

Prof. dr. Elvira HADŽIAHMETOVIĆ JURIDA

Marija VUČIĆEVIĆ, MA

BSc. Almina GAJIĆ

BSc. Edina TURAN

Prirodno-matematički fakultet Univerzitet u Tuzli

Veterinarski fakultet Sarajevo

BIODIVERZITET MAKROINVERTEBRATA ZOOBENTOSA NA PODRUČJU ZP KONJUH

Apstrakt: *U sve većoj mjeri izražen je negativan utjecaj čovjeka na životnu sredinu, a samim time na tekućice u današnje vrijeme. U istraživanju štetnih utjecaja tehničko-tehnološkog napretka na tekuće ekosisteme koriste se vodeni organizmi kao indikatori kvaliteta voda. U ovom radu je vršeno istraživanje zajednica makroinvertebrata zoobentosa rijeke Oskove, jer zajednice ovih organizama predstavljaju značajan bioindikator kvaliteta voda. Prikupljanje uzoraka vršeno je na lokalitetu Zlača i Zobik. Nakon determinacije zaključeno je da je u uzorku od preko stotinu jedinki pronađeno devet vrsta. Pronađene vrste pripadaju razredu Gastropoda, Hirudinea, Crustacea i Insecta.*

Ključne riječi: *biodiverzitet, zoobentos, ZP Konjuh, makroinvertebrati, bioindikator.*

BIODIVERSITY OF ZOOBENTOS MACROINVERTEBRATES IN THE AREA OF ZP KONJUH

Abstract: *The negative impact of man on the environment, and thus on water streams nowadays, is increasingly present. Aquatic organisms are used as indicators of water quality in the research of harmful effects of technical and technological progress on liquid ecosystems. In this paper, the research of macroinvertebrate communities of zoobenthos of the river Oskova was performed, because the communities of these organisms represent a significant bioindicator of water quality. Samples were collected at the Zlača and Zobik sites. After determination, it was concluded that nine species were found in a sample of over*

a hundred individuals. The species found belong to the class Gastropoda, Hirudinea, Crustacea and Insecta.

Keywords: *biodiversity, zoobenthos, ZP Konjuh, macroinvertebrates, bioindicators*

UVOD

Mada kopnene vode (slatke) čine manje od 1% ukupne vode na Zemlji, njihovo je značenje vrlo veliko zbog toga što se one gotovo isključivo upotrebljavaju za piće, u domaćinstvima i u industriji. Međutim, zbog naglog porasta stanovništva, koji je praćen isto takvim naglim razvojem industrije, kopnene vode su izložene najrazličitijim vrstama degradacije kojom se znatno smanjuju ionako oskudne rezerve pitkih voda. Naravno, takve promjene u ekosistemima koje uzrokuju različite tipove onečišćenja, uzrokuju i promjene u sastavu životnih zajednica-biocenoza. U takvim slučajevima nastaju mnoge karakteristične autohtone vrste, a pojavljuju se druge, prilagođene takvim izmijenjenim uvjetima okoline. To su i osnovni razlozi što sve više raste zanimanje za istraživanja kopnenih voda u koje ubrajamo stajaćice (jezera, bare, lokve), tekućice (izvori, potoci i rijeke) i podzemne vode. Od svih kopnenih voda u tekućicama djeluje najveći broj različitih ekoloških faktora koji uzrokuju veliku raznolikost živog svijeta u njima.

U kopnenim vodama Europe žive predstavnici raznih skupina beskičmenjaka zastupljenih s preko 12. 000. vrsta. Zbog nedovoljnih istraživanja je teško reći koliko vrsta beskičmenjaka živi u našim kopnenim vodama, ali taj broj sigurno nije malen (Nikolić i Ćurić, 2011)

Makroinvertebrati bentosa su životinje koje naseljavaju supstrate dna slatkovodnih ekosistema i većina vodenih staništa sa zadovoljavajućim kvalitetom vode, omogućava različitost beskičmenjaka dna. Makroinvertebrati su najosjetljivija živa bića na zagađenja vode i na promjenu ekoloških uslova sredine. U zajednicama, gdje je kvalitet vode na zadovoljavajućem nivou, ukupan broj individua je zastupljen sa ravnomjernom distribucijom vrsta.

U Bosni i Hercegovini relativno dobro su istraženi redovi insekata: *Plecoptera*, (Kačanski, 1972, 1978); *Trichoptera* (Marinković-Gospodnetić, 1969; Marinković-Gospodnetić, 1978), *Ephemeroptera* (Tanasijević, 1981), *Simuliidae* (Kačanski, 1968) i *Psychodidae* (Krek, 1999). Prema rezultatima istraživanja (Trožić-Borovac, 2001), sliv rijeke Bosne karakteriše prisustvo 120 taksona makroinvertebrata od kojih tri nisu bile akvatične forme. Prema

istraživanju (Cikotić, 2005), sliv rijeke Krivaje karakteriše 133. taksona, sa 12. 766 jedinki što ukazuje na njihov veliki biodiverzitet i povoljne uslove života u istraživanoj tekućici. U posljednjih nekoliko godina su vršena istraživanja zoobentosa u rijekama Neretvi, Bosni, Uni, te u Boračkom jezeru (Trožić-Borovac i Škrijelj, 2000). Na osnovu pomenutih istraživanja, dobijeni su podaci o kvantitativno-kvalitativnom sastavu zoobentosa, prisutnosti ove komponente u ishrani riba, te primjeni biotičkih indeksa u ocjeni kvaliteta voda istraživanih ekosistema.

