Dinamika zajednice planktonskoh rakova akumulacije Butoniga

Klaić, Mirna

Master's thesis / Diplomski rad

2016

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:217:654193

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

Mirna Klaić

Dinamika zajednice planktonskih rakova akumulacije Butoniga

Diplomski rad

Zagreb, 2016.

Ovaj diplomski rad, izrađen na Zoologijskom zavodu Biološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, pod vodstvom izv. prof. dr. sc. Ivančice Ternjej, predan je na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u svrhu stjecanja zvanja magistar eksperimentalne biologije.

Zahvaljujem mentorici izv. prof. dr. sc. Ivančici Ternjej na savjetima, podršci i stručnom vodstvu što je bilo od velike važnosti pri izradi ovog diplomskog rada.

Također hvala roditeljima na podršci i razumijevanju što mi je uvelike olakšalo cijelo studiranje i u konačnici izradu ovog diplomskog rada.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno-matematički fakultet

Biološki odsjek Diplomski rad

Dinamika zajednice planktonskih rakova akumulacije Butoniga

Mirna Klaić

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Istraživanje dinamike planktonskih rakova akumulacije Butoniga provedeno je u razdoblju od svibnja do studenog 2013. godine. U akumulaciji je utvrđeno šest vrsta planktonskih rakova, četiri iz skupine Cladocera: *Bosmina longirostris* (O. F. Müller, 1785), *Diaphanosoma brachyurum* (Liévin, 1848) *Ceriodaphnia* sp., *Daphnia* sp. i dvije iz skupine Copepoda: *Eudiaptomus gracilis* (Sars G.O., 1863) i *Cyclops* sp. Ukupni broj jedinki u rasponu je od 1 jed/10 L do 397 jed./10 L. U svim sezonama i na svim postajama primjećuje se tendencija veće brojčane zastupljenosti u metalimnijskom i hipolimnijskom sloju. Ukupna biomasa u rasponu je od 0,01 µg/10 L i 3507 µg/10 L. Na svim postajama brojem i biomasom dominira skupina Cladocera. Ukupni broj i ukupna biomasa makrozooplanktona smanjili su se u odnosu na prethodno istraživanje. Sastav vrsta nije se promijenio, ali se promijenila zastupljenost pojedinih vrsta. Izračunati koeficijenti korelacije ukazuju da bi temperatura vode mogla biti jedan od značajnijih abiotičkih čimbenika za zajednicu makrozooplanktona.

(52 stranice, 22 slike, 16 tablica, 21 literaturnih navoda, jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u knjižnici Zoologijskog zavoda Biološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu, Rooseveltov trg 6

Ključne riječi: Butoniga, Copepoda, Cladocera

Voditelj: Izv. prof. dr. sc. Ivančica Ternjej
Ocjenjivači: Izv. prof. dr. sc. Ivančica Ternjej
Prof. dr. sc. Zlatko Liber
Doc. dr. sc. Duje Lisičić
Zamjena: Davor Zanella

Rad prihvaćen: 18. veljača 2016.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb

Faculty of Science

Division of Biology Graduation Thesis

Plankton Crustaceans community in the Butoniga reservoir

Mirna Klaić

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Croatia

Changes in crustacean plankton assemblages in the varying limnological gradients of the Butoniga reservoir (Croatia) were investigated in the period from May to November 2013. Six species of micro crustaceans were determined, four cladocerans - *Bosmina longirostris* (O. F. Müller, 1785) *Diaphanosoma brachyurum* (Liévin, 1848), *Ceriodaphnia* sp., *Daphnia* sp. and two copepods - *Eudiaptomus gracilis* (Sars G.O., 1863) and *Cyclops* sp.. The population density was in range from 1 ind. / 10 L to 397 ind. L. jed./10. In all seasons and at all stations maximum values were observed in metalimnion and hipolimnion layers. The total biomass was in the range of 0.01 µg / 10 L and 3507 µg / 10 L. Cladocera dominated over Copepoda. Abundance and biomass macrozooplankton decreased compared to the previous survey. Correlation coefficients indicate that the water temperature could be one of the most important abiotic factors influencing macrozooplankton community.

(52 pages, 22 figures, 16 tables, 21 references, original in: Croatia)

Thesis deposited in Central Biological Library Department of Zoology, Faculty of Science, University of Zagreb, Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb.

Key words: Butoniga, Copepoda, Cladocera

Supervisor: Izv. prof. dr. sc. Ivančica Ternjej
Reviewers: Izv. prof. dr. sc. Ivančica Ternjej
Prof. dr. sc. Zlatko Liber
Doc. dr. sc. Duje Lisičić
Replacement: Davor Zanella

Thesis accepted: 18 February 2016

SADRŽAJ

1. UVOD
   1.1. KOPNENE VODE ……...…… 1
   1.2. AKUMULACIJSKO JEZERO ….....…….…. 1
   1.3. SLATKOVODNI PLANKTON …...…….....… 2
   1.4. PLANKTONSKI RAČIĆI …….....…… 2
      1.4.1. Copepoda – Veslonošci ……..3
      1.4.2. Cladocera – Rašljoticalci …….. 3
   1.5. CILJ ISTRAŽIVANJA ……..…… 7
2. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA ……...…. 7
3. MATERIJALI I METODE ……...9
   3.1. UZORKOVANJE I ANALIZA FIZIKALNO - KEMIJSKIH ČIMBENIKA … 9
   3.2. UZORKOVANJE I ANALIZA PLANKTONA ……... 10
      3.2.1. Uzorkovanje planktona …….. 10
      3.2.2. Analiza planktona …….. 10
4. REZULTATI …… 11
   4.1. FIZIKALNO – KEMIJSKI ČIMBENICI ……. 11
      4.1.1. Amonijak, pH-vrijednost, utrošak $KMnO_4$ i elektroprovodnost …….. 11
      4.1.2. Temperatura i kisik …… 16
      4.1.3. Klorofil a ……20
      4.1.4. Ortofosfati i ukupni fosfati ……21
   4.2. PLANKTON ……...…….. 24
      4.2.1. Brojnost planktonskih rakova …… 25
      4.2.2. Biomasa planktonskih rakova ……34
      4.2.3. Korelacija parametara i zooplanktona …… 42
5. RASPRAVA ……..……46
6. ZAKLJUČAK …….. 48
7. LITERATURA …..... 49
8. ŽIVOTOPIS…….. 51

1. UVOD

1.1. KOPNENE VODE

Usprkos činjenici da od ukupno gotovo 1,4 milijarde km³ vode na našem planetu kopnene ili slatke vode čine tek nešto više od 0,5 %, njihov je značaj izuzetno velik. Između mora i slatkih kopnenih voda postoje brojne razlike. Najuočljivija je razlika u kemijskom sastavu i koncentraciji soli: u slatkim je vodama koncentracija soli oko 100 puta manja od one u moru, gdje dominiraju kloridi, a u kopnenim vodama karbonati. U slatke kopnene vode ubrajamo podzemne i nadzemne ili površinske vode. Površinske vode dijelimo na tekućice i stajaćice. Stajaćice dijelimo na lokve, močvare, bare i jezera. Jezera su veće i dublje stajaćice. Njihovo je glavno obilježje vertikalna temperaturna slojevitost, tj. razlike u temperaturi vode od površine do dna.

U površinskom sloju, koji je osvijetljen, odvijaju se procesi fotosinteze primarne proizvodnje. U dubokim, neosvijetljenim dijelovima jezera, organsku tvar proizvedenu u površinskom sloju potrošači koriste kao hranu ili je razlagači razgrađuju na mineralne soli, ugljikov dioksid i vodu uz potrošnju kisika. Tek je nestankom termokline, tj. izjednačavanjem temperature od površine do dna (izotermija) moguće – pod utjecajem vjetrova – miješanje cijelog stupca vode i izjednačavanje ekoloških obilježja vode cijelog jezera (Jelenić i sur. 2005).

1.2. AKUMULACIJSKO JEZERO

Akumulacijsko jezero je umjetno jezero u kojem se u doba obilatih oborina skuplja zaliha vode. Nastaje izgradnjom brane, koja zadržava vodu u prostranim dolinama matične rijeke, njezinih pritoka ili u pogodnim uvalama. Akumulirana voda služi za potrebe vodoprivrede, natapanja i sl. Ukupni obujam jezera sastoji se od mrtvog dijela (zamuljenje), korisnog obujma i, u pravilu, od retencijskog obujma (za preuzimanje vrlo velike količine vode). Ukupni obujam određuje se tako da se postigne ravnoteža između dotoka i potrošnje vode za određeno razdoblje (www.enciklopedija.hr).

1.3. SLATKOVODNI PLANKTON

Plankton je zajednica organizama koji slobodno lebde u vodi, a njihovo kretanje prvenstveno ovisi o strujanju vode. U planktonu kopnenih voda, tj. u slakovodnom planktonu, fitoplankton čine fotosintetske alge, fotosintetske bakterije i gljivice. Glavninu slatkovodnog zooplanktona čine skupine Rotatoria (kolnjaci), planktonski račići Cladocera (rašljoticalci) i Copepoda (veslonošci).

Slatkovodni je plankton razvrstan po veličini u slijedeće kategorije (Vrebčević 1996):

- Megaplankton čija veličina prelazi 5 mm
- Makroplankton s rasponom veličina od 1 do 5 mm
- Mezoplankton s rasponom veličina od 500 do 1000 μm
- Mikroplankton s rasponom veličina od 50 do 500 μm
- Nanoplankton s rasponom veličina od 5 do 50 μm
- Ultraplankton čija je veličina manja od 5 μm

1.4. PLANKTONSKI RAČIĆI

Skupina planktonskih račića, Cladocera i Copepoda, uglavnom pripada veličinskoj kategoriji makrozooplanktona (od 1 do 5 mm). Međutim, manje vrste Cladocera (*Bosmina*, *Chidorus*), juvenilni oblici Cladocera i ličinke Copepoda (naupliji i kopepoditi), zbog znatno manje veličine pripadaju manjim veličinskim kategorijama.

Skupine Cladocera i Copepoda provode cijeli svoj životni vijek u slobodnoj vodi te se zbog ovakvog načina života ubrajaju u pravi plankton (holoplankton). Rasprostranjeni su u svim kopnenim vodama, osim rodova *Padon, Evodne* i *Penilia*, koji žive u moru. Susreću se u jezerima (eulimnoplankton), ribnjacima (heleoplankton), akumulacijama, barama i jarcima (telmatoplankton) a također i u donjim tokovima velikih rijeka (potamoplankton) (Vrebčević 1996).

1.4.1. SKUPINA COPEPODA – VESLONOŠCI

Veslonošci su većinom planktonski morski organizmi, ali mnogo vrsta živi i u slatkim vodama. Veličina slobodnoživućih veslonožaca varira u rasponu od 0,5 mm do 15 mm (Habdija i sur. 2011).

Kopepodi kopnenih voda dijele se u tri skupine: Calanoida, Cyclopoida i Harpacticoida. One se razlikuju po građi tijela i načinu života. Kalanoidi uglavnom lebde u vodi, ciklopoidi plivaju, a harpaktikoidi pužu po dnu izvijajući svoje tijelo. Kalanoidi, osim što lebde, se mogu pokretati naglim trzajima nalik na skokove.

Među kalanoidima, ciklopoidima i harpaktikoidima postoje paraziti, poluparaziti i komenzali. Slobodno živući kopepodi imaju tri načina ishrane: filtratorski (procjeđivači), predatorski (grabežljivci) i detritofagni.

Kopepodi malih voda su intenzivno obojeni (smeđe-crveno, kava-crveno, žučkasto, ljubičasto, plavo ili zeleno). Pigment potječe od algi ili se sintetizira u njihovom tijelu (Vrebčević 1996) (slika 1.).

1.4.2. SKUPINA CLADOCERA – RAŠLJOTICALCI

Najbrojnija skupina škrgonožaca su rašljoticalci (Cladocera) od kojih su najpoznatije vodenbuhe (Daphnidae). Većina vrsta živi u vodama na kopnu, a mali je broj morskih. Ime ovog reda potječe od velikih rašljastih drugih ticala koja služe za kretanje.

a) 

b) 

c) 

Slika 1. Planktonski račići iz skupine Copepoda: a) Calanoida (preuzeto i obrađeno www.micromagus.net), b) Cyclopoida (preuzeto i obrađeno www.microlife.parvarium.com) i c) ličinka (nauplij) (preuzeto i obrađeno www.theseashore.org.uk).

