

Fauna Oligoheta kao indikator kvaliteta vode Indijskog potoka

Oligohete (Oligochaeta) kao ekološki raznovrsna grupa valjkastih crva (Annelida) predstavljaju dobre indikatore kvaliteta vode u vodenim ekosistemima. Cilj istraživanja bio je da se na osnovu prisutnih vrsta oligoheta odredi nivo organskog zagađenja Indijskog potoka. Uzorci su uzimani jednom mesečno od septembra 2003. do februara 2004. godine na četiri lokaliteta. Konstatovana je jedna familija, Tubificidae, sa četiri roda i sedam vrsta. Indeks saprobnosti vode se kretao od 3.4 do 3.7. Voda Indijskog potoka u 90% uzoraka spada u polisaprobne vode.

Uvod

Permanentno praćenje kvaliteta vode neophodno je zbog izuzetnog značaja vodenih ekosistema i održavanja ekološke ravnoteže. Za ocenu kvaliteta vode koriste se fizički, hemijski i biološki pokazatelji. Fizičke karakteristike vode koje mogu služiti kao parametri kvaliteta vode su: temperatura, miris, ukus, boja, zamućenost i električna provodljivost. Hemijski pokazatelji su pogodni za trenutnu procenu stanja akvatičnih ekosistema (Miljanović 1999). Sa hemijskog aspekta, voda se najčešće posmatra prema osnovnim pokazateljima kvaliteta, a to su kiseonični režim, koncentracija rastvorljivih jona i redoks potencijal. Kao biološki pokazatelji kvaliteta vode koriste se fitoplankton, zooplankton, ribe i bentos.

Promena sastava zajednice dna, odnosno bentosa, smatra se osetljivim sredstvom za detekciju stanja u kom se nalazi akvatični sistem. Kao članovi bentosnih zajednica, oligohete su veoma dobar indikator kvaliteta vode (Miljanović 1999).

Oligohete (Oligochaeta) predstavljaju raznovrsnu grupu valjkastih crva (Annelida) koja naseljava različite biotope. One su poznate u fauni morskog dna, zemljišta, dna prirodnih vodotoka, jezera, bara i ribnjaka. Oligohetna zajednica je dominantna u okviru makrozoobentosa, a u većini hidroekosistema ova grupa je najčešće zastupljena. Oligohete žive na različitim tipovima tla (mulj, pesak, glina, šljunak, makrofitska vegetacija, itd.), uglavnom puze ili se ukopavaju, dok neke vrste mogu i da plivaju. Po tipu ishrane spadaju u saprofagne organizme i predstavljaju značajnu kategoriju potrošača u životnoj zajednici. Kao izvor hrane koriste muljeviti supstrat bogat organskim detritusom, a hranljiva vrednost detritusa je srazmerno povećana velikim količinama bakterija i gljiva. Oligohete propuštaju muljeviti supstrat kroz svoje crevo i izvlače iz njega hranljive materije.

Ispitivanje članova bentosnih asocijacija pokazuje da oligohete imaju značajnu ulogu u lancima ishrane, jer predstavljaju hranu za bentofagne ribe (Miljanović 1999). Na hranljivu vrednost oligoheta pažnju su obratili mnogi istraživači. Pujin 1967. godine konstatuje oligohete u crevnom sadržaju ribnjakog šarana, a kasnije potvrđuje ovu konstataciju na analiziranom crevnom sadržaju riba iz otvorenih voda Vojvodine (Miljanović 1999). Sezonska dinamika brojnosti oligoheta varira u zavisnosti od ekoloških faktora sredine i od same biologije oligoheta, za koje je karakteristična cikličnost u razmnožavanju.

Cilj ovih istraživanja je da se na osnovu faune oligoheta kao indikatora kvaliteta vode konstatuje nivo organskog zagađenja Indijskog potoka.

Opis lokaliteta

Indijska opština se nalazi u severoistočnom Sreću. U pogledu reljefa, prostire se na dvema geomorfološkim celinama: na Frušogorskoj lesnoj zaravni i istočnom delu Fruške gore. U frušogorskoj oblasti se javlja veoma veliki broj izvora pošto je u ovom delu velika izdanska zona (Davidović 1988).