Sa pojavom zagađenja vodenih basena, zbog ubrzanog razvoja industrije i urbanih naselja, dolazi do promjena u kvalitativnoj i kvantitativnoj strukturi makrozoobentosa, koja je inače podložna promjenama pod pritiskom sredinskih uslova (Matoničkin i Pavletić, 1972). Bentosni organizmi su razvili širok opseg tolerantnosti na zagađenje, što za posljedicu ima njihovo selektivno isključivanje duž gradijenta opterećenja akvatičnih ekosistema. Ova osobina zajednice makrobescičmenjaka je iskorišćena u razvijanju metoda u biomonitoringu vodenih ekosistema (Habdija, 1979).

Zajednica makrozoobentosa predstavlja bitnu kariku u lancima ishrane, izvor je hrane za ribe i učestvuje u procesima prerađivanja i kruženja organske materije u vodenim ekosistemima. Pored toga, kao što se u uvodnom dijelu može vidjeti, zbog osjetljivosti svojih zajednica, makroinvertebrati bentosa mogu poslužiti kao bioindikator kvaliteta vode. Ovim radom postavljeni su sljedeći ciljevi:

1. Utvrditi kvalitativni sastav makroinvertebrata na području ZP Konjuh;
2. Utvrditi koja je porodica makroinvertebrata najzastupljenija na istraživanom području;
3. Opisati opće karakteristike i značaj pronađenih vrsta na istraživanom području;

Realizacijom ovih ciljeva dobio bi se uvid u biodiverzitet makroinvertebrata na području ZP Konjuh, što predstavlja bitan podatak u faunističkom sastavu zaštićenog područja. Osim toga, uvidom u biodiverzitet ovih vrsta može se dobiti uvid u ekološko stanje samog ZP Konjuh, što predstavlja veoma bitan podatak za jedno zaštićeno područje.

MATERIJAL I METODE

U skladu sa ciljevima istraživanja najprije su urađena terenska istraživanja, tokom mjeseca septembra 2019. godine. Prilikom uzimanja uzoraka odabrani su transekti za uzorkovanje. Bentosne makroinvertebrate su uzorkovane pomoću kick-net mreže, čije su dimenzije rama 25x25 cm, a dimenzija mreže je 250 μm .



Slika br. 1. *Kick-net mreža*

Mreža je postavljena normalno u odnosu na podlogu, a ispred mreže podloga je nogom uzburkavana da bi se unio podignuti materijal u mrežu. Sav sakupljeni materijal je odvajan od sedimenta i pakovan u staklene tegle, koje su sadržavale etikete sa nazivom lokaliteta, datumom i oznakom uzorka, ispisane grafitnom olovkom. Po uzorkovanju su uzorci stavljeni u 4% formalin i prenešeni su u laboratoriju na ispiranje, trijebljenje, sortiranje i identifikaciju. Za ispiranje je korišćeno sito sa manjim okcima koje je postavljano ispod sita sa većim okcima u kome je prethodno stavljan uzorak iz tegle. Prilikom ispiranja vodilo se računa da se sav materijal iz kese dobro ispere kao i sama kesa gdje je čuvan uzorak sa određenog lokaliteta. Nakon ispiranja slijedi trijebljenje materijala koje je izvršeno u bijelim kadicama sa plitkim zidovima, a nakon trijebljenja su istrijebljene jedinice pincetom prebacivane u bočicu sa formalinom, gdje su čuvane do trenutka determinacije. Sam postupak identifikacije materijala se vrši na taj način što se svaka jedinka posebno prebaci u petrijevu šolju, gde je prethodno stavljeno nekoliko kapi vode da ne bi došlo do sušenja jedinice. Zatim se petrijeva šolja postavlja pod lupu, da bi se konačno odredila taksonomska pripadnost jedinice pomoću ključa za determinaciju.



Slika br. 2. Petrijeve šolje i lupa (orginalni snimak)

Prikupljanje uzoraka vršeno je na lokalitetu Zlaća, te Zobik, u dijelovima potoka koji su bili pristupačni za prilazak. Pronalaženje uzoraka je vršeno tri puta tokom mjeseca septembra. Makroinvertebrati su uzorkovani upotrebom mreže koja je promjera 0,5 mm, koja je pričvršćena na metalni okvir, koji se nalazi na drvenoj dršci. Uzrokovani su organizmi po transektima, po tri presjeka odotoka na svakom lokalitetu. Na terenu su uzorci iksirani u 4% formaldehidu. U laboratoriji su uzorci ispirani vodom u sitima koja imaju promjer okaca 0,5 mm i izvršena je separacija organizama. Nakon toga organizmi su fiksirani u 4% formaldehidu i vršena je njihova determinacija. Za determinaciju su korišteni ključevi: Studemann, Kerove, Dall i sar.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Tokom istraživanja makroinvertebrata zoobentosa na području ZP Konjuh, obavljenog u septembru 2019. godine, sakupljeno je preko stotinu jedinki. Na osnovu ovog uzorka analiziran je biodiverzitet makroinvertebrata zoobentosa i određene su njihove najvažnije karakteristike.