Cladocera su jedna od tri skupine životinja koje dominiraju u slatkovodnom zooplanktonu (Rotifera, Cladocera, Copepoda). Najpoznatije vrste rašljoticalaca su iz rodova *Daphnia* (*D. pulex, D. magna, D. cuculata*), *Bosmina* (*B. longirostris*), *Chydorus* (*Ch. sphaericus*), *Alona, Alonella, Polyphemus* i *Leptodora* (*L. kindtii*) (Habdija i sur. 2011).

Gotovo svi predstavnici skupine Cladocera hrane se procjeđivanjem (filtriranjem) sitnih čestica koje lebde u vodi ili nanoplanktonskim algama. To im omogućuju fini tjelesni privjesci koji se nalaze unutar tjelesne ljuske čiji ritmički pokreti tjeraju sakupljene čestice ili alge u ždrijelo. Filtriranje hrane obavlja se neprestano, od trenutka izlaženja iz jaja pa sve do uginuća. Budući da Cladocera filtriraju sitnije čestice od kalanoidnih i ciklopoidnih Copepoda, pripadaju skupini mikrofiltratora.

Cladocera su organizmi veličine od 200 μm (mlade jedinke) do 18 mm (*Leptodora kindti*). Zbog svoga načina ishrane (filtriranje detritusa ili algi) Cladocera predstavljaju ključnu grupu organizama u planktonu jezera i imaju izuzetno važnu ulogu u prijenosu materije te protoku energije kroz lance ishrane.

Dakle, Cladocera u trofičkoj piramidi predstavljaju primarne konzumente, odnosno prema produkciji organske tvari ubrajaju se u sekundarne producente (Vrebčević 1996) (slika 2.).

a) 

b) 

c) 

d) 

Slika 2. Planktonski račići iz skupine Cladocera: *Bosmina longirostris*, b) *Diaphanosoma brachyurum*, c) *Ceriodaphnia* sp. i d) *Daphnia* sp. (preuzeto i obrađeno www.cfb.unh.edu).

1.5. CILJ ISTRAŽIVANJA

Ciljevi istraživanja su sljedeći:

- Utvrditi sastav zajednice planktonskih rakova
- Utvrditi brojnost pojedinih vrsta i njihovu biomasu
- Utvrditi mogući utjecaj abiotičkih čimbenika na zajednicu planktonskih rakova

2. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

Butoniga je akumulacijsko jezero sagrađeno za opskrbu vode naseljima zapadne i južne Istre (slika 3.). Smještena je na istoimenoj glavnoj lijevoj pritoci Mirne, neposredno nizvodno od mjesta gdje se sastaju njezina tri glavna bujična potoka: Butoniga, Dragućki i Račički potok (www.ivb.hr). U gornjem toku Butonige, u dolinskome dijelu podalje od ušća u Mirnu, izgrađena je brana radi sigurnije zaštite od poplave, stvaranje akumulacije za potrebe navodnjivanja te osiguravanja vode za vodoopskrbu Istre u ljetnome razdoblju (www.lzmk.hr). Površina slijeva do pregradnog profila iznosi 73 km², a površina vodnog lica akumulacije pri normalnom usporu 2,45 km². Obujam izgrađene akumulacije do kote praga preljeva iznosi 19,7 milijuna m³, od čega na mrtvi prostor za prihvat nanosa otpada 2,2 milijuna m³ (www.ivb.hr) (slika 4.). Radovi na brani započeli su u drugoj polovici 1970-ih, a dovršeni su 1988. Na početku 1980-ih namjena je akumulacije promijenjena, pa je odlučeno da će se umjesto za natapanje upotrebljavati za vodoopskrbu (www.lzmk.hr)



Slika 3. Akumulacija Butoniga (www.istramet.com)



Slika 4. Pogled na postrojenje za kondicioniranje vode (www.beta.ivb.hr).

3. MATERIJALI I METODE

3.1. UZORKOVANJE I ANALIZA FIZIKALNO – KEMIJSKIH ČIMBENIKA

Na terenu su uzimani uzorci planktona crpcem iz nekoliko slojeva vode (površina, 3 m, 5 m, 6 m, 7 m, 8 m, 10 m, 11 m, 12 m, 13 m, 14 m). Uzorci su uzeti na četiri postaje kroz više mjeseci u godini. Istraživanje je bilo u svibnju, lipnju, srpnju, rujnu i studenom 2013. godine (slika 5.).

Tijekom istraživanja, na terenu, mjereni su i fizikalno – kemijski čimbenici: pH-vrijednost, mangan, klorofil a, amonijev ion, ukupni fosfati, ortofosfati, elektroprovodljivost, temperatura i kisik.



Slika 5. Prikaz položaja mjernih postaja B1, B2, B3 i B4 (preuzeto i obrađeno Ribić, 2013).

3.2. UZORKOVANJE I ANALIZA PLANKTONA

3.2.1. Uzorkovanje planktona

Uzorci planktona uzimani su istovremeno sa uzorcima vode za fizikalno-kemijsku analizu, te u istim dubinskim slojevima. Tom je prilikom 10 litara vode procijeđeno (iz svakog od navedenih slojeva) kroz planktonsku mrežu veličine oka 80μm. Uzorci su konzervirani u 4% formaldehidu te prenesi u labaratorij u analizu.

3.2.2. Analiza planktona

Uzorci planktona pregledani su upotrebom stereomikroskopa. Utvrđena je brojnost planktonskih rakova u svakom uzorku, a vrste su određene pomoću standardnih taksonomskih ključeva (Einsle, 1993; Vrebčević, 1996; Margaritora, 1983 i Amoros, 1984).

Biomasa zooplanktona izračunata je na temelju broja jedinki pojedinih vrsta i literaturnih podataka o njihovoj suhoj težini (Botrell et al. 1976), te također temeljem mjerenja dužine tijela i upotrebom regresijske jednadžbe za izračunavanje suhe težine iz literature (Orcut 1981; Lawrence et al. 1987).

Koeficijenti korelacije između abiotičkih i biotičkih varijabli izračunati su u Macrosoft Office programu za analizu podataka Excell.

4. REZULTATI

4.1. FIZIKALNO–KEMIJSKI ČIMBENICI

Prikaz rezultata mjerenja svih fizikalno–kemijskih čimbenika u istraživanom razdoblju na postajama u akumulaciji Butoniga je u tablicama 1.-4.

4.1.1. Amonijak, pH-vrijednost, utrošak $KMnO_4$ i elektroprovodnost

Koncentracija amonijaka kretala se između 0,098 mg/L i 0,682 mg/L. Najveća vrijednost izmjerena je na mjernoj postaji B1 na dubini 13 metara u srpnju, a najmanja vrijednost izmjerena je na mjernoj postaji B1 na površini akumulacije u lipnju.

pH-vrijednost kretala se između 7,38 i 8,19. Najveća pH-vrijednost izmjerena je na mjernoj postaji B1 na dubini 6m u rujnu, a najmanja pH-vrijednost izmjerena je na mjernoj postaji B1 na dubini od 12 m u rujnu.

Utrošak $KMnO_4$ kretao se između 1,04 mg/L i 4,35 mg/L. Najveća koncentracija $KMnO_4$ utrošena je za uzorak uzet na mjernoj postaji B2 s dubine 9 m u svibnju, a najmanja koncentracija $KMnO_4$ utrošena je za uzorak uzet na mjernoj postaji B1 s dubine 9m u svibnju.

Elektroprovodnost se kretala između 332 µS i 465 µS. Najveća vrijednost izmjerena je na mjernoj postaji B1 na dnu akumulacije u svibnju, a najmanja vrijednost na mjernoj postaji B3 s dubine 3m u rujnu.

Tablica 1. Fizikalno–kemijski čimbenici na mjernoj postaji B1

	Svibanj						Lipanj						Srpanj					Rujan					Studeni				
	Pov.	3m	6m	9m	12m	14m	Pov.	3m	6m	9m	12m	14m	Pov.	3m	6m	9m	13m	Pov.	3m	6m	9m	12m	Pov.	3m	6m	9m	12m
pH	8,04	8,06	8,02	7,96	7,82	7,72	8,03	8,04	7,99	7,85	7,69	7,65	8,06	8,08	8,03	7,76	7,53	8,17	8,18	8,19	7,54	7,38	7,99	8	8	7,9	7,9
mutnoća NTU	1,2	1,5	1,6	1,3	1,3	7,5	1	1,7	2	2,1	1,9	7,4	1,3	2,6	1,9	1,6	2,3	1,34	7,62	1,3	1,62	4,34	3,3	3,8	3,7	24,1	58
Fe (mg/L)	0,08	0,09	0,09	0,07	0,05	0,29	0,06	0,07	0,1	0,18	0,13	0,4	0,01	0,03	0,03	0,03	0,14	0,07	0,06	0,07	0,07	0,37	0,14	0,17	0,16	0,85	1,88
Mn (mg/L)	0,06	0,03	0,05	0,06	0,06	0,4	0,07	0,14	0,13	0,16	0,22	0,57	0,01	0,04	0,01	0,04	0,34	0	0,01	0,01	0,09	0,1	0,16	0,18	0,21	0,89	1,87
Al (mg/L)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,02	0,03
klorofil a (µg/L)	0,55	0,55	0,55	1,11	0	0,55	1,11	0,55	0,55	1,11	0	0,55	1,67	1,11	0,55	1,11	0,55	1,11	1,11	1,67	1,67	1,11	1,67	1,11	2,23	0,55	0,55
$NH4^+$ (mg/L)	>1	0,34	0,28	0,23	0,22	0,47	0,1	0,23	0,15	0,25	0,28	0,64	0,19	0,21	0,18	0,22	0,68	0,05	0,06	0,44	0,15	1,25	0,48	0,65	0,4	1	1,6
TOC (mg/L)	3,23	2,42	2,35	2,34	2,18	2,19	2	2,32	2,34	2,21	2,05	2,07	2,55	2,72	2,58	3,34	2,7	2,38	2,94	3,11	2,88	2,85	2,55	2,71	2,68	3,14	
KMnO4 (mg/L)	3,47	2,34	2,66	2,34	2,26	2,26	1,87	2,11	1,95	2,18	2,26	2,11	1,62	1,46	1,46	1,46	1,87	1,36	1,68	2,16	1,04	2,16	2,32	2,4	2,16	2,96	3,28
UV-254	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,09	0,04	0,05	0,06	0,07	0,06	0,07	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,04	0,05	0,05	0,05	0,08	0,06	0,07	0,07	0,17	0,33
ukupni fosfati (mg/L)	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0	0	0	0	0,01	0,01	0,02	0,01	0,03	0,07
ortofosfati (mg/L)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0,02
elektroprovodnost (us/cm)	428	427	443	454	459	465	429	403	424	449	463	462	377	388	388	440	461	342	337	338	410	460	382	365	367	372	376
TDS	172	171	178	182	184	187	171	161	170	180	187	186	177	183	183	207	217	161	158	159	193	216	180	172	172	175	177
kisik (mg/L)	15,7	16,6	23,4	20,4	14,4	10,2	9,71	10,3	10,8	10,2	5,74	3,27	9,38	11,9	11,9	8,16	1,39	7,42	9,31	9,27	3,75	0,69	9,85	8,81	8,64	8,45	8,57
saturirani kisik (%)	174	183	228	184	128	89,7	115	119	116	98,7	51,7	29,2	117	139	139	80,2	12,7	90,9	111	110	39,9	6,4	94,5	84,5	82,9	80,3	81,2
temperatura vode (˚C)	20,6	20,1	14,1	10,7	9,86	9,5	23,6	22,3	18,6	13,8	10,7	10,3	26,7	23,1	23,1	14,5	11,8	25,6	24,2	24,2	18,3	11,9	13,5	13,4	13,4	13	12,9
prozirnost (cm)	310	310	310	310	310	310	360	360	360	360	360	360	580	580	580	580	580	320	320	320	320	320	180	180	180	180	180