Nemanja Marjanović (1987), Indija, Karađorđeva 32A/5, učenik 2. razreda Gimnazije u Indiji

MENTOR:

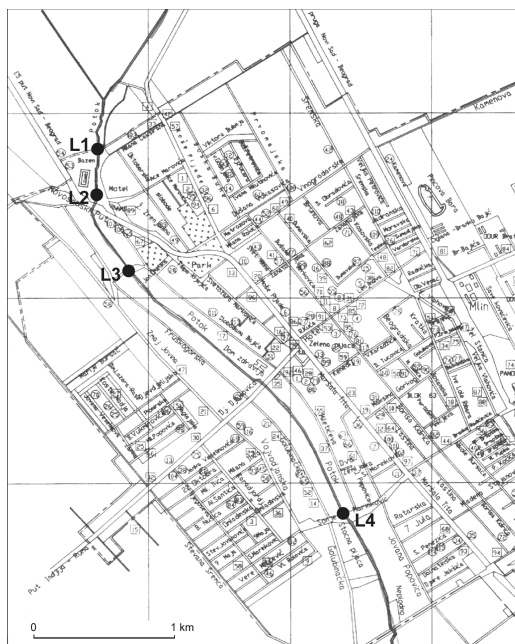
Branislav Miljanović, PMF Novi Sad

Dužina Indijskog potoka je 11.1 km, a površina sliva je 26.7 km². Izvor Indijskog potoka se nalazi u severozapadnom delu Indijskog atara. Ljukovski i Indijski potok čine jedan sistem, sastaju se neposredno kod Golubinaca, gde predaju vodu kanalu Golubinci – Stari Banovci. Ovaj kanal odvodi vode prema Dunavu (Davidović 1988).

Lokalitet 1 se nalazi otprilike 1.5 km od izvora Indijskog potoka. U severozapadnom delu Indije potok je svojim erozivnim radom izgradio proširenje, gde je protočna bara obeležena kao lokalitet 2. Neposredno pre ulaska u baru u potok se uliva termomineralna voda. Lokalitet 3 je nešto manje od jednog kilometra nizvodno od lokaliteta 1, a lokalitet 4 je 3 km nizvodno od lokaliteta 1. Ove tačke su bile posebno značajne zbog ulivanja fekalne kanalizacije u Indijski potok. Fekalna kanalizacija se uliva na sledećim mestima: na lokalitetu 2, sa leve strane drvenog mostića i između lokaliteta 3 i 4, iz ponekih individualnih objekata koji su svoju fekalnu kanalizaciju nedozvoljeno priključili na gradsku kišnu kanalizaciju, koja se onda zajedno sa fekalnom kanalizacijom uliva u potok (slika 1).

Slika 1. Mapa Indije sa ucrtanim lokalitetima

Figure 1. Map of Indija with marked localities



Materijal i metode

Od septembra 2003. do februara 2004. godine praćen je kvantitativni i kvalitativni sastav faune Oligochaeta Indijskog potoka na četiri lokaliteta:

Lokalitet 1 – 1.5 km od izvorišta potoka

Lokalitet 2 – erozivno proširenje Indijskog potoka, protočna bara

Lokalitet 3 – sredina potoka

Lokalitet 4 – završni deo Indijskog potoka

Uzorci faune dna su uzimani jednom mesečno bagerom ručne izrade zahvata površine 104 cm². Ovako uzeti uzorci su dopremeni u školsku biološku laboratoriju gde su bili ispirani kroz sistem sita, a zaostale oligohete su izdvajane, brojane, a potom fiksirane u 70% alkoholu. Posle fiksiranja, uzorci su dopremeni u hidrobiološku laboratoriju Instituta za biologiju u Novom Sadu, gde je vršena determinacija materijala pomoću mikroskopa Carl Zeiss i pomoću ključa Brinkhurst–Jamson (1971). Osnovni taksonomski karakteri koji su korišćeni pri determinaciji bili su izgled penisne cevi i izgled čekinja (Miljanović 1999).

Broj individua je računat po jedinici površine (ind/m²).