Kvalitativni sastav makroinvertebrata zoobentosa

Istraživanjem u septembru 2019. godine pronađeno je ukupno devet vrsta makroinvertebrata zoobentosa koji pripadaju različitim klasama i redovima.

Biosistematika i ekologija proučavanih redova makroinvertebrata zoobentosa

Koljeno: Mollusca-mekušci

Ovu veliku skupinu životinja karakterizira mekano, bilateralno simetrično (školjkaši) ili sekundarno asimetrično tijelo (puževi). Nemaju unutrašnji skelet već vanjsku ljusku (kućica, školjka) koja služi kao potpora i zaštita. Ljuska koja je izgrađena od vapnenca, izgrađuje rub plašta tokom cijelog života. Debljina ljuske ovisi o količini vapnenca u okolini, tako da su u vodama s malo vapnenca ljuske tanke i krhke. Na ljuskama su vidljive zone u obliku koncentričnih linija.

Razred Gastropoda-puževi

Ova skupina je daleko najbogatija vrstama, a dobro je zastupljena u moru, kopnenim vodama i na kopnu. Osnovna karakteristika im je nesimetrično tijelo i spiralno uvijena kućica. Slatkovodni puževi su prilično aktivne životinje, koje se kreću pomoću mišićavog stopala po kamenju i bilju, hraneći se uglavnom prevlakama zelenih algi koje prekrivaju te predmete. Kada puže, glava mu je ispružena ispred kućice, a na njoj se ističu ticala sa očima ili oči. Usta su sa donje strane glave. Mišićavo stopalo je cijelo prekriveno sluzi, koju proizvodi žlijezda čiji se otvor nalazi u blizini usta. Sluz pomaže da životinja lagano klizi po podlozi. Svi glavni organi, nalaze se u dijelu tijela koji je uvučen u kućicu. Kod vrlo mladih životinja, kućica je prozirna pa se može vidjeti unutrašnja građa (Trozić-Borovac, 2011).



Slika br. 3. *Ljuštura predstavnika razreda Gastropoda (originalna snimka)*

Slatkovodni puževi imaju odličnu primjenu u biomonitoringu, jer su izvrsni indikatori promjena kvaliteta vode akvatičnih ekosistema. Pogodni su zbog toga što je njihova brojnost velika, slabo su pokretljivi, prikladne su veličine, lako ih je determinisati i otkriti uzrok. Slatkovodni puževi često se koriste kao

indikatori zagađenja, u monitoringu teških metala, a pogodni su i za neurotoksikološka istraživanja. U neka područja unose se namjerno kako bi se koristili kao sredstva biološke kontrole (Kocijan, 2016).

Razred: Hirudinea – pijavice

Ovu vrstu pijavica od maločekinjaša razlikujemo po prijanjaljkama na zadnjem i prednjem kraju tijela, te po tome što nemaju čekinja. S donje strane prednjeg kraja tijela nalazimo usta, a na leđnoj strani je različit broj očnih pjega. Crijevni, analni otvor je smješten sa leđne strane tijela iznad stražnje prijanjaljke.

Uglavnom žive u kopnenim vodama, a malo ih živi i u vlažnoj zemlji i moru. Hrane se drugim beskičmenjacima ili žive kao vanjski paraziti na vodenim životinjama sišući im krv i tjelesne tekućine (Trozić-Borovac, 2011).

Hirudinea posjeduju određene karakteristike koje ih čine pogodnim za biološku procjenu slatkovodnih ekosistema i mogu se koristiti kao bioindikatori zagađenja vode (Scrimgeour i sar., 1998). Pijavice se u slatkovodnim ekosistemima najviše koriste kao indikatori umjerenih ili jako zagađenih sredina, jer je bioakumulacija kod njih mnogo veća nego kod drugih bentosnih grupa i riba. Neke vrste pijavica se rijetko mogu pronaći u vodama koje su siromašne kalcijumom, neke ne mogu tolerisati mutnu vodu, neke tolerišu blaga zagađenja, ali većina njih se smatra izuzetno dobrim bioindikatorima jer se mogu naći u zaista jako zagađenom okruženju (Koperski, 2005). Visoki nivo tolerancije kod najčešćih vrsta rezultirao je time da su sve vrste stavljene u kategoriju visoko tolerantnih organizama (Skriver i sar., 2000).



Slika br. 4 – *Hirudinea* u formalinu (originalni snimak)

Razred Crustacea – rakovi

Predstavnici ove skupine uglavnom dolaze u vodenom biotopu, a samo mali broj vrsta živi na kopnu. Kod većine oblika možemo razlikovati glavne, prsne i začane kolutiće. Noge najčešće nalazimo samo na glavi i prsima, a ako ih ima na zatku, razlikuju se po građi i obliku. Na kraju zatka niži rakovi imaju vilicu ili furku, a viši imaju repnu peraju koja čini posljednji članak, telzon, i zadnji par začanih nogu.

Kod nekih su prednji kolutići spojeni s glavom u glavopršnjaka, cephalopereion.

Na glavi se ističu dva para ticala koja uglavnom služe kao osjetni organi. Oko čitavog tijela epiderma izlučuje hitinsku kutikulu, koja je često kalcificirana i čini jak vanjski skelet, egzoskelet na kojem često izrastu dlake, četine ili bodlje. Zbog takvog tvrdog vanjskog skeleta rakovi ne mogu kontinuirano rasti već se rast odvija neposredno nakon presvlačenja kada je novi oklop još mekan.

