diptera te skupina Ephemeroptera. Na temelju pronađenih vrsta i koristeći se indeksom saprobnosti zaključujemo da je na ovoj postaji voda onečišćena pa stoga pripada III klasi boniteta.

Postaja s najzagađenijom vodom je Štrigovski potok zbog čega je i sastav makrozoobentosa najmanje raznolik pa tako na ovoj postaji nema niti jedne jedinke iz skupina Amphipoda, Turbellaria, Coleoptera i Trichoptera, koje su prisutne na svim ostalim postajama. Najzastupljenije su skupine Diptera (ličinke Chironomidae) i

Oligochaeta koje upućuju na organski opterećene vode (Viđinskiene, 2005), a brojnost im je i znatno veća u rujnu nego u srpnju. Jedinke ostalih skupina zastupljene su vrlo malim udjelom iako u srpnju skupina Ephemeroptera zauzima nešto veći postotak. Na temelju prisutnosti kao i odsutnosti pojedinih skupina makrozoobentosa zaključujemo da se radi o dosta onečišćenoj vodi a prema indeksu saprobnosti voda na ovoj postaji je najonečišćenija budući da pripada III - IV klasi boniteta što odgovara onečišćenoj do jako onečišćenoj vodi.

Uspoređujući dobivene rezultate sa rezultatima istraživanja na istim postajama iz prethodne 2007. godine u lipnju i rujnu (Krivohlavek Rajković 2008), uočavamo znatno veću raznolikost makrozoobentosa što se očituje u većem broju prisutnih skupina budući da je na postajama u 2008. prisutno 9 skupina više nego u 2007. Udio pojedinih skupina u ukupnom broju jedinki je također različit pa tako dok su u 2007. godini skupine Diptera (28%) i Oligochaeta (26%) (Krivohlavek Rajković 2008) gotovo jednako zastupljene, u 2008. godini skupina Amphipoda izrazito dominira (43,74%), a slijedi je Oligochaeta (29,70%) dok su ostale skupine zastupljene sa relativno malim postotkom.
Usprkos tako različitoj zastupljenosti pojedinih skupina generalno na potocima nije došlo do znatne promjene u kvaliteti vode koja je ostala jednako dobre odnosno loše kvalitete.

7. ZAKLJUČAK

Tijekom istraživanja makrozoobentosa potoka na području Gornjeg Međimurja utvrđeno je ukupno 58 različitih svojti makroskopskih beskralješnjaka. Najveća raznolikost makrozoobentosa utvrđena je na postaji Jalšovec gdje je pronađeno 24 svojti koje pripadaju u 17 različitih skupina.

Najmanja raznolikost makrozoobentosa, tek 14 svojti iz 10 skupina, je utvrđena na Štrigovskom potoku.

Najveća brojnost makrozoobentosa je utvrđena na potoku Brodec gdje je izolirano 9.106 jedinki od njih ukupno 29.848.

Na pojedinim postajama broj izoliranih svojti je uglavnom veći u rujnu (jesen) - 45 svojti nego u srpnju (ljeto) - 35 svojti.

Općenito možemo reći da na potocima Gornjeg Međimurja, po brojnosti dominira skupina Amphipoda i to uglavnom vrste: *Gammarus fossarum* Koch i *Gammarus roeseli* Gervais. Brojnošću slijedi skupina Oligochaeta s vrstama *Limnodrilus hoffmeisteri* Claparede i *Tubifex tubifex* Müller. Značajniji postotak u ukupnom broju jedinki imaju još skupine Diptera, prvenstveno zbog velike zastupljenosti ličinki Chironomidae i Ephemeroptera, koja je predstavljena vrstom *Baetis* sp. prisutnom na gotovo svim postajama.

Oligochaeta je najraznolikija skupina jer je zastupljena s najviše vrsta, čak njih 15 dok je skupina Gastropoda zastupljena s 8 vrsta. Isopoda je skupina zastupljena sa samo jednom vrstom, *Assellus aquaticus* (L.), a koja je prisutna na većini istraživanih potoka.