Na osnovu kvalitativnog i kvantitativnog sastava oligoheta izračunat je indeks saprobnosti (*S*) po Pentl–Baku uz primenu tablica za oligohete po Uzunovu (Miljanović 1999). Indeks saprobnosti (*S*) izračunat je po formuli (Miljanović 1999):

$$S = \frac{h \cdot s}{\Sigma h}$$

gde je *S* – indeks saprobnosti, *h* – brojnost date vrste, *s* – pojedinačan indeks saprobnosti za svaku vrstu i Σh – ukupna brojnost na lokalitetu.

Rezultati su poređeni i određeni prema skali:

1.0–1.5 – oligosaprobna zona ili I klasa boniteta

1.5–2.5 – β-mezosaprobna zona ili II klasa boniteta

2.5–3.5 – α-mezosaprobna zona ili III klasa boniteta

3.5–4.0 – polisaprobna zona ili IV klasa boniteta

Po metodi Tiklera izračunata je konstantnost vrste *f_i* po formuli (Miljanović 1999):

$$f_i = \frac{f_i}{n} \sum_{i=1} f_j$$

gde je f_i – konstantnost date vrste, f_j – broj uzoraka
 n
u kojima se data vrsta javlja, a $\sum_{i=1}^n f_j$ – ukupan
broj uzoraka.

Dobijeni rezultati su poređeni i određivani prema skali:

- 75 < f_i < 100% eukonstantne, EU
- 50 < f_i < 74.9% konstantne, K
- 25 < f_i < 49.9% akcesorne, AS
- 0 < f_i < 24.9% akcesorne, AK

Na osnovu kvalitativnog i kvantitativnog sastava organizama makrozoobentosa izračunat je Sorensov indeks sličnosti (C_s) po formuli (Miljanović 1999):

$$C_s = \frac{2j}{a+b}$$

gde je a – broj vrsta prvog lokaliteta, b – broj vrsta drugog lokaliteta i j – broj zajedničkih vrsta.

Prema Odumu izračunat je indeks biocenološke raznovrsnosti d po formuli (Miljanović 1999):

$$d = \frac{V-1}{\ln N}$$

gde je N – broj individua, a V – broj zastupljenih vrsta.

Pored uzimanja uzoraka i njihove obrade, praćena je temperatura vode i pH vode. Temperatura vode je merena digitalnim termometrom sa tačnošću od 0.1°C. Merenje pH je vršeno pH–metrom.

Rezultati i diskusija

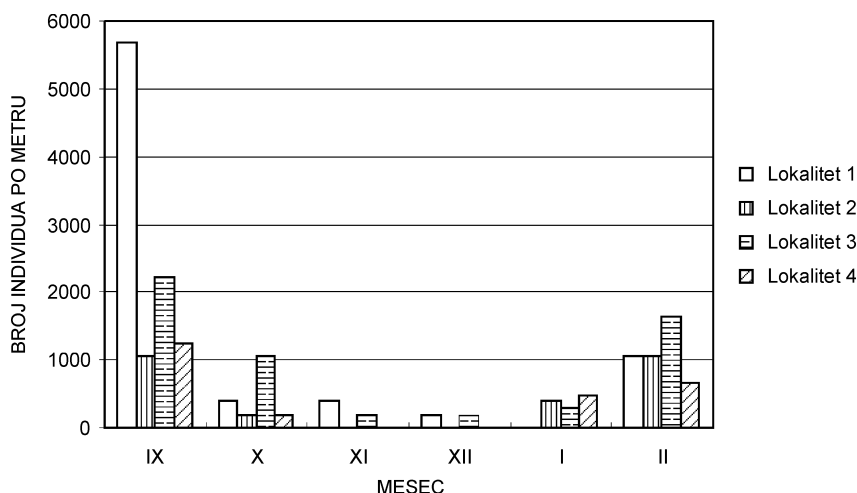
Temperaturna kolebanja Indijskog potoka su se kretala od 0°C (decembar) do 21°C (septembar). Nepovoljni temperaturni uslovi su zabeleženi u decembru, januaru i februaru, što je svakako uticalo na brojnost oligoheta. Najviša temperatura (21°C) izmerena je u septembru na lokalitetu 2, tj. u protočnoj bari, delom zbog sposobnosti akumulacije toplote, a delom zbog ulivanja termomineralne vode, koja dodatno zagreva ovu protočnu baru (tabela 1). Inače, temperatura kao jedan od najvažnijih ekoloških faktora utiče na rasprostranjenje, rast i razmnožavanje pojedinih oligoheta. Optimalna temperatura za rast i razmnožavanje oligoheta je u intervalu 10–25°C (Timm 1974). Korotun 1959. godine navodi da su letalne temperature za mnoge Tubificide do 2.5°C (Miljanović 1999).