Listonošci (Cladocera) žive samo u kopnenim vodama. Najveći broj vrsta živi na dnu, ali ima i dosta planktonskih vrsta (Copepoda, Cladocera), koje su glavna hrana ribama i drugim životinjama.

Red Isopoda – jednakonošci

Jednakonožni rakovi (Isopoda) su jedan od najvećih redova po broju vrsta unutar razreda rakova (Crustacea). Naseljavaju vrlo različita staništa, od morskih dubina, slatkih voda do kopna, a postoje i nametničke vrste. Od oko 52.000 opisanih vrsta rakova, čak preko 10.000 vrsta pripadaju redu jednakonožnih rakova. Od toga je oko 5.000 morskih, oko 950. slatkovodnih i preko 4.000 kopnenih vrsta, a svake godine se opisuju nove vrste. Ime jednakonožnih rakova (Isopoda) dolazi iz grčkog ISO što znači „jednako” i POD što znaci „noga”, zahvaljujući tome što su im noge vrlo slične.



Slika br. 5 – Predstavnici reda Isopoda (originalna snimka)

Jednakonožni rakovi se razlikuju od ostalih rakova prema sedam pari prsnih nogu, koje im služe za hodanje te pet pari zadčanih nožica, koje im služe za disanje i kao pomoćni kopulatorni organ kod mužjaka. Veličine su od 0,5 mm pa čak do 50 cm (dubokomorska vrsta gigantski jednakonožac, *Bathynomus giganteus*), ali većina vrsta su relativno male, od 0,5 do 3 cm. Većinom su razdvojena spola, osim nekih morskih nametnika koji su dvospolci (prvi dio životnog ciklusa su mužjaci, a kasnije se preobraze u ženke). Kod nekih vrsta primjećena je i partenogeneza, nespolni način razmnožavanja koji ne uključuje mužjaka, a embrio se razvija iz neoplođene jajne stanice. Ženka jajašca nosi u ležnom prostoru gdje se razvijaju mladi. Mladunci izlaze iz ležnog prostora kao samostalne jedinke, vrlo slične odraslim rakovima. Budući da im se vanjski dio tijela sastoji od čvrste hitinske kutikule, prilikom rasta se nekoliko puta moraju presvući i odbaciti staru kutikulu (svlak). Hrane se uglavnom svime, algama, mahovinom i ostalim biljkama, te mrtvom organskom tvari (detritus) i važna su karika u razlaganju mrtve tvari. (<https://www.hbsd.hr/rakovi/>).

Red Amphipoda-rakušci

Rakušci su sitni rakovi. Brzo se kreću (uglavnom plivanjem) i većinom su bočno spljošteni. Nemaju karapaks – oklop na toraksu karakterističan za druge skupine viših rakova (Malacostraca). Ime rakušac (Amphipoda) dolazi iz grčkog AMPH što znači „različito” i POD što znači – „noga”, jer imaju noge prilagođene za kretanje (plivanje, skakanje, hodanje) i noge prilagođene za prehranjivanje. Dužina tijela može iznositi od 1 mm do 60 mm, ali je većina duga između 1mm i 15 mm. Tijelo se sastoji od glave, prsa i zatka. Na glavi imaju jedan par očiju koje nisu na stapkama. Imaju dva para ticala (antennae) na kojima se očituje i spolno dvoličje (kod mužjaka su ticala veća), gornje čeljusti (mandibula), te dva para donjih čeljusti (maksilula i maksila) i jedan par čeljusnih nožica (maksilipedi). Na sedam većih prsnih kolutića (pereiomera) imaju po jedan par nogu (pereipoda – noge za hodanje) na kojima su škrge, a često se nalaze i žlijezde. Kod ženki je često osnovni članak prvih četiri para prsnih nogu proširen u veće ležne listiće, koji ispod prsa čine ležni prostor. Zadak (pleon) kod većine čini šest kolutića, a kod nekih je zakržljao. Tu su šest pari začanih nožica (pleopoda) od kojih su prva tri para jake i dugačke noge za veslanje, a druga tri para (uropodi) su noge za skakutanje (<https://www.hbsd.hr/rakovi/>).



Slika br. 6 – Predstavnici *Amphipoda* u formalinu (originalna snimka)

Razred: Insecta - kukci

U kopnenim vodama akvatični insekti pokazuju veliki specijski diverzitet. Veći broj grupa vodenih insekata je samo pojedinim stadijumima svog razvića vezan za vodenu sredinu, najčešće je to larveni stadijum i takve su: Odonata, Plecoptera, Ephemeroptera, Trichoptera, Diptera (Culicidae, Tipulidae, Limoniidae, Ceratopogonidae, Chironomidae), Megaloptera, Lepidoptera i Neuroptera. Samo je nekoliko grupa koje su cjelokupnim životnim ciklusom u potpunosti vezane za vodu (Colembola, Coleoptera i Heteroptera). Među akvatičnim invertebratama, insekti kao što su: Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera, primarno su ograničeni na uslove čiste vode. Međutim, ima i onih koji su dosta tolerantniji, kao što su: Diptera i Odonata, te njihova prisutnost i dominacija ukazuje na organski opterećenu vodu ili na značajne promjene u strukturi staništa (McCafferty, 1983).

