

SASTAV MAKROSKOPSKIH BESKRALJEŽNJAKA POTOKA BLIZNECA, TE DRUGOG I TREĆEG MAKSIMIRSKOG JEZERA

M. Piria, M. Rathman, M. Mladenović

Sažetak

Dvogodišnjim istraživanjem u proljetnom razdoblju praćen je kvalitativni i kvantitativni sastav makroskopskih beskralježnjaka u Drugom i Trećem maksimirskom jezeru te u potoku Bliznecu. U godini 2002. i 2003. *Gastropoda* po brojnosti i biomasi prevladavaju na svim trima lokacijama.

U Drugom maksimirskom jezeru povremeno se jače razvijaju *Gastropoda*, *Bivalvia*, *Diptera* i *Crustacea*. U Trećem maksimirskom jezeru dominantni su *Gastropoda* (od 1,484 do 2,506 g m⁻²) dok su *Crustacea*, *Oligochaeta* i *Hirudinea* prisutni u značajnoj biomasi. Potok Bliznec kvantitativno je najbogatiji vrstama, pri čemu prevladava *Gastropoda* (od 0,568 do 3,026 g m⁻²), a jači je razvoj prisutan i kod *Trichoptera*, *Crustacea*, *Diptera*, *Heteroptera* i *Bivalvia* (Tablice 2 i 3).

Biološkom metodom bodovanja utvrđeno je da se kvaliteta vode potoka Blizneca kreće u rasponu od onečišćenih do vrlo onečišćenih voda.

Ključne riječi: makroskopski beskralježnjaci, maksimirska jezera, potok Bliznec, kvaliteta vode

UVOD

Drugo maksimirsko jezero obuhvaća površinu od 0,652 ha, nalazi se na 122 m nadmorske visine, a dubina mu varira između 0,5 i 1,5 m. Ono je najpliće s dobro razvijenom mekom podvodnom florom. Vodom se opskrbljuje iz kraka potoka Blizneca, čija površina hidrografskog slijeva iznosi 1.250 ha te je najznačajniji opskrbljivač vodom maksimirskih jezera. Nešto vode dotječe iz potoka Dalije, ali on nema veće važnosti, napose u sušnom razdoblju.

Mr. sc. Marina Piria, Mara Rathman, Mirna Mladenović, Agronomski fakultet, Zavod za ribarstvo, pčelarstvo i spec. zoologiju, Svetošimunska 25, 10 000 Zagreb, tel: +385 1 2393 874, e-mail: mpiria@agr.hr

Treće je maksimirsko jezero veće. Površina mu iznosi 2.016 ha i nalazi se na visini od 127 m nadmorske visine. Ono je najdublje Maksimirsko jezero, a dubina mu se kreće od 1 do 4 m. To se jezero najlošije opskrbljuje vodom, a ona potječe iz potoka Piškornice, čiji hidrografski slijev iznosi samo 103 ha, pa taj ionako slabi opskrbljivač vodom u ljetnom razdoblju potpuno presušuje (Treer, 1982).

Dno je maksimirskih jezera muljevito, dok je u potoku većinom šljunkovito.

Makroskopski beskralježnjaci imaju vrlo važnu ulogu u mnogim ekološkim i ekotoksikološkim procesima u rijekama i jezerima (Pinel-Allouli sur., 1996; Ogbey i Oribhabor, 2002). Vrlo su važni u procesu kruženja tvari na više trofičke razine kako u vodenom ekosustavu, i u kopnenoj hranidbenoj mreži (Amyot i sur., 1994; Pinel-Allouli sur., 1996). Mnogobrojne zajednice makroskopskih beskralježnjaka zastupljene su u bentosu i obrastaju te pojedini organizmi reagiraju više na promjene okolišnih uvjeta nego fitoplankton, zooplankton ili ribe. Osim toga, sastavni su dio istraživanja u sklopu biološkog monitoriranja voda (Metcalf, 1989; Pinel-Allouli sur., 1996).

Stoga je glavni cilj ovog istraživanja utvrditi kvalitativni i kvantitativni sastav makroskopskih beskralježnjaka u potoku Bliznecu te u Drugom i Trećem maksimirskom jezeru u godini 2002. i 2003.