Tablica 2. Fizikalno–kemijski čimbenici na mjernoj postaji B2

	Svibanj					Lipanj					Srpanj					Rujan					Studeni			
	Pov.	3m	6m	9m	12m	Pov.	3m	6m	9m	12m	Pov.	3m	6m	9m	11m	Pov.	3m	6m	9m	10m	Pov.	3m	6m	10m
pH	8,04	8,06	8,01	7,91	7,76	8,04	8,07	7,97	7,81	7,68	8,07	8,08	8,01	7,68	7,58	8,17	8,17	8,16	7,55	7,43	7,97	7,99	7,96	7,91
mutnoća NTU	1,74	2,07	2,12	1,86	9,54	0,9	1,5	2	2,4	3,2	1,6	3,5	2,8	3	2,1	1,43	2,39	1,86	3,61	3,79	3,7	3,8	4,1	28,8
Fe (mg/L)	0,06	0,08	0,09	0,07	0,5	0,04	0,07	0,13	0,13	0,15	0,02	0,06	0,05	0,07	0,09	0,06	0,08	0,08	0,18	0,31	0,16	0,16	0,19	1
Mn (mg/L)	0,03	0,05	0,1	0,05	0,71	0,11	0,15	0,16	0,23	0,3	0,01	0,07	0,05	0,07	0,01	0,03	0,09	0,08	0,32	0,67	0,16	0,23	0,2	1,37
Al (mg/L)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,02
klorofil a (µg/L)	0,55	0,55	0,55	1,11	0,55	0	1,11	1,67	0,55	0	1,11	1,11	1,11	1,67	0,55	1,11	2,23	2,23	1,67	1,11	0,55	0,55	0	0,55
$NH4^+$ (mg/L)	0,22	0,21	0,22	>1	0,45	0,17	0,27	0,28	0,3	0,25	0,15	0,19	0,32	0,32	0,34	0,1	0,13	0,11	0,23	0,47	0,39	0,42	0,36	0,83
TOC (mg/L)	2,23	2,28	2,29	3,69	2,18	2,17	2,42	2,32	2,23	2,08	2,59	2,75	3,36	2,8	2,63	2,92	3,25	3,04	2,81	2,73	2,58	2,94	2,85	
KMnO4 (mg/L)	1,69	1,69	2,18	4,35	2,02	2,11	2,18	2,26	1,79	2,03	1,38	1,38	1,46	2,44	1,79	1,76	2	1,76	1,52	1,6	2,16	2,32	2,56	3,52
UV-254	0,05	0,06	0,06	0,06	0,13	0,05	0,05	0,06	0,07	0,07	0,04	0,05	0,06	0,06	0,06	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,21
ukupni fosfati (mg/L)	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0	0	0	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05
ortofosfati (mg/L)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01
elektroprovodnost (us/cm)	427	427	445	455	463	407	407	426	447	458	367	367	387	444	451	337	338	337	398	430	365	366	366	379
TDS	171	171	178	182	185	163	163	170	179	184	173	173	182	209	213	158	159	159	187	202	172	172	172	178
kisik (mg/L)	15,1	15,9	22,8	16,8	10,5	9,89	10,5	11,1	10,2	4,5	9,39	10,1	12,2	8,14	3,11	7,37	8,49	8,34	3,57	1,23	10,7	8,94	8,61	8,17
saturirani kisik (%)	169	177	221	150	92,7	116	121	119	96,2	40,5	117	125	143	79,9	28,7	90,1	101	99	37,5	11,7	103	85,7	82,5	77,7
temperatura vode (˚C)	20,8	20,3	13,8	10,3	9,38	23,2	22,2	18,6	12,8	10,6	26,7	26,2	23	14,5	11,8	25,5	24,1	23,9	17,7	13,2	13,4	13,4	13,4	13
prozirnost (cm)	420	420	420	420	320	300	300	300	300	300	500	500	500	500	500	320	320	320	320	320	160	160	160	160

Tablica 3. Fizikalno–kemijski čimbenici na mjernoj postaji B3

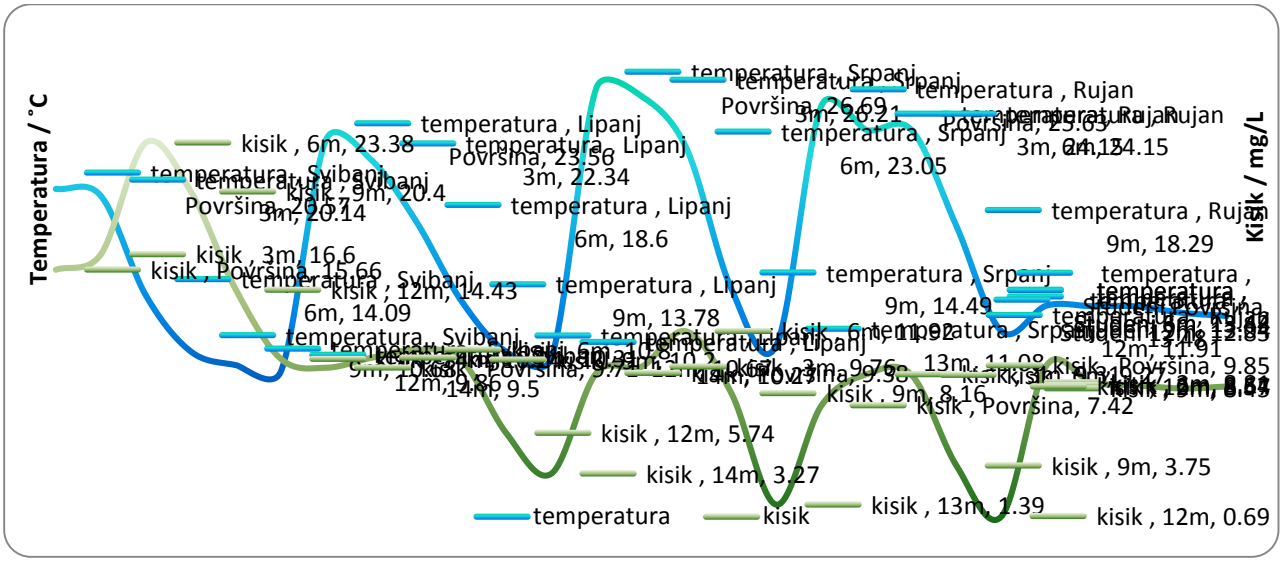
	Svibanj			Lipanj			Srpanj			Rujan			Studeni		
	Pov.	3m	7m	Pov.	3m	7m	Pov.	3m	6m	Pov.	3m	5,5m	Pov.	3m	6m
pH	8,04	8,07	7,94	8,03	8,06	7,91	8,02	8,06	7,98	8,15	8,15	8,03	7,93	7,97	7,95
mutnoća NTU	1,7	2,3	3,2	1,1	1,7	5,4	1,9	2,5	2,2	1,48	1,63	1,98	3,6	4,1	4,9
Fe (mg/L)	0,076	0,114	0,057	0,078	0,083	0,315	0,028	0,064	0,066	0,069	0,137	0,089	0,156	0,158	0,257
Mn (mg/L)	0,083	0,045	0,115	0,143	0,146	0,341	0,04	0,062	0,087	0,025	0,025	0,031	0,188	0,214	0,155
Al (mg/L)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
klorofil a (µg/L)	0,55	0,55	0,55	0,55	0	0,55	1,11	1,11	2,23	1,11	1,11	1,11	0,55	1,11	0,55
$NH4^+$ (mg/L)	0,2	0,385	0,158	0,158	0,211	0,385	0,195	0,185	0,192	0,119	0,114	0,14	0,194	0,204	0,493
TOC (mg/L)	2,212	2,314	2,305	2,085	2,416	2,279	2,646	2,809	2,795	2,815	3,07	2,855	2,592	2,75	2,811
KMnO4 (mg/L)	2,26	2,02	2,26	2,11	2,03	2,11	1,95	1,62	1,22	2,36	2,4	2,56	1,68	2,72	2,32
UV-254	0,056	0,059	0,07	0,047	0,051	0,089	0,045	0,047	0,055	0,044	0,046	0,052	0,069	0,07	0,079
ukupni fosfati (mg/L)	0,013	0,015	0,01	0,007	0,009	0,018	0,008	0,015	0,015	0,008	0,006	0,019	0,007	0,007	0,01
ortofosfati (mg/L)	0,005	0,002	0,003	0,001	0,002	0,001	0,006	0,01	0,009	0	0	0	0,001	0,001	0,002
elektroprovodnost (us/cm)	427	427	453	412	407	435	368	370	391	334	332	334	366	366	371
TDS	171	171	181	164	163	174	173	175	184	157	156	157	172	172	174
kisik (mg/L)	14,58	15,13	21,93	10,02	10,23	9,98	9,83	10,31	12,28	7,68	9,12	8,2	10,51	8,52	8,24
saturirani kisik (%)	162,3	168,1	206,5	116,2	117,5	104,3	121,7	127	143,6	93,2	108,6	96,9	100,7	81,5	78
temperatura vode (˚C)	20,56	20,49	12,96	22,73	22,18	17,45	26,21	25,96	23,13	25,11	24,11	23,69	13,38	13,35	12,83
prozirnost (cm)	320	320	320	320	320	320	400	400	400	300	300	300	140	140	140

Tablica 4. Fizikalno–kemijski čimbenici na mjernoj postaji B4

	Svibanj				Lipanj				Srpanj				Rujan			Studeni		
	Pov.	3m	6m	8m	Pov.	3m	6m	8m	Pov.	3m	6m	8m	Pov.	3m	7m	Pov.	3m	7m
pH	8,06	8,07	7,97	7,8	8,03	8,06	7,98	7,58	8,04	8,05	8	7,99	8,16	8,14	8,14	7,93	7,95	7,92
mutnoća NTU	1,2	2,1	2,8	4,24	1,4	1,5	3,8	7,4	1,2	1,3	2,2	6,7	1,18	1,75	1,61	3,4	3,4	6,3
Fe (mg/L)	0,066	0,067	0,105	0,298	0,196	0,043	0,163	0,317	0,032	0,02	0,037	0,137	0,059	0,067	0,097	0,179	0,14	0,237
Mn (mg/L)	0,086	0,089	0,092	0,406	0,068	0,078	0,31	0,521	0,025	0,012	0,05	0,158	0,022	0,048	0,049	0,102	0,102	0,223
Al (mg/L)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
klorofil a (µg/L)	0,55	1,11	0,55	1,11	0	1,11	0	0,55	1,11	1,11	2,23	1,67	0,55	1,67	2,23	1,11	0	0
$NH4^+$ (mg/L)	0,177	0,306	0,265	0,633	0,159	0,177	0,281	0,496	0,118	0,155	0,216	0,213	0,102	0,172	0,108	0,184	0,117	0,263
TOC (mg/L)	2,526	2,816	2,412	2,232	2,19	2,334	2,317	2,436	2,641	3,054	3,172	2,711	2,772	3,342	3,041	3,145	2,714	2,832
KMnO4 (mg/L)	2,58	2,58	2,58	2,02	2,34	1,95	2,18	2,26	2,27	2,03	1,87	2,52	1,64	2,64	2,4	2,48	2,56	2,64
UV-254	0,057	0,065	0,069	0,082	0,047	0,05	0,072	0,11	0,044	0,048	0,052	0,068	0,042	0,049	0,048	0,071	0,07	0,086
ukupni fosfati (mg/L)	0,012	0,013	0,009	0,015	0,008	0,01	0,012	0,019	0,006	0,009	0,011	0,007	0,004	0,006	0,014	0,006	0,009	0,011
ortofosfati (mg/L)	0,002	0,003	0,002	0,003	0	0	0,001	0	0,005	0,006	0,008	0,004	0	0	0	0,001	0,002	0,003
elektroprovodnost (us/cm)	427	427	443	457	403	403	420	438	368	369	383	417	333	334	337	368	366	368
TDS	171	171	177	183	161	161	167	175	173	174	180	196	156	157	158	173	172	173
kisik (mg/L)	13,88	14,88	22,01	16,38	9,89	10,03	10,53	9,88	9,95	10,17	12,4	7,73	8,7	8,87	8,42	8,23	8,04	7,72
saturirani kisik (%)	154,8	164,7	213,8	147,6	114,7	115,2	113,7	99	122,5	125,1	144,5	76,7	106	105,6	99,8	79	77,1	73,1
temperatura vode (˚C)	20,65	20,28	13,99	10,7	22,68	22,19	19,03	15,46	25,88	25,83	22,91	14,97	25,32	24,07	23,82	13,48	13,41	12,83
prozirnost (cm)	270	270	270	270	280	280	280	280	480	480	480	480	260	260	260	230	230	230

4.1.2. Temperatura i kisik

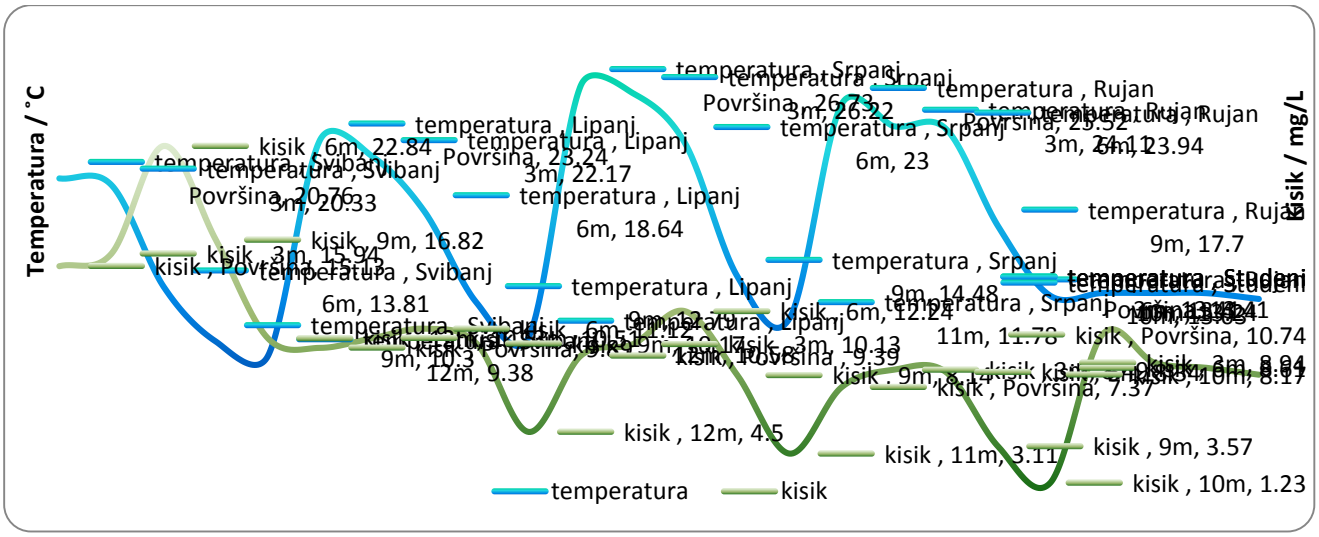
Promjene temperature i koncentracija kisika prikazane su grafički na slikama 6.–9.