Vrednosti pH vode kretale su se od 7.1 do 8.1, tj. u granicama optimuma za oligohete. Popčenko (Popchenko 1970) navodi da se oligohete ne javljaju u kiselim sredinama. Voda Indijskog potoka je u 87.5% slučajeva neutralnog karaktera, a u 12.5% slučajeva baznog karaktera. Jedino lokalitet 2 ima slabo bazan pH, dok je na ostalim lokalitetima pH u granicama normale za oligohete tj. voda je neutralne pH reakcije (tabela 1).

Na lokalitetu 1 nađena je samo jedna familija (Tubificidae) sa tri vrste *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Limnodrilus* sp. i *Potamothrix hammoniensis*. Pored oligoheta nađene su i Chironomidae, kao i larve drugih diptera. Maksimum brojnosti je zabeležen u sep-

Tabela 1. Fizičko-hemijski parametri vode Indijskog potoka

Lokalitet	Ekološki faktor	Mesec				
		IX	X	XI	XII	I
1	Temperatura	18°C	16°C	8°C	3.4°C	0°C
	pH	7.2	7.5	7.3	7.1	7.1
2	Temperatura	21°C	19°C	1.7°C	0°C	4.6°C
	pH	8.1	8	8	7.3	7.2
3	Temperatura	18°C	20°C	9°C	1.3°C	4.2°C
	pH	7.4	7.5	7.9	7.3	7.2
4	Temperatura	16°C	14.5°C	0°C	0°C	3°C
	pH	7.8	7.9	7.1	7.3	7.5



Slika 2. Brojnost oligoheta po lokalitetima tokom istraživanja

Figure 2. Number of Oligocheta in localities during research period

tembru i iznosio je 5673 ind/m², a minimalna brojnost je zabeležena u januaru i iznosila je 0 ind/m².

Na lokalitetu 2 nađena je samo jedna familija (Tubificidae) sa dve vrste: *Limnodrilus hoffmeisteri* i *Limnodrilus* sp. Pored oligoheta, ovde su takođe nađene Chironomidae. Ovde je značajno primetiti da u jednom uzorku (septembar) ima više individua Chironomidae nego individua oligoheta. Maksimum brojnosti je zabeležen u septembru i februaru i iznosio je 1058 ind/m², a minimum brojnosti zabeležen je u novembru i decembru i iznosio je 0 ind/m².

Na lokalitetu 3 nađena je opet samo jedna familija (Tubificidae) sa šest vrsta: *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Limnodrilus* sp., *Limnodrilus claparedeanus*, *Tubifex tubifex*, *Potamothrix hammoniensis* i *Psammoryctides albicola*. Na ovom lokalitetu su nađene i Chironomidae, ali u manjem broju nego na ostala dva lokaliteta. Maksimum brojnosti oligoheta je zabeležen u septembru i iznosio je 2212 ind/m², a minimalna brojnost je zabeležena u novembru i decembru i iznosila je 192 ind/m². Ovaj uzorak je karakterističan jer se u njemu javlja opadanje brojnosti oligoheta od septembra do decembra, pa se onda zapaža rast od januara do februara, međutim ni jedan uzorak sa ovog lokaliteta nije bez posmatranih individua, tj. u svakom uzorku identifikovan je određeni broj individua oligoheta.

Na lokalitetu 4 pronađena je jedna familija (Tubificidae) sa četiri vrste: *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Limnodrilus* sp., *Limnodrilus udekemianus* i *Tubifex tubifex*.

Pored oligoheta pronađene su Chironomidae i larve drugih diptera. Može se zapaziti dominacija brojnosti Chironomidae u svim mesecima u odnosu na brojnost oligoheta. Maksimum brojnosti oligoheta zabeležen je u septembru i iznosio je 865 ind/m², a minimum brojnosti zabeležen je u novembru i decembru i iznosio je 0 ind/m². Takođe, ovde se primećuje pad brojnosti oligoheta od septembra do decembra, pa onda opet porast od januara do februara.