Budući da onečišćenost vodotoka u znatnoj mjeri pridonosi promjeni ekoloških uvjeta vode, a u krajnjem slučaju pojavi ekstremnih životnih uvjeta, informacije o broju vrsta i jedinki vrlo su korisni podaci za biološku procjenu stupnja onečišćenosti. U ekstremnim životnim uvjetima zajednica postaje siromašna vrstama, a ostaju samo vrste sa širokom ekološkom valencom. Istodobno se preostale vrste pojavljuju u velikome broju jedinki (Habdija, 1979).

Procjena kakvoće vode najčešće se provodi fizikalnokemijskim analizama koje imaju veliku važnost u standardnoj upotrebi. Procjena kvalitete vode može se obaviti i biološkim metodama koje daju izravnu informaciju o utjecaju onečišćenja na kondiciju određenoga vodenog ekosustava. Osim toga, biološke metode omogućuju procjenu onečišćenja i u uvjetima velike onečišćenosti, s povremenim prekidima, i pri manjem stupnju onečišćenosti, dok je detekcija takvih razlika upotrebom fizikalnokemijskih parametara vrlo teška (Mason, 1981; Metcalf, 1989; Chyla, 1998). Za biološku procjenu onečišćenja u upotrebi su mnogobrojne metode, što ovisi i o tome s kojom se grupom organizama izvodi procjena (Mason, 1981). Mnogi autori preporučuju makroskopske beskralježnjake čije indikatorske vrijednosti ulaze u kalkulaciju ovisno o njihovoj senzibilnosti ili tolerantnosti na onečišćenost te im se dodjeljuju bodovi čiji zbroj daje vrijednost onečišćenja pojedinog akvatorija (Pinel-Allouli sur 1996; Kerovec, 1996; Chyla, 1998; Iliopoulou-Georgudaki i sur., 2003).

Kao sastavni dio istraživanja sastava makroskopskih beskralježnjaka u maksimirskim jezerima i u potoku Bliznecu, obaviti će se i procjena stupnja onečišćenosti potoka Blizneca biološkom metodom određivanja kakvoće vode bodovanjem (Kerovec, 1996).

MATERIJAL I METODE

Prikupljanje makroskopskih beskralježnjaka provedeno je u travnju i svibnju 2002. i u travnju 2003. u Drugom i Trećem maksimirskom jezeru te u potoku Bliznecu u proljetnom razdoblju. Uzorci su uzimani na jednoj postaji s pomoću Surberove mreže, duljine 25 cm. Obuhvaćena je površina bentala od 1 m².

Na terenu su izdvojeni makroskopski beskralježnjaci s pomoću sita, povećala i pincete i fiksirani u 4%-tnom formalinu. U laboratoriju je najprije obavljena determinacija na više sistematske kategorije, a poslije i do vrsta, ako je to bilo moguće. Jedinke su ocijedene na filtrirnom papiru i izvagane kao svježa masa, na vagi Tehnica EB-300M s preciznošću od tisućinke grama. Biomasa organizama izražena je kao broj individua po m⁻².

Za jedinke koje su prikupljene u potoku Bliznecu primijenjena je i metoda bodovanja kako bi se odredio stupanj onečišćenosti vode. Svakoju je indikatorskoj vrsti dodijeljen određen broj bodova ovisno o njihovoj tolerantnosti na onečišćenje (Kerovec, 1996).

REZULTATI I RASPRAVA

Kvalitativnom analizom godine 2002. utvrđena je prisutnost triju vrsta *Gastropoda* na trima proučavanim lokacijama, i to *Lymnaea auricularia*, *Bithynia tentaculata* i *Lymnaea peregra*. Zamjetan broj jedinki *Bithynia tentaculata* pronađen je i u Trećem maksimirskom jezeru i u potoku Bliznecu. To je vrsta koja se pojavljuje u sporotekućim potocima i rijekama s mnogo vapnenca (Kerovec, 1986). Nešto rjeđe bile su vrste iz podrazreda *Pulmonata*, a to su *Lymnaea auricularia* i *Lymnaea peregra*. Obje su bile prisutne u Drugom i Trećem maksimirskom jezeru, dok je u potoku Bliznecu pronađena samo *Lymnaea peregra*.