Red Coleoptera – kornjaši

Kornjaši pripadaju velikom koljenu člankonožaca i razredu kukaca unutar kojeg se ističu po najvećem broju vrsta. Red kornjači (Coleoptera) uključuje prema procjenama preko 350.000 opisanih vrsta i time čine najbrojniju skupinu živih bića na svijetu. S velikim brojem vrsta dolazi i velika raznolikost u prilagodbama na život, u različitim uvjetima okoliša i kornjaše nalazimo gotovo u svim tipovima staništa na Zemlji gdje je život moguć.

Tijelo odraslog kornjaša može se lako prepoznati po karakterističnom izgledu prednjih krila, koja su jako hitinizirana i tvore čvrsto pokrivanje (elitre) koje pokriva opnasta stražnja krila i zadak. Tijelo je sastavljeno od 20. kolutića, koji su smješteni između prvog tjelesnog kolutića (akrona) i zadnjeg tjelesnog

kolutića (telzona). Prilikom razvijanja zametka svi su kolutići jednakomjerni, ali su poslije raspoređeni u cjeline (tagme): 6. se kolutića priključuje akronu tvoreći glavu, 3. tvore prsa, a 11. zajedno s telzonom čine zadak .



Slika br. 7 – Predstavnici reda Coleoptera u formalinu (originalna snimka)

Vodena staništa su jako osjetljiva na ljudski utjecaj i kao takva podložna i najmanjim promjenama, a vodeni kornjaši su dobri indikatori tih istih promjena. To primjerice uključuje promjene PH vrijednosti vode (Erye i Foster 1989), povećanje organskih tvari, količine otopljenog kisika u vodi i promjene temperature. Stoga se vodeni kornjaši učestalo koriste kao bioindikator kvalitete, funkcionalnosti i očuvanosti vodenih staništa. Osim promjena u fizičko-hemijskim parametrima staništa, promatranjem vodenih kornjaša, istraživači mogu pratiti i sukcesiju vodenih staništa, a s obzirom da u stajadicama čine dominantni dio faune vodenih beskralješnjaka često služe u procjeni njihove ukupne bioraznolikosti i konzervacijskog statusa (Eyre i Foster 1989; Sánchez-Fernández i sur. 2006). Ima više razloga zašto su vodeni kornjaši idealni bioindikator bioraznolikosti vodenih ekosustava: taksonomski su dobro poznata skupina, dobro im je proučen životni ciklus i biologija, populacije se relativno lako istražuju i prate, grupe i srodne vrste zauzimaju vedinu staništa na širokom geografskom području, svaka se populacija specijalizira na užem staništu i određeni obrasci primjećeni kod indikatorskog taksona očituju se i na drugim srodnim ili ne srodnim svojstama (Pearson i Cassola 1992).

Red Diptera – dvokrilci

Grupa *Diptera* mogu imati različite ekološke niše (Vaate i Pavluk, 2004), kako u čistim, tako i u zagađenim vodama i zbog toga predstavljaju jednu od najvažnijih grupa indikatorskih organizama. Iz reda *Diptera* familija *Chironomidae* su jedna od najabundantnijih grupa i često premašuju većinu drugih insekatskih grupa u slatkovodnim sredinama (Epler, 2001). Upotreba hironomida kao bioindikatora ima dugu historiju u biomonitoringu kvaliteta voda (Richardson 1928, Saether 1979). Kada koncentracija rastvorenog kiseonika u vodenom ekosistemu opada, brojnost vrsta iz familije *Chironomidae* raste. U najzagađenijim vodama će dominirati rodovi, a to su: *Chironomus*, *Polypedilum* i *Rheotanytarsus*, jer se uglavnom hrane razgrađenom organskom materijom.



Slika br. 8. – Larve *Diptera* u formalinu (originalna snimka)

Red Trichoptera – Tulari

Grupa *Trichoptera* je široko rasprostranjena, naseljava različite tipove staništa i obuhvata više trofičkih nivoa. *Trichoptera* je jedna od najreprezentativnijih grupa zajednice makroinvertebrata. Imaju ograničenu mobilnost, relativno dug životni vijek i kosmopolitsku distribuciju. Mnoge vrste su osjetljive na zagađenje, pa se njihovo prisustvo i relativna brojnost koriste u biološkoj procjeni i monitoringu kvaliteta vode (Holzenthal i sar., 2007).



Slika br. 9. – Larve Trichoptera u kućicama (originalna snimka)

Red Plecoptera - obalčari

Obalčari, *Plecoptera* red su manjih kukaca tamne boje, nježnih opnastih krila koji žive pokraj potoka i rijeka. Osjetljivi su na zagađenje vode i njihova prisutnost jamči čistoću vode. Oba para krila su im nježna i opnasta, pri mirovanju položena ravno na zadak, u letu se svaki par pokreće neovisno o drugome. Tijelo im je dugačko i spljošteno, noge robusne, na zatku privjesci. Usni organi su za grizenje, gornje čeljusti smanjene, ticala duga i četinasta, sastavljene oči malene (<https://hr.wikipedia.org/wiki/Obalčari>).



Slika br. 10. – Plecoptera u petrijevoj šolji (originalna snimka)

Red Ephemeroptera – vodeni cvjetovi

To su nježni kukci dugačkog slabo hitiniziranog tijela velikih opnenih krila (prednji par krila je najčešće bitno veći) ali slabih letačkih sposobnosti. Pri mirovanju krila drže uspravno poput danjih leptira. Ticala su im kratka, cerci vrlo dugački. Kao odrasli ne uzimaju hranu, a probavilo im je ispunjeno zrakom (<https://hr.wikipedia.org/wiki/Vodencvjetokrila%C5%A1i>).