Ocjena kakvoće vode, izvršena temeljem analize makrozoobentosa i primjenom metode indeksa saprobnosti pokazala je da se kakvoća vode na potocima Gornjeg Međimurja kreće u rasponu od I – IV klase boniteta.

Najbolja kakvoća vode je utvrđena je na potoku Jalšovnica, koji pripada I - II klasi bonitete što odgovara čistoj do slabo onečišćenoj vodi. Najlošija kakvoća vode od svih istraživanih potoka utvrđena je na Štrigovskom potoku koji pripada III - IV klasi boniteta, tj. onečišćenim do jako onečišćenim vodama.

8. LITERATURA

- Consiglio, C. (1980): Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. Plecotteri (Plecoptera), 9. Consiglio nazionale delle ricerche. Verona. str.68.

- Glöer, P. (2002): Die Süßwassergastropoden Nord- und Mitteleuropas, Die Tierwelt Deutschlands, 73. Conchbooks, Hackenheim.

- Kerovec, M. (1988.): Ekologija kopnenih voda , Hrvatsko ekološko društvo, Zagreb, str. 75

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

- Killen, I., Aldridge, D., Oliver, G. (2004): Freshwater bivalves of Britain and Ireland. Preston Monford. FSC Publications.

- Krivohlavek Rajković, R. (2008): Makrozoobentos kao pokazatelj kakvoće voda malih tekućica na području Međimurja, Diplomski rad

- Matoničkin I., Pavletić Z. (1972): Život naših rijeka, Školska knjiga, Zagreb, str. 198

- Müller, H. J (1985): Bestimmung wirbelloser Tiere im Gelände. Gustav Fischer Verlag Jena, str. 280.

- Nilsson, A. (1996): Aquatic Insects of North Europe. Vol. 1. Appolo Books. Stenstrup. str. 274.

- Nilsson, A, (1997): Aquatic Insects of North Europe. Vol. 2. Appolo Books. Stenstrup. str. 440.

- Pfleger V. & Chatfield, J. (1988): A guide to snails of Britain and Europe. - London (HAMLYN): str. 216

- Rosenberg, D. M., Resh, V. H. (1993): Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates. Chapman & Hall, London,. str. 461.

- Sansoni, G. (1992): Atlante per il riconoscimento dei macroinvertebrati dei corsi d'aqua Italiani. 2ª edizione. APR&B, Trento, str. 191.

- Viđinskiene, M., (2005): Biodiversity, dostribution and ecology of macrozoobenthos in small Lithuanin rivers, Ekologija 2, 15-21

- Wegl, R. (1983): Index für die Limnosparobitat. Wasser und Abwasser, 26, str. 175

- Žganec, Krešimir (2009): Rasprostranjenost i ekologija nadzemnih rakušaca (Amphipoda: Gammaroidea) slatkih i bočatih voda Hrvatske / doktorska disertacija, str. 214

INTERNETSKI IZVORI

http://www.mzopu.hr/doc/PPZHR2010/20-Medjimurska/00-medjimPPZ-tekst.pdf

http://hr.wikipedia.org/wiki/Me%C4%91imurska_%C5%BEupanija

http://vijesti.gorila.hr/gorilopedija/lifestyle/putovanja/karta_medimurja_medimurje_medimurska_zupanija

http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=580057&page=2

http://www.tzm.hr/article.php?g=9

http://www.biolib.cz/en/taxonimage/id4579/

http://naturfotografen-forum.de/o86788-Flohkrebs+%28Gammarus+roeseli%29

http://www.pilcomayo.info/images/ephemeroptera.JPG

http://www.uhl.uiowa.edu/services/limnology/macroinvertebrates/Diptera/Chironomidae/Chironomidae16x12.jpg