U godini 2003. u Drugom maksimirskom jezeru pronađena je samo jedna jedinka iz porodice *Lymnidae*, dok su u Trećem maksimirskom jezeru bile prisutne ove vrste: *Bythinia tentaculata*, *Lymnaea peregra* i *Physa acuta*. U potoku Bliznecu bile su prisutne *Lymnaea peregra*, *Physa acuta* i *Valvata cristata*.

U godini 2002. utvrđena je prisutnost dviju vrsta iz razreda *Bivalvia* — *Sphaerium* sp. (pronađena u Drugom maksimirskom jezeru) i *Sphaerium corneum* (pronađena u Trećem maksimirskom jezeru), dok je u godini 2003. pronađena *Sphaerium rivicola*, i to u potoku Bliznecu.

Iz razreda *Oligocheta* pronađen je 2002. znatan broj jedinki *Tubifex tubifex* u Trećem maksimirskom jezeru, dok je u potoku Bliznecu bio prisutan *Aulophorus sp.*

U godini 2003. *Tubifex tubifex* bio je prisutan samo u Drugom maksimirskom jezeru, dok su u potoku Bliznecu pronađene samo jedinke iz porodice *Lumbriculidae*.

Iz razreda *Hirudinea* u tijeku godine 2002. i 2003. pronađena je vrsta *Helobdella stagnalis*, i to samo u Trećem maksimirskom jezeru.

Iz razreda *Crustacea* u godini 2002. brojčano se posebno izdvaja *Asellus aquaticus*, vodenbabura koja je pronađena na svim lokacijama u dosta velikom broju. To je jedina vrsta iz reda *Isopoda* u našim nadzemnim vodama. Dolazi u vodama u kojima je prisutno jače organsko onečišćenje (Kerovec, 1986). Od amfipodnih rakova, na svim lokacijama bio je prisutan *Gammarus fossarum*, rakušac. Napose je brojan u potoku Bliznecu.

I godine 2003. pronađen je *Asellus aquaticus*, i to u Drugom i Trećem maksimirskom jezeru.

Najveći broj jedinki zamijećen je iz razreda *Insecta*. U godini 2002. pronađeni su samo u potoku Bliznecu. Najčešća je vrsta *Odontocerum albicorne*. To je široko rasprostranjena vrsta koja se može naći u našim potocima i rijekama. Još su pronađeni i *Nepa cinerea*, *Pericoma sp.*, *Heptagenia sulphureta* i *Epeorus sylvicola*.

U godini 2003. pronađene su u Maksimirskim jezerima tri vrste jedinki iz razreda *Insecta*, i to iz porodice *Chironomidae* — *Chironomus tummi*, i jedinke iz roda *Tanypus*. U potoku Bliznecu pronađene su jedinke vrste *Chironomus thummi*, *Tanypus sp.*, *Hydropsyche angustipennis*, *Rhithrogena semicolorata* i *Beatis sp.*

U Tablici 1 sistematiziran je popis svih vrsta i rodova koji su pronađeni u potoku Bliznecu, te u Drugom i Trećem maksimirskom jezeru tijekom godine 2002. i 2003.

U Tablici 2 prikazan je kvantitativni sastav makroskopskih beskralježnjaka na svim lokacijama u 2002. godini. Može se uočiti da je Drugo maksimirsko jezero bilo relativno siromašno vrstama, što se može objasniti čišćenjem i prokopavanjem jezera u godini 2001. Pripadnike razreda *Insecta* promatrali smo podijeljene u redove zbog brojnosti prikupljenih jedinki. Primjećuje se da su jedinke iz razreda *Gastropoda* zauzimale najveću masu po m² na svim trima lokacijama, te su bili i najbrojniji. Iz razreda *Bivalvia* pronađena je samo vrsta *Sphaerium sp.* u nešto većem broju (7 ind. m⁻²), i to u Drugom maksimirskom jezeru. *Oligochaeta* su bile prisutne u Trećem maksimirskom jezeru, i to vrsta *Tubifex tubifex*, i u potoku Bliznecu s vrstom *Aulophorus sp.* *Tubifex tubifex* je bio vrlo brojan u Trećem maksimirskom jezeru (7 ind. m⁻²), što se može pripisati niskom stupnju zasićenosti kisikom i visokom prisutnošću organskog materijala povoljnog za njihov razvoj (Chyla, 1998). *Crustacea* su pronađeni na svim trima lokacijama u podjednakom omjeru, što se donekle razlikuje od

Tablica 1. Popis vrsta i rodova pronađenih u potoku Bliznecu, te u Drugom i Trećem maksimirskom jezeru tijekom godine 2002. i 2003.