Maksimalna brojnost oligoheta konstantovana je u septembru na lokalitetu 1 i iznosila je 5673 ind/m². Minimalna konstantovana brojnost (0 ind/m²) je zabeležena nekoliko puta, i to: na lokalitetu 1 u januaru, lokalitetu 2 u novembru i decembru i lokalitetu 4 u novembru i decembru (slika 2).

Na svim ispitanim lokalitetima konstatovana je samo jedna familija – Tubificidae, sa četiri roda i sedam vrsta:

Limnodrilus sp.

Limnodrilus hoffmeisteri (Claparede) 1862

Limnodrilus claparedeanus (Ratzel) 1868

Limnodrilus udekemianus (Claparede) 1862

Potamothrix hammoniensis (Vejodovsky–Mrazek) 1902

Tubifex tubifex (Müller) 1774

Psammoryctides albicola (Michaelsen) 1894

Na lokalitetima je procentualnom zastupljenošću u ukupnom broju jedinki dominirala vrsta *Limnodri-*

lus hoffmeisteri: lokalitet 1 – 63%, lokalitet 2 – 71%, lokalitet 3 – 77% i lokalitet 4 – 51%, dok su ostale vrste bile zastupljene daleko manjim procentom.

Vrsta *Limnodrilus hoffmeisteri* bila je eukonstantna vrsta sa procentom konstantnosti 75%, *Limnodrilus* sp. je bila akcesorna vrsta sa procentom konstantnošću 46%. Ostale vrste su bile akcidentne, a najveći koeficijent konstantnosti od njih je imala vrsta *Tubifex tubifex* (17%).

Pored oligoheta, nađene su i Chironomidae, koje spadaju u konstantnu vrstu sa indeksom konstantnosti 58%. Izrazito mali broj Chironomidae se javlja na lokalitetu 3, dok su one dominantne u odnosu na broj vrsta oligoheta na lokalitetu 4.

Indeks biocenološke raznovrsnosti izračunat po Odumu iznosio je za lokalitet 1 – 0.45, lokalitet 2 – 0.28, lokalitet 3 – 1.22 i lokalitet 4 – 0.97. Indeks saprobnosti vode se kretao od 3.4 do 3.7, što vodu Indijskog potoka svrstava u polisaprobne i α -mezosaprobne (lokalitet 1 – septembar; lokalitet 3 – februar) vode.

U Indijskom potoku voda je u većem delu svoga toka i većim delom sezone polisaprobnog kvaliteta. Polisaprobne vode su veoma prezasićene organskim jedinjenjima koja lako trule, ali se razgrađuju samo delimično. Usled tih procesa voda je siromašna kiseonikom, a bogata CO₂, a kao produkti razlaganja javljaju se H₂S i CH₄. Ova zona se odlikuje prisustvom velikog broja individua, a malim brojem vrsta.

Indijski potok je prema rezultatima ovog istraživanja samo na lokalitetima 1 (u septembru) i 3 (u februaru) β -mezosaprobna. U β -mezosaprobnoj zoni voda ima visok nivo organskog zagađenja, ali manje nego u polisaprobnoj zoni. U ovoj zoni počinje razlaganje aminokiselina, a posledica toga je obogaćivanje vode CO₂ i NH₄. Voda je neprijatnog mirisa. U odnosu na polisaprobnju zonu broj vrsta se povećava.

Vrednosti indeksa saprobnosti i vrednosti indeksa biocenološke raznovrsnosti potvrđuju rezultate do kojih su došli Brinkhurst–Kendi (Miljanović 1999), Gros (1976) i Đukić (1982), koji navode da su *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Limnodrilus udekemianus* i *Tubifex tubifex* dominantne vrste u zagađenim vodama.

Sorensov indeks sličnosti pokazao je da su naj-sličniji lokaliteti 1 i 2 sa 80% sličnosti, a naj-različitiji lokaliteti 1 i 4 sa indeksom sličnosti 60%.