Slika br. 11. – *Ephemeroptera* u formalinu (originalna snimka)

Mnoge vrste *Ephemeroptera* su visoko osjetljive na nedostatak kiseonika, zakiseljavanje i na različite zagađivače (metali, amonijak i druge hemikalije) (Resh i Jackson, 1993; Moog i sar., 1997; Hickey i Clements, 1998). Struktura zajednice *Ephemeroptera* dobro odražava stanje faktora sredine u vodenim ekosistemima (Nelson i Roline, 2003). *Ephemeroptera* su bolje proučavane u rijekama, naseljavaju i lentičke sisteme, kao što su jezera i bare, ali zajednice ovih sistema su ipak slabo korišćene u biomonitoringu (Menetrey i sar., 2008).

ZAKLJUČCI

Na osnovu analize prikupljenih podataka nakon obrade uzoraka prikupljenih tokom istraživanja na ZP Konjuh tokom mjeseca spetembra 2019. godine, mogu se izvesti sljedeći zaključci:

1. Determinisano je devet vrsta, u uzorku od preko stotinu jedinki;
2. Pronađene vrste pripadaju razredu *Gastropoda*, *Hirudinea*, *Crustacea* i *Insecta*;

3. U razredu *Gastropoda* pronađena je ljuštura jedinke koja ima ušće na desnoj strani (dekstrozorna);
4. U razredu *Hirudinea* pronađene su dvije jedinke što nam daje indicaciju da bi voda u kojoj obitavaju ove jedinke mogla imati određeni stepen zagađenja;
5. U razredu *Crustacea*, pronađeno je nekoliko jedinki koje ubrajamo u dva različita reda: *Isopoda* i *Amphipoda*;
6. Red *Amphipoda* je na našim prostorima najčešće predstavljen vrstom iz roda *Gammarus*. Obično su prisutni u čistim vodama, ali dolaze i u vodama sa puno organskih tvari;
7. Red *Isopoda* je predstavljen vrstama iz porodice *Asellidae* i jedina vrsta koja dolazi u našim područjima je *Asellus aquaticus* ili vodenbabura, koja dolazi i u vodama gdje je prisutno jače organsko onečišćenje;
8. Razred *Insecta* je najbrojniji u prikupljenim uzorcima. Pronađeno je nekoliko vrsta iz sljedećih redova: *Plecoptera*, *Diptera*, *Coleoptera*, *Ephemeroptera* i *Trichoptera*;
9. Ličinke *Plecoptera* uglavnom žive ispod kamenja na dnu čistih i brzih tekućica, pa se mogu iskoristiti kao bioindikator čistih tekućih voda;
10. Kod redova *Trichoptera* su pronađene vrste koje su u svojim kućicama pa se ne može detaljno odrediti vrsta o kojoj se radi, ali većina *Trichoptera* je osjetljiva na onečišćenje vode, pa se teško nalaze u zagađenim vodama;
11. Pronađene su i vrste iz reda *Ephemeroptera* koje su visoko osjetljive na nedostatak kiseonika, zakišeljavanje i na različite zagađivače (metali, amonijak i druge hemikalije), što predstavlja indicaciju da se radi o čistoj vodi;
12. Jedinke iz reda *Diptera* se mogu pronaći i u čistim i u zagađenim vodama, pa nam one nisu najpouzdaniji bioindikator stanja voda, a njihov broj obično premašuje broj ostalih insekata u datoj ekološkoj niši;
13. Predstavnici iz reda *Coleoptera* su značajni bioindikator, jer su osjetljivi na promjene PH vrijednosti vode, povećanje organskih tvari, količine otopljenog kisika u vodi i promjene temperature;
14. Najbrojnije jedinke su one iz reda *Trichoptera* i *Diptera*, te predstavnici iz reda *Amphipoda*. Najmanji broj jedinki je iz razreda *Gastropoda*;

15. Obzirom na prisutnost velikog broja vrsta koje ukazuju na čistoću voda, za područje ZP. Konjuh, možemo reći da obiluje čistim tekućicama. Bitan faktor je i datum prikupljanja uzoraka (septembar mjesec) kada je organska produkcija manja i kada dolazi do postepenog pada temperature. Svakako je potrebno detaljnije istražiti područje ZP Konjuha i u drugim mjesecima, te napraviti usporednu analizu pronađenih jedinki.

CONCLUSIONS

Based on the analysis of the collected data after processing the samples collected during the research at ZP Konjuh during the month of September 2019, the following conclusions can be drawn:

1. Nine species were determined, in a sample of over one hundred individuals.
2. The species found belong to the class Gastropoda, Hirudinea, Crustacea and Insecta.
3. In the class of Gastropods, the shell of an individual with the right side entrance hole (dextrosor) was found.
4. Two individuals were found in the Hirudine class, which gives us an indication that the water in which these individuals live could have a certain degree of pollution.
5. In the class Crustacea, several individuals were found that we count in two different orders: Isopoda and Amphipoda.
6. The order Amphipoda is most often represented in our area by a species from the genus Gammarus. They are usually present in clean waters, but they also come in waters with a lot of organic matter.
2. The order Isopoda is represented by species from the family Asellidae and the only species that comes in our areas is *Asellus aquaticus* or water beetle, which also comes in waters where stronger organic pollution is present.
3. The Insect class is the most numerous in the collected samples. Several species from the following orders were found: Plecoptera, Diptera, Coleoptera, Ephemeroptera, and Trichoptera.