Table 1. List of species and genera detected in the Bliznec stream, first and second Maksimir lakes during years 2002 and 2003.

GASTROPODA

- Prosobranchia*
- Bithynidae*
- Bithynia tentaculata*
- Valvatidae*
- Valvata cristata*
- Pulmonata*
- Lymnaeidae*
- Lymnaea auricularia*
- Lymnaea peregra*
- Physidae*
- Physa acuta*

BIVALVIA

- Spaeridae*
- Sphaerium corneum*
- Sphaerium rivicola*

OLIGOCHETA

- Lumbriculidae*
- Tubificidae*
- Tubifex tubifex*
- Naidae*
- Aulophorus sp.*

HIRUDINEA

- Glossiphoniidae*
- Helobdella stagnalis*

ISOPODA

- Asellidae*
- Asellus aquaticus*

AMPHIPODA

- Gammaridae*
- Gammarus fossarum*

HETEROPTERA

- Nepidae*
- Nepa cinerea*

DIPTERA

- Psychodidae*
- Pericoma sp.*
- Tanypodinae*
- Tanypus sp.*
- Chironominae*
- Chironomus tummi*

TRICHOPTERA

- Hydropsychidae*
- Hydropsyche angustipennis*
- Odontoceridae*
- Odontocerum albicorne*

EPHEMEROPTERA

- Heptagenidae*
- Epeorus sylvicola*
- Rhitrogena semicolorata*
- Heptagenia sulphurea*
- Beatidae*
- Beatis sp.*

istraživanja provedenog godine 2000., kad rakušci (*Gammarus fossarum*) nisu pronađeni u potoku Bliznecu (Matulić, 2000). Vrste iz razreda *Heteroptera*, *Diptera*, *Trichoptera* i *Ephemeroptera* pronađene su samo u potoku Bliznecu.

U Tablici 3 prikazan je kvantitativan sastav makroskopskih beskralježnjaka na svim trima lokacijama za godinu 2003. I ovdje se može uočiti najveća brojnost i masa *Gastropoda* na svim lokacijama. Isto tako, uočljivo je da su vrste iz razreda *Bivalvia* pronađene samo u potoku Bliznecu, za razliku od istraživanja provedenih godine 2002., kad su pronađene u Drugom i Trećem maksimirskom jezeru, ali ne i u potoku. Iz prikazane tablice može se uočiti da se *Hirudinea* pojavljuje samo u Trećem maksimirskom jezeru, a *Tubifex tubifex* samo u Drugom maksimirskom jezeru. U potoku Bliznecu od *Oligochaeta* pronađena je i vrsta iz roda *Lumbriculus* sp. Predstavnici *Crustacea* nisu pronađeni u uzorku iz potoka Blizneca, što se podudara s rezultatima dobivenima godine 2000. (Matulić, 2000). *Diptera* je često nalažen u uzorku i u Drugom i Trećem maksimirskom jezeru, i to predstavnici porodice *Chironomidae*, dok se u potoku Bliznecu pojavio u vrlo velikoj brojnosti, i to napose *Chironomus thummi* (19 ind. m⁻²). U potoku Bliznecu pronađene su karakteristične vrste za tekućice, i to predstavnici *Trichoptera* i *Ephemeroptera*.

Za određivanje kakvoće vode u potoku Bliznecu rabili smo biotički bodovni indeks (BBI). Kakvoća vode određuje se na temelju prisutnosti određenih vrsta makroskopskih beskralježnjaka, jer su one odraz kvalitete vode koja protječe iznad njih. Pojedine su vrste posebno dobri pokazatelji onečišćenja voda, kao što su neke vrste iz porodica *Tubificidae* i *Chironomidae*. Predstavnici tih porodica često sadrže hemoglobin koji im omogućuje uzimanje malih količina kisika iz vode, iako su količine kisika u vodi vrlo niske (Chyla, 1998). Organskim se onečišćenjem povećavaju broj i gustoća braničevki (*Simuliidae*), pijavica (*Hirudinea*), trzalaca (*Chironomidae*) i glibnjača (*Tubificidae*), a smanjuje ili potpuno nestaju obalčari (*Plecoptera*), vodencvjetovi (*Ephemeroptera*), tulari (*Trichoptera*), rakušci i virnjaci (*Turbellaria*), (Treer i sur., 1994; Ogbeibu i Oribhabor, 2002).