Zaključak

Od septembra 2003. do februara 2004. godine praćen je kvalitativni i kvantitativni sastav faune oligoheta na četiri lokaliteta u Indijskom potoku. Prilikom uzimanja uzoraka dna praćena je temperatura vode i pH. Temperaturne vrednosti su se kretale od 0°C (decembar) do 21°C (septembar). Vrednosti pH su varirale u granicama optimuma za oligohete – od 7.1 do 8.1.

Ispitivanjem je konstantovana jedna familija – Tubificidae, sa četiri roda i sedam vrsta. Izrazito je dominantna vrsta *Limnodrilus hoffmeisteri* sa zastupljenošću 77% na lokalitetu 3. Ova vrsta spada i u eukonstantne vrste u hidroekosistemu Indijskog potoka.

Pojava koja se primećuje na svim lokalitetima je da brojnost oligoheta opada od septembra do decembra, pa onda kreće da raste od januara do februara.

Još jedan zanimljiv podatak je dominantnost Chironomidae na lokalitetu 4. Ovaj lokalitet ima i najveći indeks saprobnosti (3.6–3.7). Na tom lokalitetu nalazi se cev fekalne i kišne kanalizacije koja dodatno povećava nivo organskog zagađenja.

Voda Indijskog potoka se u najvećem broju uzoraka (90%) može okarakterisati kao voda polisaprobnog kvaliteta.

Jedan od glavnih uzroka zbog čega voda Indijskog potoka spada u polisaprobne vode je to što ima dosta individualnih objekata koji su svoju fekalnu kanalizaciju nedozvoljeno priključili na gradsku kišnu kanalizaciju, koja se onda zajedno sa fekalnom uliva u potok.

Literatura

- Brinkhurst R. O., Jamieson B. G. M. 1971. *Aquatic Oligochaeta of the World*. Edinburgh: Oliver & Boyd
- Gross F. 1976. Les communautes d'oligochets d'un ruisseau de plaine, leur utilisation comme indicateurs de la pollution organique. *Annales Limnol.* 12 (1): 75.
- Davidović R. 1988. *Opština Indija – geografska monografija*. Novi Sad: Prirodno-matematički fakultet, Institut za geografiju
- Đukić N. 1982. Sastav faune Oligochaeta u nekim vodama Vojvodine u zavisnosti od ekoloških faktora. *Zbornik za prirodne nauke Matice Srpske*, 63.

Miljanović B. 1999. Biodiverzitet makrozoobentosa gornjeg dela sliva Kolubare. Magistarska teza: Prirodno-matematički fakultet, Institut za biologiju, Univerzitet u Novom Sadu.

Popchenko V. I. 1970. Produktiya maloshchetinkovyh chervej v malyh gumizirovanyh vodoemah karelii. Tr. XV Pribaltitskoj konferencii

Pujin V. 1967. Prilog proučavanju ishrane i tempa rasta ribnjačkog šarana (*Cyprinus caprio* L.) sa naročitim osvrtom na odnos prisrodbe i dodatne hrane u crevnom sadržaju. *Zbornik Matice Srpske za prirodne nauke*, **33**: 40

Timm T. E. 1974. O zhiznennyh tsiklah vodnyh oligohet v akvariumah. *Giogidrobiologicheskie issledovaniya AN Estonskoj SSR*, **97**: 117

Uzunov J. T., Kovačev S. G. 1985. Macroinvertebrate Communitie Structures in the Maritza River under Human activity Impact. *Hidrobiology*, **24**: 33.

Nemanja Marjanović

Oligochaeta Fauna as a Marker of Water Quality in Indjija Stream

Oligochaete, as an ecologically heterogeneous group of Annelida, represent good markers of water quality in water ecosystems. The aim of this project was to get precise data about water quality in the Indjija stream by examining the present species of Oligochaete. Specimens were taken on a monthly basis from September 2003. to February 2004. in four localities. As the specimens were taken, the temperature and pH were measured. The temperature was from 0°C to 21°C, and the water had a neutral pH reaction. The number of Oligochaete decreased from September to December, and then rose from January to February. During the research one family was found – Tubificidae, with four genera and seven species. The saprobic value was from 3.4 to 3.7. According to our results, the Indjija stream water is polysaprobic.