Slika 6. Odnos masene koncentracije kisika i temperature vode na mjernoj postaji B1.

Temperatura vode na mjernoj postaji B1 opada s dubinom jezera. Zabilježene su visoke temperature na površini, tijekom lipnja raste i u svibnju dostiže svoj maksimum. Najniža zabilježena temperatura (9,5 ˚C) je u svibnju na dubini od 14m, a najviša (26,69 ˚C) u srpnju na površini.

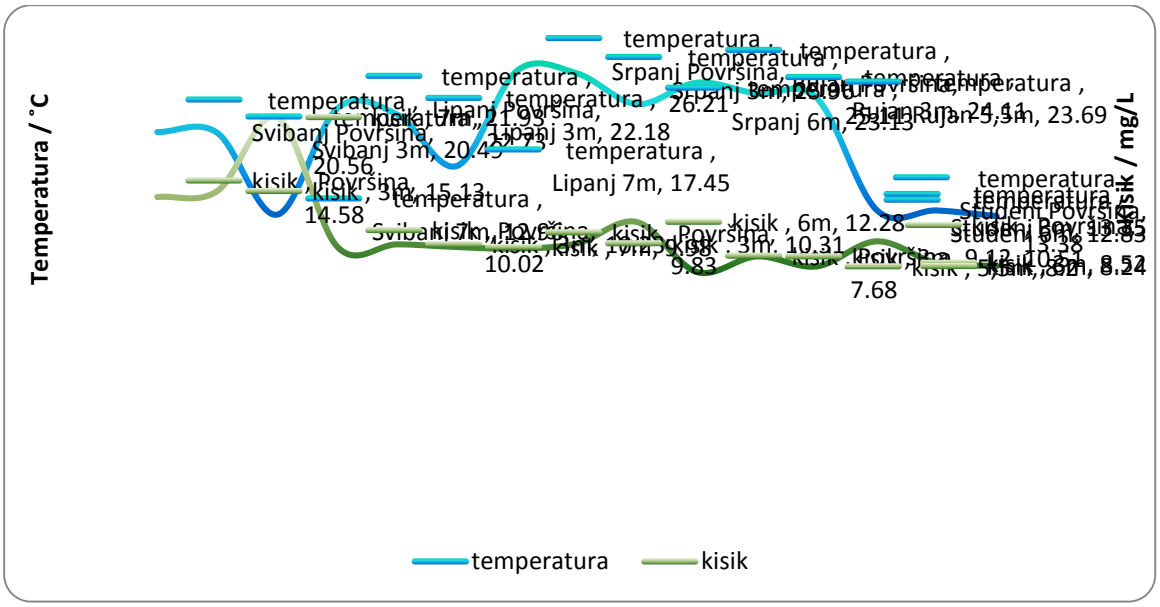
Masena koncentracija kisika na mjernoj postaji B1 ne ovisi o dubini jezera, osim u studenom gdje primjećujemo pad koncentracije s rastom dubine. Najniža masena koncentracija kisika (0,69 mg/L) je zabilježena u rujnu na dubini od 12m, a najviša (23,38 mg/L) u svibnju na 6 metara.



Slika 7. Odnos masene koncentracije kisika i temperature vode na mjernoj postaji B2.

Temperatura vode na mjernoj postaji B2 opada s dubinom jezera. Najviše temperature su zabilježene na površini akumulacije, povišenje je zabilježeno u srpnju i rujnu, dok se u studenom bilježi nagli pad. Najniža zabilježena temperatura (9,38 ˚C) je u svibnju na dubini od 12m, a najviša (26,73 ˚C) u srpnju na površini vode akumulacije.

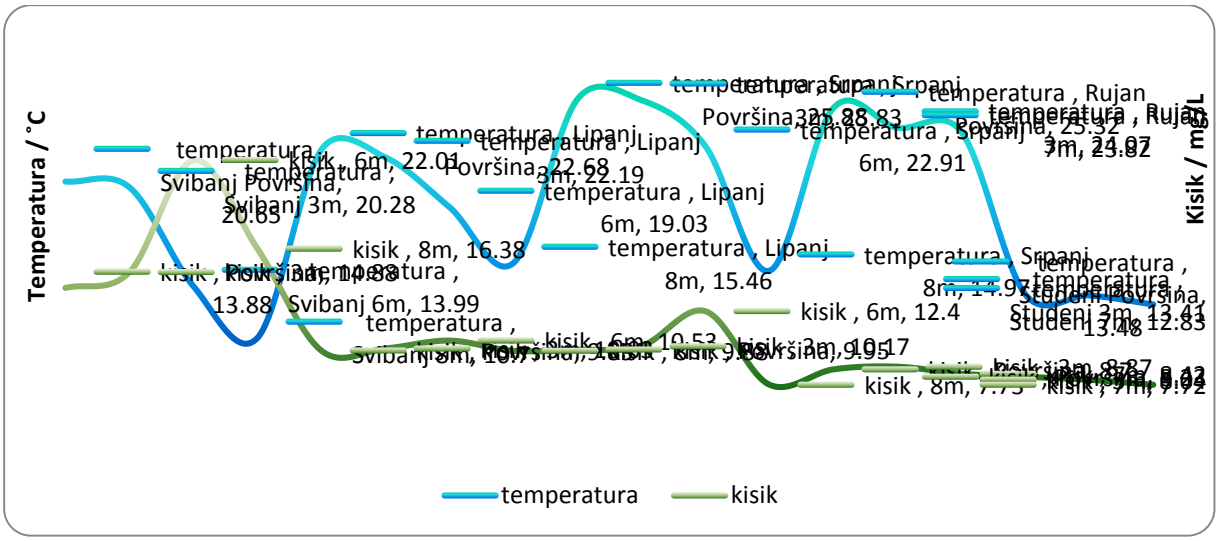
I na mjernoj postaji B2 masena koncentracija ne ovisi o dubini, osim u studenom gdje primjećujemo pad koncentracije s rastom dubine. Masena koncentracija kisika ne ovisi o dubini jezera. Veće koncentracije su utvrđene tijekom svibnja. Najniža masena koncentracija kisika (1,23 mg/L) je zabilježena u rujnu na dubini od 10m, a najviša (22,84 mg/L) u svibnju na 6 metara.



Slika 8. Odnos masene koncentracije kisika i temperature vode na mjernoj postaji B3.

Temperatura vode na mjernoj postaji B3 opada s dubinom jezera. Povišenje temperature se bilježi na površini, ponajviše u srpnju i rujnu, a nagli pad u studenom. Najniža zabilježena temperatura (12,83 ˚C) je u studenom na dubini od 6m, a najviša (26,21 ˚C) u srpnju na površini vode akumulacije.

U lipnju i rujnu masena koncentracija kisika na mjernoj postaji B3 ne ovisi o dubini jezera. Dok u svibnju i srpnju raste, a u studenom pada s porastom dubine. Povišene koncentracije su utvrđene u svibnju. Najniža masena koncentracija kisika (7,68 mg/L) je zabilježena u rujnu na površini vode akumulacije, a najviša (21,93 mg/L) u svibnju na 7 metara.

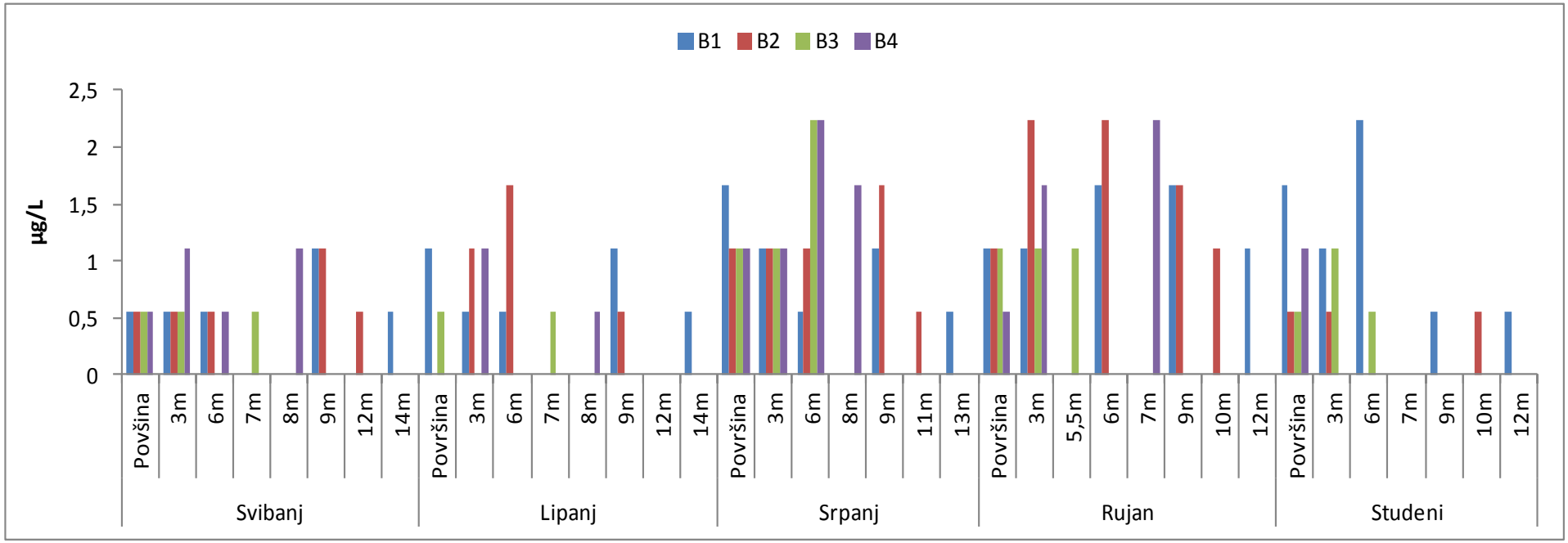


Slika 9. Odnos masene koncentracije kisika i temperature na mjernoj postaji B4.

Temperatura vode na mjernoj postaji B4 opada s dubinom jezera. Najveće temperature su zabilježene u srpnju i rujnu na površini akumulacije, dok se u studenom bilježi nagli pad. Najniža zabilježena temperatura (10,7 ˚C) je u svibnju na dubini od 8 metara, a najviša (25,88 ˚C) u srpnju na površini vode akumulacije.

Masena koncentracija kisika na mjernoj postaji B4 ne ovisi o dubini jezera, osim u studenom kada koncentracija pada s porastom dubine. Povišene koncentracije su utvrđene u svibnju. Najniža masena koncentracija kisika (7,72 mg/L) je zabilježena u studenom na 7 metara, a najviša (22,01 mg/L) je u svibnju na dubini od 6 metara.

4.1.3. Klorofil *a*



Slika 11. Odnos masene koncentracije klorofila *a* na svim mjernim postajama (B1, B2, B3, B4).