Najprije je utvrđen biotički bodovni indeks (BBI) tako da je ukupni zbroj bodova podijeljen sa zbrojem utvrđenih indikatora. Pri tome uzimamo u obzir samo prisutnost vrsta indikatora, a zanemarujemo razlike u njihovoj brojnosti (Kerovec, 1996).

Glibnjača (*Tubifex tubifex*) najmanje je osjetljiva na onečišćenja i njoj se pridodaje 1 bod. Ličinki dvokrilca (*Chironomus* sp.) pridodaju se 2 boda, a 3 boda dodjeljuju se pijavici, vodenbaburi (*Asellus aquaticus*) i školjkašu (*Sphaerium* sp.). Pužu *Lymnaea peregra* pridodaju se 4 boda, 5 bodova vodenoj štipavici *Nepa cinerea*, *Beatis* sp. i ličinki tulara (*Hydropsyche*), 6 bodova rakušcu, te 10 bodova ličinki vodencvijeta (*Epeorus* sp.).

Utvrđeni BBI za potok Bliznec u godini 2002. iznosio je 5,6 (III. vrsta) i može se uvrstiti u onečišćene vode. BBI u godini 2003. iznosio je 4, što je na prijelazu između onečišćenih i vrlo onečišćenih voda (III.–IV. vrsta), (Kerovec 1996). Treba naglasiti da su uzorci prikupljeni na mjestu gdje se u

Tablica 2. Kvantitativni sastav makroskopskih beskralježnjaka na svim lokacijama za godinu 2002.
Table 2. Macroinvertebrates quantitative structure at all investigated locations for year 2002.

Sastav makroavertebrata Composition of macroinvertebrates	DRUGO MAKSIMIRSKO JEZERO II. MAKSIMIR LAKE				TREĆE MAKSIMIRSKO JEZERO III. MAKSIMIR LAKE				POTOK BLIZNEC BLIZNEC STREAM			
	4. 4.		8. 5.		4. 4.		8. 5.		4. 4.		8. 5.	
	Ind./m ²	g/m ²	Ind./m ²	g/m ²	Ind./m ²	g/m ²	Ind./m ²	g/m ²	Ind./m ²	g/m ²	Ind./m ²	g/m ²
<i>GASTROPODA</i>												
<i>Bithynia tentaculata</i>					2	0,6	3	0,850	4	1,15	6	1,726
<i>Lymnaea auricularia</i>	8	0,274					1	0,034				
<i>Lymnaea peregra</i>											5	0,150
<i>BIVALVIA</i>												
<i>Sphaerium corneum</i>							2	0,070				
<i>Sphaerium</i> sp.	7	0,243										
<i>HIRUDINEA</i>												
<i>Helobdella stagnalis</i>							1	0,011				
<i>OLIGOCHAETA</i>												
<i>Tubifex tubifex</i>							7	0,462				
<i>Aulophorus</i> sp.											1	0,013
<i>CRUSTACEA</i>												
<i>Asellus aquaticus</i>	5	0,091	4	0,072	4	0,073	3	0,055	2	0,036		

Nastavak tablice 2. — Cont. Table 2.

<i>Gammarus fossarum</i>			1	0,017	2	0,034			6	0,102		
HETEROPTERA												
<i>Nepa cinerea</i>									3	0,890		
DIPTERA												
<i>Pericoma sp.</i>									1	0,007		
TRICHOPTERA												
<i>Odontocerum albicorne</i>									4	0,056	2	0,028
EPHEMEROPTERA												
<i>Heptagenia sulphureta</i>											1	0,161
<i>Epeorus sylvicola</i>											1	0,010
Ukupno/Total	20	0,608	5	0,089	8	0,707	17	1,412	20	2,241	16	2,088

Tablica 3. Kvantitativni sastav makroskopskih beskralježnjaka na svim lokacijama za godinu 2003.
Table 3. Macroinvertebrates quantitative structure at all investigated locations for year 2003.