4. Plecoptera larvae mainly live under rocks at the bottom of clean and fast streams, so they can be used as a bioindicator of clear running water.
 5. In the ranks of Trichoptera, species have been found that are in their homes, so it is not possible to determine in detail the species in question, but most Trichoptera are sensitive to water pollution, so they are difficult to find in polluted waters.
 6. Ephemeroptera species have also been found that are highly sensitive to lack of oxygen, acidification and various pollutants (metals, ammonia and other chemicals), which is an indication of pure water.
 7. Specimens of the order Diptera can be found in both clean and polluted waters, so they are not the most reliable bioindicator of water status, and their number usually exceeds the number of other insects in a given ecological niche.
 8. Representatives of the order Coleoptera are important bioindicators, because they are sensitive to changes in the PH value of water, an increase in organic matter, the amount of dissolved oxygen in the water and changes in temperature.
 9. The most numerous individuals are those from the order Trichoptera and Diptera, and representatives from the order Amphipoda. The smallest number of individuals is from the class Gastropoda.
 10. Given the presence of a large number of species that indicate the purity of the water, the area of ZP Konjuh can be said to be rich in clean liquids. An important factor is the date of sample collection (September) when organic production is lower and when there is a gradual drop in temperature. It is certainly necessary to investigate the area of ZP Konjuh in more detail in other months, and to make a comparative analysis of the found individuals.
 11. Two individuals were found in the Hirudine class,
 12. indicating that the water in which these individuals live could have a certain degree of pollution.
1. In the class Crustacea, several individuals were found that we count in two different orders: Isopoda and Amphipoda.
 2. The order Amphipoda is most often represented in our area by a species from the genus Gammarus. They are usually present in clean waters, but they also come in waters with a lot of organic matter.

3. The order Isopoda is represented by species from the family Asellidae and the only species that comes in our areas is *Asellus aquaticus* or water beetle, which also comes in waters where stronger organic pollution is present.
4. The Insect class is the most numerous in the collected samples. Several species from the following orders were found: Plecoptera, Diptera, Coleoptera, Ephemeroptera, and Trichoptera.
5. Plecoptera larvae mainly live under rocks at the bottom of clean and fast streams, so they can be used as a bioindicator of clear running water.
6. Species of Trichoptera have been found in their homes, so it is not possible to determine in detail the species in question, but most Trichoptera are sensitive to water pollution, so they are difficult to find in polluted waters.
7. Ephemeroptera species have also been found that are highly sensitive to lack of oxygen, acidification and various pollutants (metals, ammonia and other chemicals), which is an indication that it is pure water.
8. Specimen of the order Diptera can be found in both clean and polluted waters, so they are not the most reliable bioindicator of water status, and their number usually exceeds the number of other insects in a given ecological niche.
9. Representatives of the order Coleoptera are important bioindicators, because they are sensitive to changes in the PH value of water, an increase in organic matter, the amount of dissolved oxygen in the water and changes in temperature.
10. The most numerous individuals are those from the order Trichoptera and Diptera, and representatives from the order Amphipoda. The smallest number of individuals is from the class Gastropoda.
11. Given the presence of a large number of species that indicate the purity of water, the area of ZP Konjuh can be said to be rich in clean liquids. An important factor is the date of sample collection (September) when organic production is lower and when there is a gradual drop in temperature. It is certainly necessary to investigate the area of ZP Konjuh in more detail in other months, and to make a comparative analysis of the found individuals.

LITERATURA

1. Brajković, M. (2004): *Zoologija invertebrata*, II dio. Beograd: Zavod za udžbenike i nastavna sredstva.
2. Nikolić Z., Ćurić S. (2011) : *Praktikum iz entomologije*, Biološki fakultet Beograd
3. Trozic-Borovac, S. (2011) : *Priručnik iz Hidrobiologije za studente biotehničkih znanosti*.
4. Kaćanski, D. (1972). *Leuctra signifera jahorinensis* n. ssp., eine neue Plecopteren-subspecies aus Jugoslawien. *Mitteilungen der Schweizerischen entomologischen Gesellschaft*, 45(1-3), 37-41.
5. Kaćanski, D. (1978). Plecoptera sliva Neretve. *Godišnjak Biološkog Instituta Univerziteta u Sarajevu*, 31, 57-68.
6. Marinković-Gospodnetić, M. (1978). Some characteristics of the Yugoslav fauna of Trichoptera. In *Proceedings of the 2nd International Symposium on Trichoptera* (pp. 83-88). Springer, Dordrecht.
7. Marinković-Gospodnetić, M. (1978). Some characteristics of the Yugoslav fauna of Trichoptera. In *Proceedings of the 2nd International Symposium on Trichoptera* (pp. 83-88). Springer, Dordrecht.
8. Tanasijević M. 1979. Prilog poznavanju vrste *Ephemerella ikononomi* Puthz (Insecta, Ephemeroptera). [Beitrag zur Kenntnis der Art *Ephemerella ikononomi* Puthz (Insecta, Ephemeroptera)]. – *Godišnjak Biološkog Instituta Univerziteta u Sarajevu*, 32: 163-179. (In SerboCroatian, German summary)
9. Kacanski, D. (1968): *Dinamika populacija Simulida (Diptera Simuliidae)*.- *Godišnjak Biol. Inst. Univ. Sarajevu* 21: 71-128, Sarajevo
10. Krek, S. (1999). *Psychodidae (diptera, insecta) Balkanskog poluotoka*. Studentska štamparija Univerziteta.
11. Trožić-Borovac, S. (2001). *Istraživanje makroinvertebrata bentosa rijeke Bosne i pritoka u ocjeni kvaliteta vode* (Doctoral dissertation, Doktorska disertacija, Prirodnomatematički fakultet Univerziteta u Sarajevu).
12. Cikotić, M. (2005) Saprobna i biološka analiza vode rijeke Krivaje. *Voda i mi*, 44, 28–36.
13. Trožić-Borovac, S., & Škrijelj, R. (2000). Makroinvertebrata u ocjeni kvaliteta vode gornjeg toka rijeke Une. *Veterinaria*, 49(3-4), 321-332.
14. Pavletić, Z., & Matoničkin, I. (1972). Struktura biocenoza u rijeci Korani kao odraz kvalitete vode. *Ekologija*, 7(1-2), 59-79.
15. Habdija, I. (1979). Ličinke Trichoptera kao indikatori ekoloških prilika u bentosu krških voda. In *Drugi kongres Ekologa Jugoslavije*