Najniža masena koncentracija klorofila *a* (0,55 µg/L) zabilježena je u svibnju na mjernoj postaji B1 (površina, 3 metara, 6 metara i 14 metara) na mjernoj postaji B2 (površina, 3 metara, 6 metara i 12 metara) na mjernoj postaji B3 (površina, 3 metara i 7 metara) te na mjernoj postaji B4 (površina i 6 metara). U lipnju je ista koncentracija zabilježena na mjernoj postaji B1 (3 metara, 6 metara i 14 metara), na mjernoj postaji B2 (na dubini od 9 metara), na mjernoj postaji B3 (površina i na dubini od 7 metara) te na mjernoj postaji B4 (na dubini od 8 metara). U srpnju je najniža masena koncentracija klorofila a zabilježena na mjernoj postaji B1 (6 metara i 13 metara) te na mjernoj postaji B2 (11 metara). Dok se u rujnu pojavljuje samo na mjernoj postaji B4 i to na površini. U studenom se pojavljuje na mjernoj postaji B1 (9 i 12 metara), na mjernoj postaji B2 (površina, 3 metara i 10 metara) te na mjernoj postaji B3 (površina i 6 metara).

Najviša masena koncentracija klorofila *a* (2,23 µg/L) zabilježena je u srpnju na mjernoj postaji B3 (6 metara) i na mjernoj postaji B4 (na dubini od 6 metara). U rujnu je ista koncentracija zabilježena na mjernoj postaji B2 (3 metara i 6 metara) te na mjernoj postaji B4 (na dubini od 7 metara). Dok je u studenom najviša masena koncentracija klorofila a (2,23 µg/L) zabilježena na mjernoj postaji B1 (na dubini od 6 metara) (slika 11.).

4.1.4. Ortofosfati i ukupni fosfati

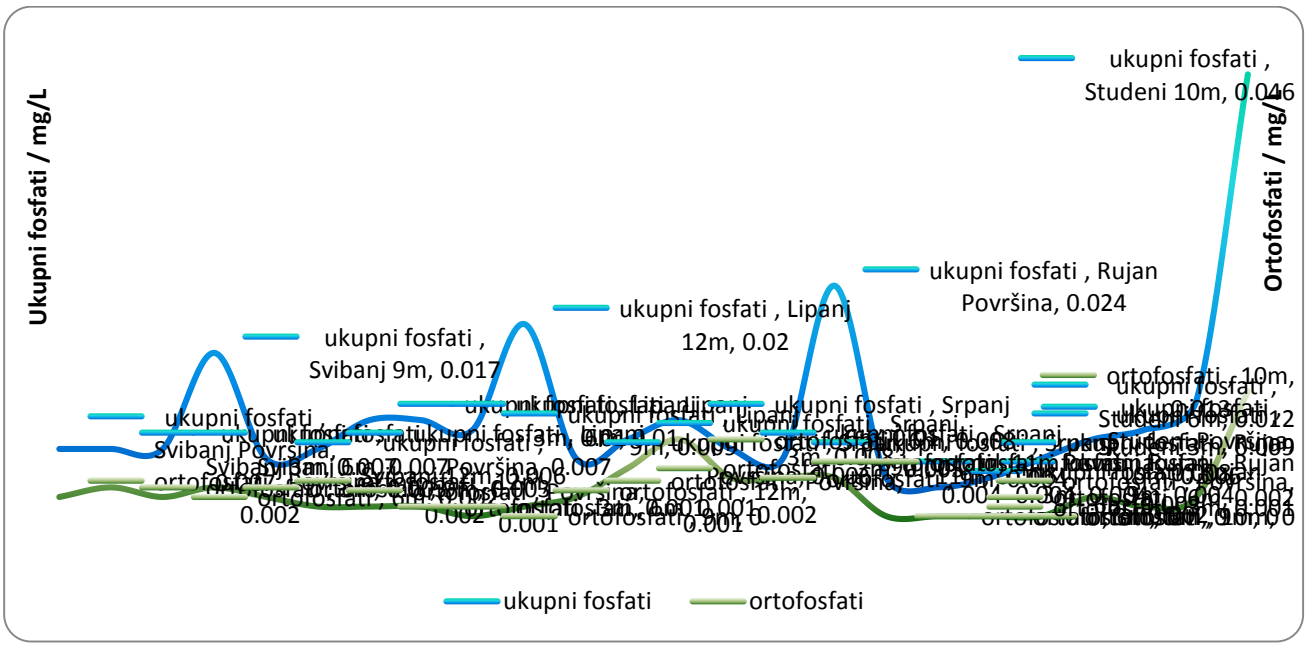
Masena koncentracija ortofosfata i ukupnih fosfata prikazana je na slikama. Odnos masenih koncentracija ortofosfata i ukupnih fosfata je prikazan grafički.



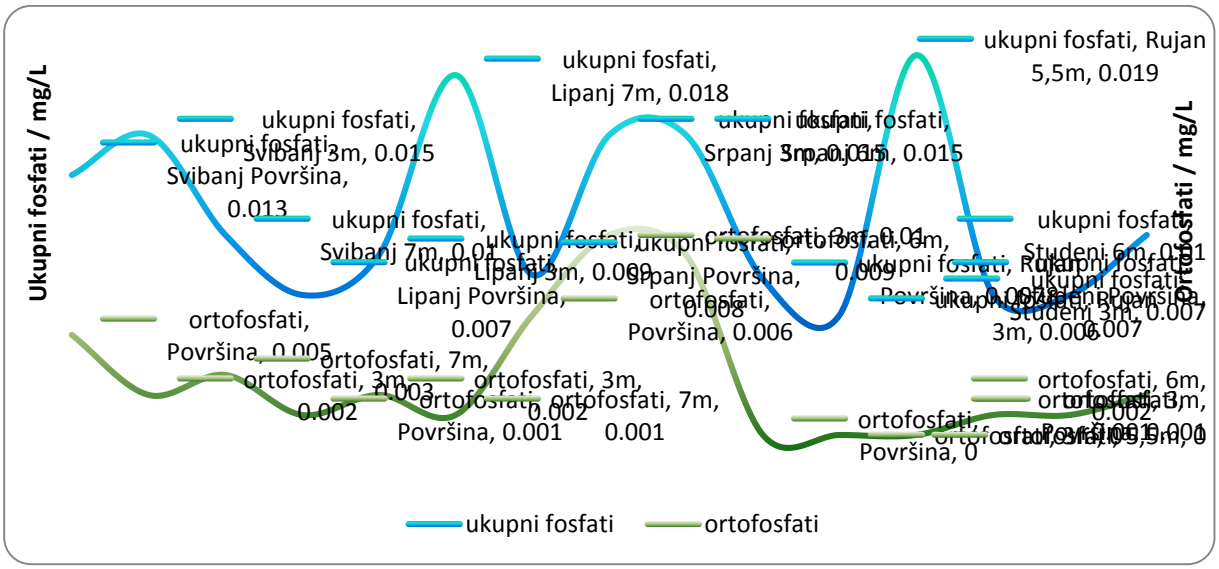
Slika 11. Odnos masenih koncentracija ortofosfata i ukupnih fosfata na mjernoj postaji B1.

Najniža masena koncentracija ukupnih fosfata (0,003 mg/L) je zabilježena u rujnu na površini i na dubini od 3m. Tijekom cijelog istraživanja se mogu primjetiti manje vrijednosti jedino tijekom rujna, a na analitičkoj nuli se nalaze na 9 metara u rujnu. Ukupni fosfati imaju jedan maksimum (0,072 mg/L) tijekom studenog na dubini od 12 metara. Veće koncentracije utvrđene su u gotovo svim mjesecima i u svim slojevima vode .

Za razliku od ukupnih fosfata, za ortofosfate se većinom mogu primjetiti manje vrijednosti tijekom cijelog istraživanja. Najniža masena koncentracija ortofosfata (0,001 mg/L) je zabilježena u lipnju na površini i na dubini od 12 m, a na analitičkoj nuli su tijekom lipnja i rujna. Imaju jedan maksimum (0,017 mg/L) tijekom studenog na dubini od 12 metara. Visoke vrijednosti (0,007 mg/L) se pojavljuju tijekom srpnja na 3 i 6 m i tijekom studenog na 9 metara.


Ukupni fosfati / mg/L
Ortofosfati / mg/L
ukupni fosfati , Studeni 10m, 0.046
ukupni fosfati , Rujan Površina, 0.024
ukupni fosfati , Lipanj 12m, 0.02
ukupni fosfati , Svibanj 9m, 0.017
ukupni fosfati
ukupni fosfati , Srpanj
ortofosfati , 10m,
ukupni fosfati
ukupni fosfati
ukupni fosfati

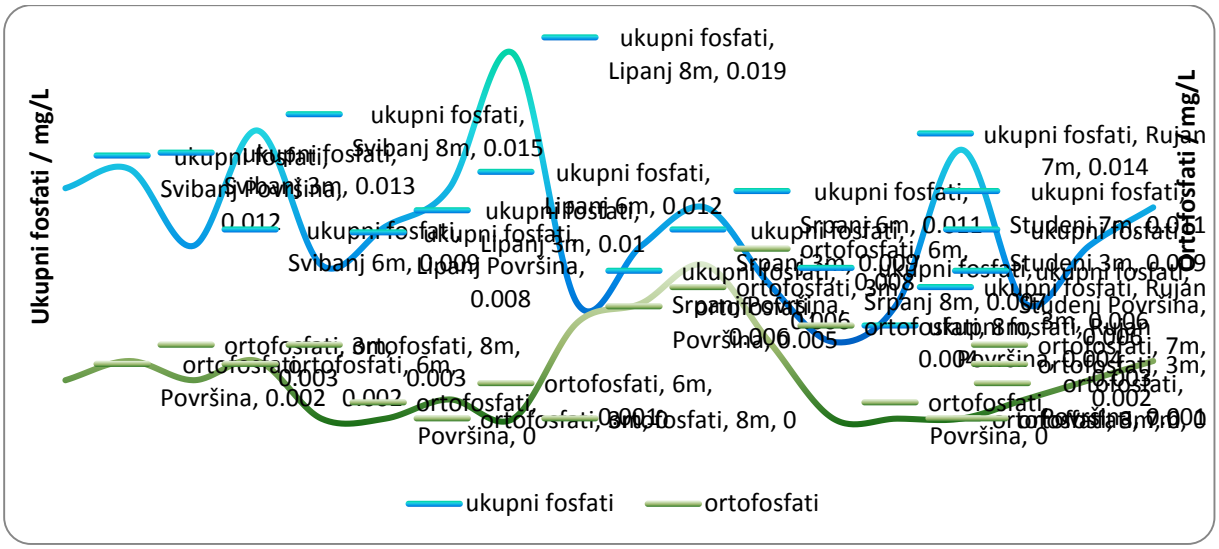
Kod ortofosfata su primjećene niske koncentracije u svim slojevima vode, osim u rujnu i studenom. U rujnu su ortofosfati na dubinama od 3, 6, 9 i 10 m na analitičkoj nuli, dok u studenom imaju jedan maksimum. Najniža masena koncentracija ortofosfata (0,001 mg/L) je zabilježena u lipnju na površini, na dubini od 3 m, 6 m i 12 m, te u studenom na dubini od 3 m. Najviša masena koncentracija ortofosfata (0,013 mg/L) je zabilježena u studenom na 10 metara.



Slika 13. Odnos masenih koncentracija ortofosfata i ukupnih fosfata na mjernoj postaji B3.

Primjećen je rast ukupnih fosfata s rastom dubine, osim u svibnju gdje koncentracija varira. Visoke koncentracije ukupnih fosfata utvrđene su u svim slojevima vode, a maksimum (0,019 mg/L) dostižu u rujnu na 5,5 metara. Najniža masena (0,006 mg/L) je zabilježena u rujnu na 3 metara.

Dok kod ortofosfata imamo koncentraciju koja varira, osim u rujnu gdje se nalazi na analitičkoj nuli. Najniža masena koncentracija ortofosfata (0,001 mg/L) je zabilježena u lipnju na površini i dubini od 7m, te u studenom na površini i dubini od 3 metara. Najviša masena koncentracija (0,01 mg/L) je zabilježena u srpnju na dubini od 3 metara.



Slika 14. Odnos masenih koncentracija ortofosfata i ukupnih fosfata na mjernoj postaji B4

Najniža masena koncentracija ortofosfata (0,001 mg/L) je zabilježena u lipnju na 6 metara i u studenom na površini, a najviša (0,008 mg/L) u srpnju na dubini od 6 metara. Tijekom rujna ortofosfati su na minumumu, odnosno na gotovo analitičkoj nuli.

Najniža masena koncentracija ukupnih fosfata (0,006 mg/L) je u srpnju i studenom na površini, te u rujnu na 3 metara. Najviša masena koncentracija ukupnih fosfata (0,019 mg/L) je zabilježena u lipnju na 8 metara. Veće koncentracije ukupnih fosfata utvrđene su u dubinskim slojevima vode tijekom cijelog istraživanja.