Sastav makroavertebrata Composition of macroinvertebrataes	DRUGO MAKSIMIRSKO JEZERO II. MAKSIMIR LAKE				TREĆE MAKSIMIRSKO JEZERO III. MAKSIMIR LAKE				POTOK BLIZNEC BLIZNEC STREAM			
	2. 4.		9. 4.		2. 4.		9. 4.		2. 4.		9. 4.	
	Ind./m ²	g/m ²	Ind./m ²	g/m ²	Ind./m ²	g/m ²	Ind./m ²	g/m ²	Ind./m ²	g/m ²	Ind./m ²	g/m ²
<i>GASTROPODA</i>												
<i>Bithynia tentaculata</i>					1	0,025	1	0,040				
<i>Lymnaea peregra</i>							2	0,030	1	0,050	3	0,080
<i>Physa acuta</i>					14	1,557	10	0,854	2	0,170	2	0,080
<i>Valvata cristata</i>											1	0,188
<i>Lymnaeidae</i> sp.	1	0,079										
<i>BIVALVIA</i>												
<i>Sphaerium rivicola</i>									3	0,060	2	0,075
<i>HIRUDINEA</i>												
<i>Helobdella stagnalis</i>					5	0,011						
<i>OLIGOCHAETE</i>												
<i>Tubifex tubifex</i>	3	0,066										
<i>Lumbriculidae</i>											3	0,014
<i>Aulophorus</i> sp.												

Nastavak tablice 3. — Cont. Table 3.

<i>CRUSTACEA</i>												
<i>Asellus aquaticus</i>			2	0,048	5	0,181	5	0,100				
<i>HETEROPTERA</i>												
<i>Nepa cinerea</i>										1	0,185	
<i>DIPTERA</i>												
<i>Chironominae</i> sp.	4	0,044			4	0,020						
<i>Chironomus thummi</i>	2	0,022							5	0,042	14	0,280
<i>Tanytus</i> sp.									6	0,037		
<i>TRICHOPTERA</i>												
<i>Hydropsyche angustipennis</i>									10	0,103	3	0,011
<i>EPHEMEROPTERA</i>												
<i>Rhithrogena semicolorata</i>									1	0,320		
<i>Beatis</i> sp.											1	0,003
Ukupno/Total	10	0,211	2	0,048	29	1,794	18	1,024	28	0,782	30	0,916

potok Bliznec ulijeva onečišćena voda koja sadrži otpadne vode okolnih vodovoda. Rezultati onečišćenosti ovog vodotoka nešto su lošiji s obzirom na rezultate analize potoka Blizneca provedene godine 2000. (Matulić, 2000). Može se reći da je ovaj vodotok i dalje jednako ugrožen bez nade u njegovo ozdravljenje.

ZAKLJUČCI

Istraživanjem sastava makroskopskih beskralježnjaka u Drugom i Trećem maksimirskom jezeru te u potoku Bliznecu, došli smo do spoznaja da su u godini 2002. i 2003. na svim trima lokacijama kvalitativno i kvantitativno dominantne jedinice iz razreda *Gastropoda*.

U Drugom maksimirskom jezeru povremeno se jače razvijaju *Gastropoda*, *Bivalvia*, *Diptera* i *Crustacea*.

U Trećem maksimirskom jezeru dominantni su *Gastropoda*, dok su *Crustacea*, *Oligochaeta* i *Hirudinea* prisutni u značajnoj biomasi.

U potoku Bliznecu, osim *Gastropoda*, zamjetno su zastupljeni i *Diptera*. U manjem broju dolaze *Trichoptera*, *Crustacea*, *Heteroptera*, *Ephemeroptera* i *Bivalvia*.

Potok Bliznec kvantitativno je najbogatiji vrstama, a Drugo maksimirsko jezero najsiromašnije.

Biološkim stupnjevanjem kvalitete vode potoka Blizneca, rezultati za godinu 2002. pokazuju pripadnost III. vrsti voda, dok rezultati za godinu 2003. svrstavaju tu vodu između III. i IV. vrste.