- (*Second Congress of Ecologists of Yugoslavia*). *Savez društava ekologa Jugoslavije. Zagreb* (pp. 1433-1446).
16. Kocijan, K. (2016). *Molekularno-filogenetička i filogeografska analiza vrste Ancyclus fluviatilis OF Müller, 1774 (Gastropoda: Planorbidae) u Hrvatskoj* (Doctoral dissertation, University of Zagreb. Faculty of Science. Department of Biology.).
 17. Scrimgeour, G. J., Wicklum, D., & Pruss, S. D. (1998). Selection of an aquatic indicator species to monitor organic contaminants in trophically simple lotic food webs. *Archives of environmental contamination and toxicology*, 35(4), 565-572.
 18. Koperski, P. (2005). Testing the suitability of leeches (Hirudinea, Clitellata) for biological assessment of lowland streams. *Polish Journal of Ecology*, 53(1), 65-80.
 19. Skriver, J., Friberg, N. i Kirkegaard, J. 2000. Biological assessment of running water in Denmark: introduction of the Danish Stream Fauna Index (DSFI). *Verhandlungendes Internationalen Verein Limnologie*, 27 : 1822-1830.
 20. McCafferty, W. P. (1983). *Aquatic entomology: the fishermen's and ecologists' illustrated guide to insects and their relatives*. Jones & Bartlett Learning.
 21. Eyre, M. D., Foster, G. N., & Foster, A. P. (1990). Factors affecting the distribution of water beetle species assemblages in drains of eastern England. *Journal of Applied Entomology*, 109(1-5), 217-225.
 22. Megna, Y. S., Sánchez-Fernández, D., García, I. F., Reyes-Tur, B., & Balke, M. (2018). Vulnerabilidad de las especies de Dytiscidae (Coleoptera) en Cuba. *Revista de Biología Tropical*, 66(2), 709-721.
 23. Pearson, D. L., & Cassola, F. (1992). World-wide species richness patterns of tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae): indicator taxon for biodiversity and conservation studies. *Conservation Biology*, 6(3), 376-391.
 24. bij de Vaate, A., & Pavluk, T. I. (2004). Practicability of the Index of Trophic Completeness for running waters. *Hydrobiologia*, 519(1-3), 49-60.
 25. Epler, J. H. (2001). *Identification manual for the larval Chironomidae (Diptera) of North and South Carolina* (p. 526). Crawford, South Carolina: John H. Epler.
 26. Richardson, R. E. (1928). The bottom fauna of the middle Illinois River, 1913-1925: its distribution, abundance, valuation, and index value in

- the study of stream pollution. *Illinois Natural History Survey Bulletin*; v. 017, no. 12.
27. Saether, O. A. (1979). Chironomid communities as water quality indicators. *Ecography*, 2(2), 65-74.
 28. Holzenthal, R. W., Blahnik, R. J., Prather, A. L., & Kjer, K. M. 2007. Order Trichoptera Kirby, 1813 (Insecta), Caddisflies. *Zootaxa*, 1668(1), 639-698.
 29. Resh, V. H., & Jackson, J. K. (1993). Rapid assessment approaches to biomonitoring using benthic macroinvertebrates. *CHAPMAN AND HALL, NEW YORK(USA)*, 195-223.
 30. Nelson, S. M., & Roline, R. A. (2003). Effects of multiple stressors on hyporheic invertebrates in a lotic system. *Ecological indicators*, 3(2), 65-79.
 31. Menetrey, N., Oertly, B., Sartori, M., Wagner, A., iLachavanne, J. B. 2008. Eutrophication: are mayflies (Ephemeroptera) good bioindicators for ponds? *Hydrobiologia*, 597 (1): 125-135
 32. <https://hr.wikipedia.org/wiki/Vodencvjetokrila%C5%A1i>
 33. <https://www.hbsd.hr/rakovi/>
 34. <https://lucymagoolagan.wordpress.com/2015/05/29/kick-it/>
 35. <https://hr.wikipedia.org/wiki/Obalčari>