4.2. PLANKTON

Uzorci su sakupljeni na četiri mjerne postaje. U uzorcima su utvrđene četiri vrste skupine Cladocera: *Bosmina longirostris*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Ceriodaphnia reticulata*, *Daphnia longispina* i razvojni stadiji skupine Copepoda: naupliji, juvenilni i odrasli oblici Cyclopoida i Calanoida.

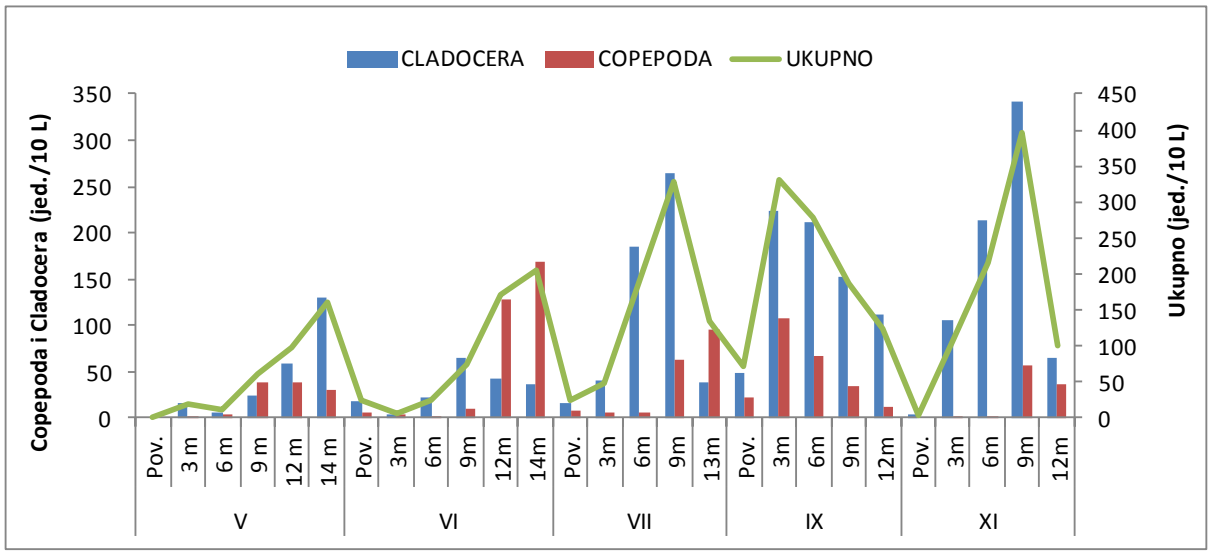
4.2.1. Brojnost planktonskih rakova

Brojnost planktonskih rakova prikazana je na slikama 15.–18. i u tablicama 5.–8.

Planktonski rakovi iz skupine Copepoda svoj maksimum u brojnosti jedinki na mjernoj postaji B1 dostižu u lipnju (na dubini od 14 m) s ukupno 169 jedinki u 10 litara, a najmanje jedinki bilo je tijekom studenog (na dubini od 3 m). Iz skupine Copepoda, tijekom cijelog razdoblja istraživanja dominiraju razvojni stadiji naupliji (Tablica 5.), koji maksimum brojnosti dostižu u lipnju (na dubini od 14 m) s ukupno 122 jed./10 L. Brojnost jedinki u svibnju, rujnu i studenom iz skupine Copepoda raste, pa pri većim dubinama počinje padati. Dok u lipnju i srpnju brojnost pada do 6 metara, pa pri većim dubinama počinje rasti.

Planktonski rakovi iz skupine Cladocera maksimum brojnosti dostižu u studenom (na dubini od 9 m) s 341 jed./10 L. Tijekom cijelog razdoblja istraživanja dominira vrsta *Ceriodaphnia* sp. (Tablica 5.) Brojnost jedinki iz skupine Cladocera u svibnju raste da bi se na 6 metara zabilježio pad, te poslije s porastom dubine rast. U lipnju je brojnost neovisna o dubini, dok u srpnju i studenom raste s dubinom, pa pri najvećim dubinama (12-13m) počinje padati. Brojnost jedinki u rujnu raste do 3 metara i onda s dubinom počinje padati.

Ukupna brojnost planktonskih rakova najveća je u studenom (na dubini od 9 m) s ukupno 397 jed./10 L. U svibnju i lipnju možemo uočiti pad u broju jedinki na 6 metara (svibanj) i 3 metara (lipanj), te se kasnije bilježi rast s porastom dubine. Brojnost jedinki u srpnju, rujnu i studenom raste, pa pri većim dubinama počinje padati (slika 15.).



Slika 15. Brojnost planktonskih rakova na mjernoj postaji B1.

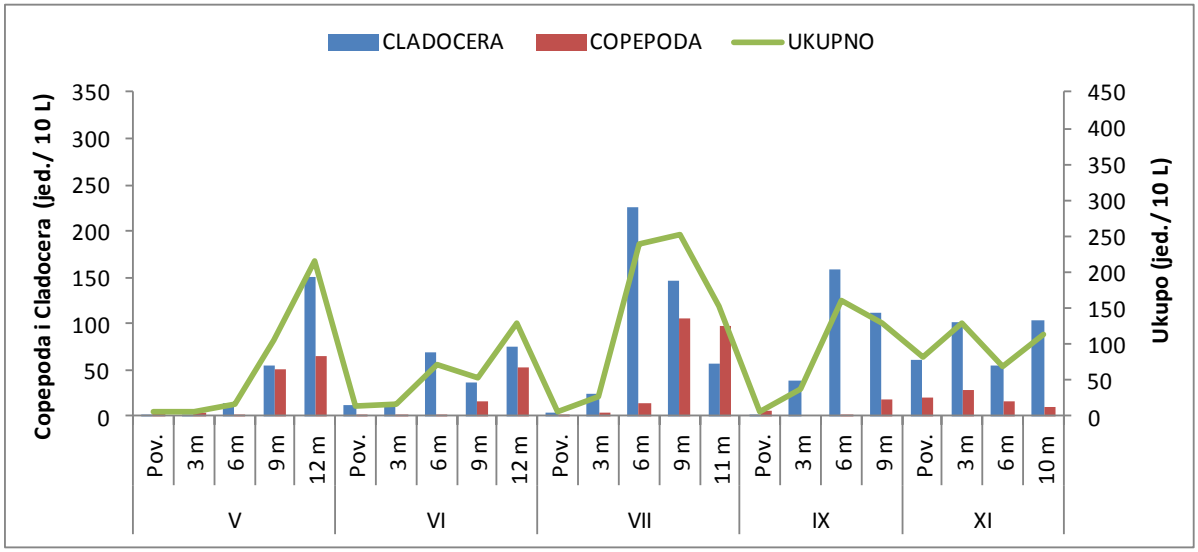
Tablica 5. Brojnost planktonskih rakova na mjernoj postaji B1 (jedinki/10 L).

	V						VI						VII					IX					XI				
B1	**Pov.**	**3 m**	**6 m**	**9 m**	**12 m**	**14 m**	**Pov.**	**3m**	**6m**	**9m**	**12m**	**14m**	**Pov.**	**3m**	**6m**	**9m**	**13m**	**Pov.**	**3m**	**6m**	**9m**	**12m**	**Pov.**	**3m**	**6m**	**9m**	**12m**
Bosmina longirostris		2	1	4	1	3						1		14	33	15	4	2	23	14	7	1	2	8	22	16	4
Diaphanosoma brachyurum																											
Ceriodaphnia sp.							1	1	6	7	2		2	23	149	215	17	47	196	195	143	110	1	97	192	321	59
Daphnia sp.		15	6	20	58	128	18	2	16	57	40	36	14	4	4	35	18		4	2	2	1				4	2
CLADOCERA	0	17	7	24	59	131	19	3	22	64	42	37	16	41	186	265	39	49	223	211	152	112	3	105	214	341	65
Calanoida (copepoditi)			2	18	16	5	6	3	2	9	41	43	2	1	2	25	41	6	39	27	26	5			2	13	22
Calanoida (adult)		2	1	5	12	19				1	9	3		1		3	2		24	18	3	1				19	6
Cyclopoida (copepoditi)						1					5	1				3	2		1			1				4	
Cyclopoida (adult)						1				1				2	2	5	1									3	
Nauplii			1	15	11	5					73	122	6	3	3	26	49	16	43	22	5	5		1		17	8
COPEPODA	0	2	4	38	39	31	6	3	2	11	128	169	8	7	7	62	95	22	107	67	34	12	0	1	2	56	36
UKUPNO	0	19	11	62	98	162	25	6	24	75	170	206	24	48	193	327	134	71	330	278	186	124	3	106	216	397	101

Planktonski rakovi iz skupine Copepoda maksimum brojnosti na mjernoj postaji B2 dostižu u srpnju (na dubini od 9 m) s ukupno 105 jed./10 L, a najmanje jedinki bilo je tijekom svibnja (na dubini od 6 m), lipnja (površina, 3m i 6 m), srpnja (površina) i rujna (na dubini od 6 m). Iz skupine Copepoda, tijekom cijelog razdoblja istraživanja dominiraju razvojni stadiji naupliji, koji maksimum brojnosti dostižu u srpnju (na dubini od 11 m) s ukupno 75 jed./10 L (Tablica 6.). Brojnost jedinki iz skupine Copepoda u svibnju i rujnu bilježi pad na 6 metara, pa s porastom dubine počinje rasti. U srpnju i studenom se bilježi rast, pa pri većim dubinama brojnost opada. Brojnost Copepoda u lipnju raste s porastom dubine.

Planktonski rakovi iz skupine Cladocera svoj maksimum brojnosti dostižu u srpnju (na dubini od 6 m) s ukupno 225 jed./10 L. Iz skupine Cladocera, tijekom cijelog razdoblja istraživanja dominira vrsta *Ceriodaphnia* sp., koja maksimum u brojnosti ima u srpnju (na dubini od 3 m): 185 jed./10 L (Tablica 6.). Brojnost jedinki iz skupine Cladocera se povećava s dubinom u svibnju. U srpnju i rujnu se uočava nagli rast, pa pad pri većim dubinama. U lipnju i studenom brojnost jedinki je neovisna o dubini.

Ukupna brojnost planktonskih rakova najveća je u srpnju (na dubini od 9 m) 251 jed./10 L. Brojnost jedinki u svibnju raste s dubinom, dok je u lipnju i studenom neovisna o dubini. U srpnju i rujnu brojnost jedinki se povećava s dubinom, pa pri većim dubinama opada (slika 16.).



Slika 16. Brojnost planktonskih rakova na mjernoj postaji B2.

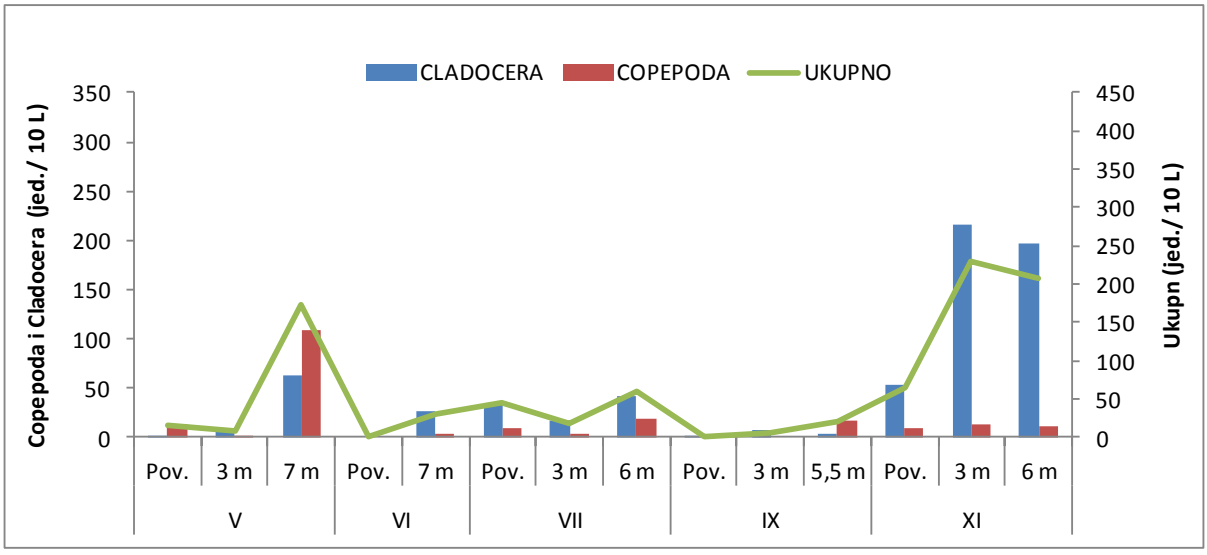
Tablica 6. Brojnost planktonskih rakova na mjernoj postaji B2 (jedinki/10 L).