Summary

MACROINVERTEBRATES COMPOSITION IN THE BLIZNEC STREAM, SECOND AND THIRD MAKSIMIR LAKE

M. Piria, M. Rathman, M. Mladenović

Qualitative and quantitative macroinvertebrates in spring period was investigated during two years in the first and second Maksimir Lake and Bliznec stream. The domination of *Gastropoda* was outstanding at these three investigated sites.

From time to time stronger development of *Gastropoda*, *Bivalvia*, *Diptera* and *Crustacea* was noted at the second Maksimir Lake. *Gastropoda* was dominant at the third Maksimir Lake (from 1.484 to 2.506 g m⁻²) while *Crustacea*, *Oligochaeta* and *Hirudinea* made important biomass. Species den-

Msc. Marina Piria, Mara Rathman, Mirna Mladenović, Faculty of Agriculture, Department of fisheries, beekeeping and spec. zoology, Svetosimunska 25, 10 000 Zagreb, tel: +385 1 2393 874, e-mail: mpiria@agr.hr

sity in the Bliznec stream was quantitative higher than the one at other stations. The dominant group was *Gastropoda* (from 0.568 to 3.026 g m⁻²) and there was higher development of *Trichoptera*, *Crustacea*, *Diptera*, *Heteroptera* and *Bivalvia* (Table 3 and 4).

Bliznec stream water quality, observed by biological method given by Kerovec, ranged from polluted to highly polluted.

Key words: macroinvertebrates, Maksimir lakes, Bliznec stream, water quality

LITERATURA

- Amyot, M., Pinel-Alloul, B., Campbell, P. G. C. (1994): Abiotic and seasonal factors influencing trace metal levels (Cd, Cu, Ni, Pb and Zn) in the freshwater amphipod *Gammarus fasciatus* in two fluvial lakes of the St Lawrence river. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 51: 2003–2016.
- Chyla, A. M. (1998): An attempt to application of benthic macroinvertebrates for the assessment of water quality. *Acta Hydrobiol.* 40, (2), 55–65.
- Habdija, I. (1979): Odnos između broja vrsta i organskog onečišćenja u gorskim potocima. *Ekologija*, 14 (1): 27–38.
- Iliopoulou-Georgudaki, J., Kantzaris, V., Katharios, P., Kaspiris, P., Georgiadis, Th., Montesantou, B. (2003): An application of different bioindicators for assessing water quality: a case study in the rivers Alfeios and Pineios (Peloponnisos, Greece). *Ecological indicators* 2, 345–360.
- Kerovec, M. (1986): Priručnik za upoznavanje beskralježnjaka naših potoka i rijeka. Sveučilišna naklada liber. 127 pp.
- Kerovec, M. (1996): Metoda bodovanja. *Športski ribolov*, 6, 43–45.
- Matulić, D. (2000): Struktura i dinamika bentosa u potoku Bliznec i Drugom Maksimirskom jezeru. Agronomski fakultet, seminarski rad. 18 pp.
- Mason, C. F. (1981): Biology of freshwater pollution. Longman. Burnt Mill, England. 351 pp.
- Metcalf, J. L. (1989): Biological water quality assesment of running waters based on macroinvertebrate communities: History and present status in Europe. *Env. Pollution*, 60, 101–139.
- Ogbeibu, A. E., Oribhabor, B. J. (2002): Ecological impact of river impoundment using benthic macro — invertebrates as indicators. *Water research*, 36, 2427–2436.
- Pinel-Alloul B., Methot, G., Lapierre, L., Willsie, A. (1996): Macroinvertebrate community as a biological indicator of ecological and toxicological factors in lake Saint— Francois (Quebec). *Environmental Pollution*, 91 (1): 65–87.
- Treer, T. (1982): Magistarski rad. Agronomski fakultet, Sveučilišta u Zagrebu. 93 pp.
- Treer, T., Aničić, I., Safner, R., Habeković D. (1994): Biomasa makroavertebrata u perifitonu rijeke Save. *Ribarstvo*, 52, (4), 151–162.

Primljeno: 16. 10. 2003.
Prihvaćeno nakon korekcije: 11. 5. 2004.