	V.					VI.					VII.					IX.				XI.			
B2	**Pov.**	**3 m**	**6 m**	**9 m**	**12 m**	**Pov.**	**3 m**	**6 m**	**9 m**	**12 m**	**Pov.**	**3 m**	**6 m**	**9 m**	**11 m**	**Pov.**	**3 m**	**6 m**	**9 m**	**Pov.**	**3 m**	**6 m**	**10 m**
Bosmina longirostris				5	5		1		1		3	9	34	9	4		2	28	11	4	2	2	7
Diaphanosoma brachyurum																							
Ceriodaphnia sp.						2	4	12	1		1	15	185	84	15	1	36	129	99	57	98	51	94
Daphnia sp.	2	2	15	50	146	10	9	57	34	76			6	53	38			1	2		1	1	2
CLADOCERA	2	2	15	55	151	12	14	69	36	76	4	24	225	146	57	1	38	158	112	61	101	54	103
Calanoida (copepoditi)	3	3	1	15	23	2	1		13	51	2		2	20	15				8	16	16	8	6
Calanoida (adult)				7	19					1			2	14	4				4	1	12	3	3
Cyclopoida (copepoditi)					1		1	2	4	1		1	5	4	1	5		1	1			2	
Cyclopoida (adult)					1							2	4	3	2								
Nauplii	1	1	1	28	20							1	2	64	75	1		1	5	3		3	1
COPEPODA	4	4	2	50	64	2	2	2	17	53	2	4	15	105	97	6	0	2	18	20	28	16	10
UKUPNO	6	6	17	105	215	14	16	71	53	129	6	28	240	251	154	7	38	160	130	81	129	70	113

Planktonski rakovi iz skupine Copepoda maksimum brojnosti na mjernoj postaji B3 imaju u svibnju (na dubini od 7 m) 109 jed./10 L, a najmanje jedinki bilo je također u svibnju (na dubini od 3 m) 2 jed./10 L. Iz skupine Copepoda, tijekom cijelog razdoblja istraživanja dominiraju razvojni stadiji kopepoditi Calanoida s maksimumom u svibnju na dubini od 7 m: 30 jed./10 L (Tablica 7.). U svibnju i srpnju brojnost jedinki pada s dubinom, pa se pri dubini od 6-7 metara bilježi rast. U lipnju i rujnu jedinke se pojavljuju samo pri najvećim dubinama, a u studenom polagano raste s dubinom pa se pri 6 metara bilježi pad.

Planktonski rakovi iz skupine Cladocera maksimum brojnosti imaju u studenom (na dubini 3 m) s ukupno 216 jed./10 L. Iz skupine Cladocera dominira vrsta *Ceriodaphnia* sp., koja najveću brojnost dostiže u studenom na dubini od 6 m s ukupno 157 jed./10 L. Brojnost jedinki iz skupine Cladocera se povećava s dubinom tijekom svibnja. U rujnu i studenom se brojnost jedinki povećava s dubinom i onda pri najvećoj dubini pada. Brojnost jedinki u srpnju se smanjuje s dubinom, pa se pri dubini od 6 metara povećava. U lipnju se jedinke pojavljuju samo na dubini od 7 metara.

Ukupna brojnost planktonskih rakova najveća je u studenom (na dubini od 3 m): 229 jed./10 L. Jedino u rujnu brojnost jedinki raste s dubinom. U svibnju i srpnju brojnost jedinki opada s dubinom, pa se pri najvećim dubinama povećava, dok se u studenom povećava brojnost s dubinom i pri 6 metara opada. U lipnju se jedinke učitavaju samo na dubini od 7 metara (slika 17.).



Slika 17. Brojnost planktonskih rakova na mjernoj postaji B3.

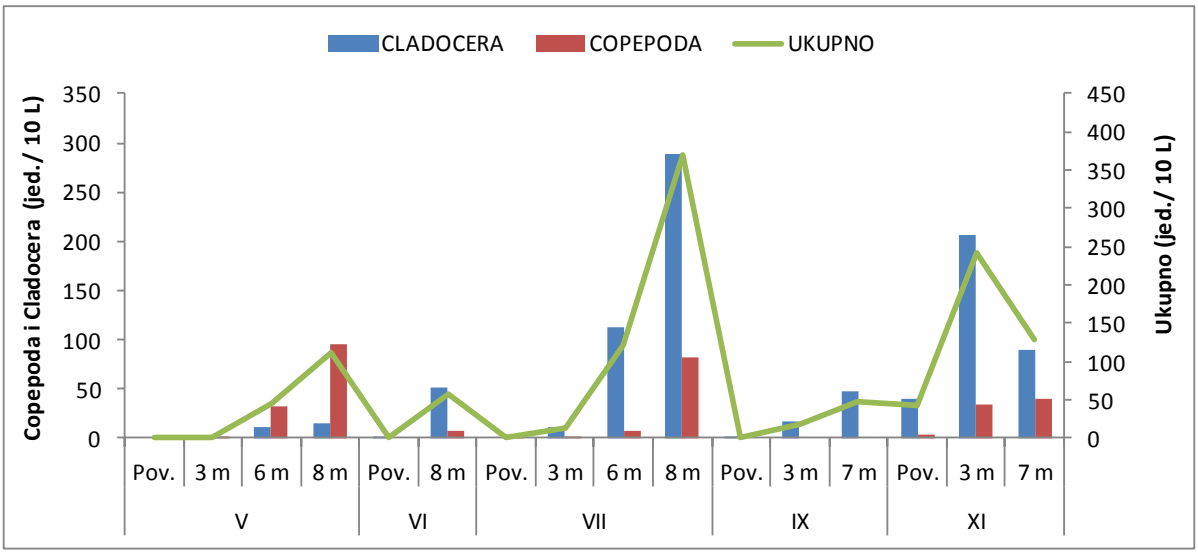
Tablica 7. Brojnost planktonskih rakova na mjernoj postaji B3 (jedinki/10 L).

	V.			VI.		VII.			IX.			XI.		
B3	**Pov.**	**3 m**	**7 m**	**Pov.**	**7 m**	**Pov.**	**3 m**	**6 m**	**Pov.**	**3 m**	**5,5 m**	**Pov.**	**3 m**	**6 m**
Bosmina longirostris	1	7	6		4	1	4	4			2	27	62	37
Diaphanosoma brachyurum												1	3	1
Ceriodaphnia sp.					1	33	12	38	1	7	1	25	150	157
Daphnia sp.	1		57		21	1						1	1	1
CLADOCERA	2	7	63	0	26	35	16	42	1	7	3	54	216	196
Calanoida (copepoditi)	7		30		2	6		3				5	6	6
Calanoida (adult)	3		29			2		5				5	5	5
Cyclopoida (copepoditi)					2			4			13			
Cyclopoida (adult)	1	1						3			2			
Nauplii	2	1	50			1	3	3			2		2	
COPEPODA	13	2	109	0	4	9	3	18	0	0	17	10	13	11
UKUPNO	15	9	172	0	30	44	19	60	1	7	20	64	229	207

Planktonski rakovi iz skupine Copepoda svoj maksimum u brojnosti jedinki na mjernoj postaji B4 dostižu u svibnju (na dubini od 8 m) s ukupno 96 jedinki u 10 litara, a najmanje jedinki bilo je tijekom svibnja (na dubini od 3 m) i srpnja (površina): 1 jed./10 L. Iz skupine Copepoda, tijekom cijelog razdoblja istraživanja dominiraju razvojni stadiji kopepoditi Calanoida, koji maksimum imaju u srpnju (na dubini od 8 m) s 61 jed./10 L (Tablica 8.). Brojnost jedinki iz skupine Copepoda se povećava s dubinom tijekom svibnja, srpnja i studenog. U lipnju se jedinke pojavljuju samo na dubini od 8 metara, dok u rujnu nema predstavnika ove skupine.

Planktonski rakovi iz skupine Cladocera najveću brojnost dostižu u srpnju (na dubini od 8 m): ukupno 289 jed./10 L. Iz skupine Cladocera, tijekom cijelog razdoblja istraživanja dominira vrsta *Ceriodaphnia* sp., koja maksimum ima u srpnju na dubini od 8 m: 272 jed./10 L (Tablica 8.). Brojnost jedinki iz skupine Cladocera se povećava s dubinom tijekom svibnja, lipnja, srpnja i rujna. U studenom se brojnost jedinki povećava s dubinom, pa pri dubini od 7 metara pada.

Ukupna brojnost planktonskih rakova najveća je u srpnju (na dubini od 8 m): 371 jed./10 L. Brojnost jedinki planktonskih rakova se povećava s dubinom tijekom svibnja, lipnja, srpnja i rujna. U studenom se povećava brojnost jedinki, pa pri dubini od 7 metara pada (Slika 18.).



Slika 18. Brojnost planktonskih rakova na mjernoj postaji B4.

Tablica 8. Brojnost planktonskih rakova na mjernoj postaji B4 (jedinki/10 L).

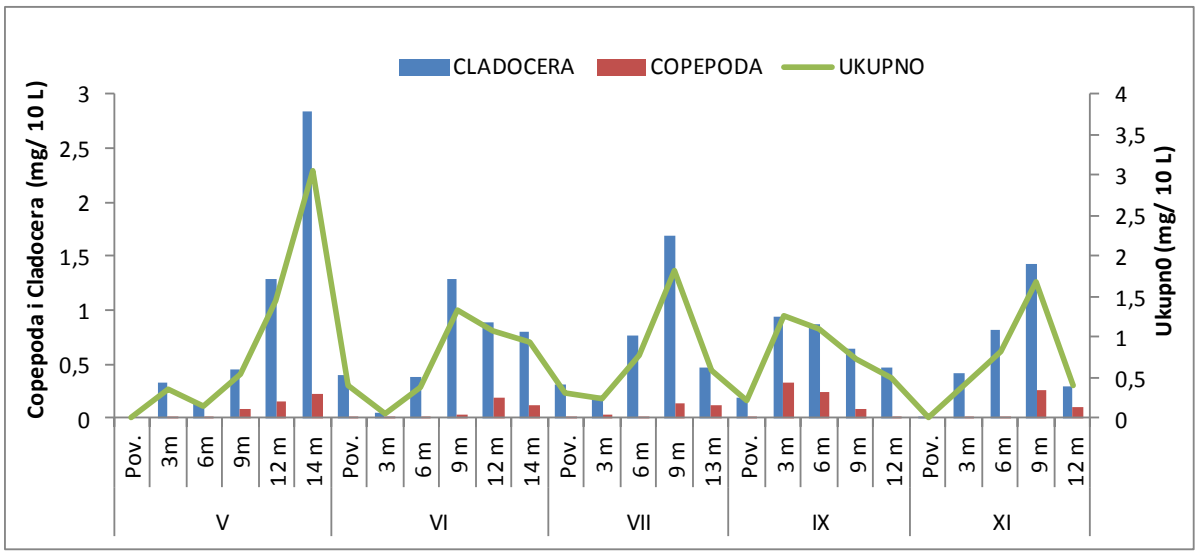
	V.				VI.		VII.				IX.			XI.		
B4	**Pov.**	**3 m**	**6 m**	**8 m**	**Pov.**	**8 m**	**Pov.**	**3 m**	**6 m**	**8 m**	**Pov.**	**3 m**	**7 m**	**Pov.**	**3 m**	**7 m**
Bosmina longirostris			8	11				4	27	12		4	5	19	11	16
Diaphanosoma brachyurum														1		1
Ceriodaphnia sp.						11		8	86	272	1	13	43	20	196	71
Daphnia sp.		1	4	4	2	40				5						1
CLADOCERA	0	1	12	15	2	51	0	12	113	289	1	17	48	40	207	89
Calanoida (copepoditi)			7	22		6		2	7	61					17	12
Calanoida (adult)				12						7				1	15	24
Cyclopoida (copepoditi)		1	3	2		1				8						
Cyclopoida (adult)				1						1						
Nauplii			22	59			1		1	5				2	3	4
COPEPODA	0	1	32	96	0	7	1	2	8	82	0	0	0	3	35	40
UKUPNO	0	2	44	111	2	58	1	14	121	371	1	17	48	43	242	129

4.2.2. Biomasa planktonskih rakova

Planktonski rakovi iz skupine Copepoda svoju najveću biomasu na mjernoj postaji B1 dostižu u rujnu (na dubini od 3 m) s ukupno 0,333 mg/10 L, a najmanja biomasa bila je tijekom studenog (na dubini od 3 m) s ukupno 0,01 µg/10 L. Iz skupine Copepoda, tijekom cijelog razdoblja istraživanja dominira adultni stadij vrste *Eudiaptomus gracilis*, koja maksimum u biomasi dostiže u rujnu (na dubini od 3 m) s ukupno 0,245 mg/10 L (Tablica 9.). Biomasa skupine Copepoda ne mijenja se pravilno s dubinom.

Planktonski rakovi iz skupine Cladocera maksimum u biomasi dostižu u svibnju (na dubini od 14 m) s ukupno 2,847 mg/10 L, a najmanja biomasa bila je tijekom studenog (površina) s ukupno 7,7 µg/10 L. Iz skupine Cladocera dominira vrsta *Daphnia longispina*, koja maksimum u biomasi dostiže u svibnju (na dubini od 14 m) s ukupno 2,842 mg/10 L (Tablica 9.). Biomasa skupine Cladocera nema posebni obrazac s dubinom.

Ukupna biomasa planktonskih rakova najveća je u svibnju (na dubini od 14 m) s ukupno 3,064 mg/10 L. Ne može se uočiti pravilnost obzirom na dubinu (Slika 19.).



Slika 19. Biomasa planktonskih rakova na mjernoj postaji B1.

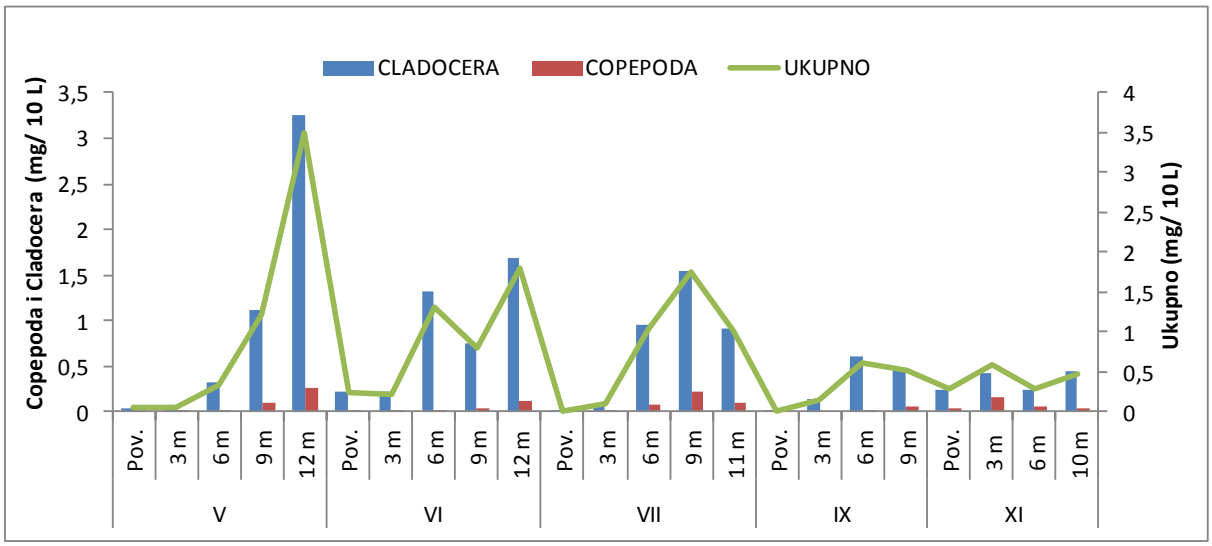
Tablica 9. Biomasa planktonskih rakova na mjernoj postaji B1 (µg/10 L).

	V						VI						VII					IX					XI				
B1	**Pov.**	**3m**	**6m**	**9m**	**12 m**	**14 m**	**Pov.**	**3 m**	**6 m**	**9 m**	**12 m**	**14 m**	**Pov.**	**3 m**	**6 m**	**9 m**	**13 m**	**Pov.**	**3 m**	**6 m**	**9 m**	**12 m**	**Pov.**	**3 m**	**6 m**	**9 m**	**12 m**
Bosmina longirostris		3,6	1,8	7,2	1,8	5,4						1,8		25,2	59,4	27	7,2	3,6	41,4	25,2	12,6	1,8	3,6	14,4	39,6	28,8	7,2
Diaphanosoma brachyurum																											
Ceriodaphnia reticulata							4,1	4,1	24,6	28,7	8,2		8,2	94,3	610,9	881,5	69,7	192,7	803,6	799,5	586,3	451	4,1	397,7	787,2	1316	241,9
Daphnia longispina		333	133,2	444	1288	2842	399,6	44,4	355,2	1265	888	799,2	310,8	88,8	88,8	777	399,6		88,8	44,4	44,4	22,2				88,8	44,4
CLADOCERA		336,6	135	451,2	1289	2847	403,7	48,5	379,8	1294	896,2	801	319	208,3	759,1	1686	476,5	196,3	933,8	869,1	643,3	475	7,7	412,1	826,8	1434	293,5
Eudiaptomus gracilis (copepoditi)			4,4	39,6	35,2	11	13,2	6,6	4,4	19,8	90,2	94,6	4,4	2,2	4,4	55	90,2	13,2	85,8	59,4	57,2	11			4,4	28,6	48,4
Eudiaptomus gracilis (adult)		20,4	10,2	51	122,4	193,8				10,2	91,8	30,6		10,2		30,6	20,4		244,8	183,6	30,6	10,2				193,8	61,2
Cyclops abyssorum (copepoditi)						2,2					11	2,2				6,6	4,4		2,2			2,2				8,8	
Cyclops abyssorum (adult)						10,3				10,3				20,6	20,6	51,5	10,3									30,9	
Nauplii			0,01	0,15	0,11	0,05					0,73	1,22	0,06	0,03	0,03	0,26	0,49	0,16	0,43	0,22	0,05	0,05		0,01		0,17	0,08
COPEPODA		20,4	14,61	90,75	157,7	217,4	13,2	6,6	4,4	40,3	193,7	128,6	4,46	33,03	25,03	144	125,8	13,36	333,2	243,2	87,85	23,45		0,01	4,4	262,3	109,7
UKUPNO		357	149,6	542	1447	3064	416,9	55,1	384,2	1334	1090	929,6	323,5	241,3	784,1	1829	602,3	209,7	1267	1112	731,2	498,5	7,7	412,1	831,2	1696	403,2

Planktonski rakovi iz skupine Copepoda maksimum u biomasi na mjernoj postaji B2 dostižu u svibnju (na dubini od 12 m) s ukupno 0,257 mg/10 L, a najmanje jedinki bilo je tijekom svibnja (na dubini od 6 m) i rujna (na dubini od 6 m) s ukupno 2,21 µg/10 L. Iz skupine Copepoda, tijekom cijelog razdoblja istraživanja dominira adultni stadij vrste *Eudiaptomus gracilis* (Tablica 10.), koja maksimum u biomasi dostiže u svibnju (na dubini od 12 m) s ukupno 0,194 mg/10 L. Biomasa iz skupine Copepoda se povećava s dubinom jedino u lipnju. U svibnju i rujnu biomasa pada s dubinom, pa pri većim dubinama počinje rasti. Biomasa u srpnju i studenom raste s dubinom, pa pri najvećim dubinama opada.

Planktonski rakovi iz skupine Cladocera maksimum u biomasi dostiže u svibnju (na dubini od 12 m) s ukupno 3,250 mg/10 L, a najmanje biomase bilo je tijekom rujna (4,1 µg) na površini. Iz skupine dominira vrsta *Daphnia longispina* (Tablica 10.), koja maksimum u biomasi dostiže u svibnju (na dubini od 12 m) s ukupno 3,241 mg/10L. U svibnju biomasa raste s dubinom, dok u srpnju i rujnu biomasa raste, pa pri najvećim dubinama opada.

Ukupna biomasa planktonskih rakova najveća je u svibnju (na dubini od 12 m) s ukupno 3,507 mg/10 L. U svibnju se biomasa povećava s dubinom, dok u ostalim mjesecima biomasa nema uočljivih pravilnosti obzirom na dubinu (slika 20.).



Slika 20. Biomasa planktonskih rakova na mjernoj postaji B2.

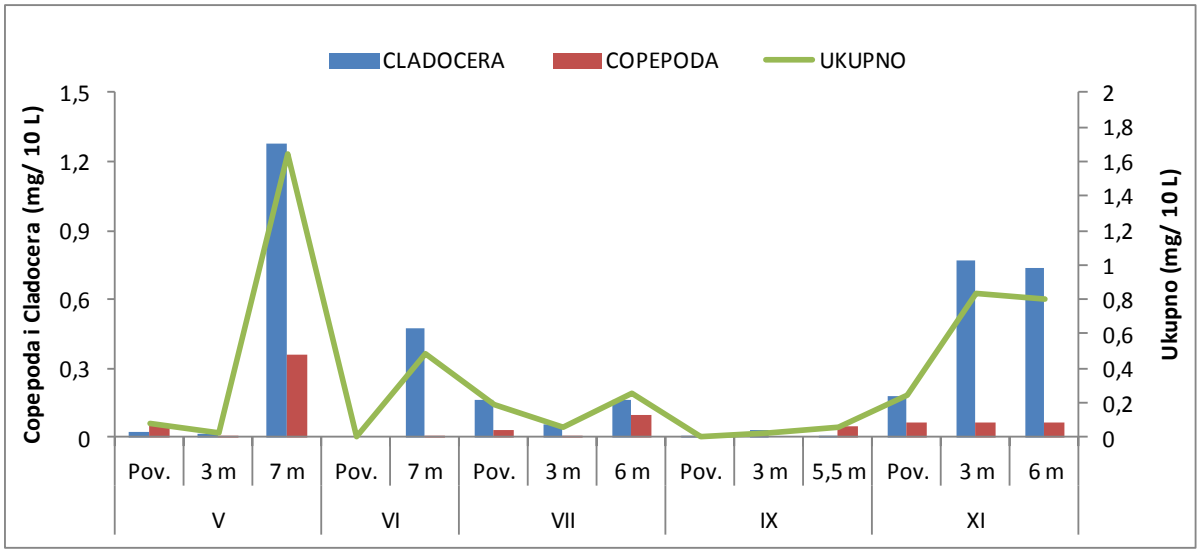
Tablica 10. Biomasa planktonskih rakova na mjernoj postaji B2 (µg/10 L).

	V					VI					VII					IX				XI			
B2	Pov.	3 m	6 m	9 m	12 m	Pov.	3 m	6 m	9 m	12 m	Pov.	3 m	6 m	9 m	11 m	Pov.	3 m	6 m	9 m	Pov.	3 m	6 m	10 m
Bosmina longirostris				9	9		1,8		1,8		5,4	16,2	61,2	16,2	7,2		3,6	50,4	19,8	7,2	3,6	3,6	12,6
Diaphanosoma brachyurum																							
Ceriodaphnia reticulata						8,2	16,4	49,2	4,1		4,1	61,5	759	344	61,5	4,1	148	529	406	234	402	209	385
Daphnia longispina	44,4	44,4	333	1110	3241	222	200	1265	755	1687			133	1177	844			22,2	44,4		22,2	22,2	44,4
CLADOCERA	44,4	44,4	333	1119	3250	230	218	1315	761	1687	9,5	77,7	953	1537	912	4,1	151	602	470	241	428	235	442
Eudiaptomus gracilis (copepoditi)	6,6	6,6	2,2	33	50,6	4,4	2,2		28,6	112	4,4		4,4	44	33				17,6	35,2	35,2	17,6	13,2
Eudiaptomus gracilis (adult)				71,4	194					10,2			20,4	143	40,8				40,8	10,2	122	30,6	30,6
Cyclops abyssorum (copepoditi)					2,2		2,2	4,4	8,8	2,2		2,2	11	8,8	2,2	11		2,2	2,2			4,4	
Cyclops abyssorum (adult)					10,3							20,6	41,2	30,9	20,6								
Nauplii	0,01	0,01	0,01	0,28	0,2							0,01	0,02	0,64	0,75	0,01		0,01	0,05	0,03		0,03	0,01
COPEPODA	6,61	6,61	2,21	105	257	4,4	4,4	4,4	37,4	125	4,4	22,8	77	227	97,4	11		2,21	60,7	45,4	158	52,6	43,8
UKUPNO	51	51	335	1224	3507	235	222	1319	798	1812	13,9	101	1030	1764	1010	15,1	151	604	531	286	585	288	486

Planktonski rakovi iz skupine Copepoda maksimum u biomasi na mjernoj postaji B3 dostižu u svibnju (na dubini od 7 m) s ukupno 0,36 mg/10 L, a najmanje biomase bilo je tijekom srpnja (na dubini od 3 m) s ukupno 0,03 µg/10 L. Iz skupine Copepoda, tijekom cijelog razdoblja istraživanja dominira adultni stadij vrste *Eudiaptomus gracilis* (Tablica 11.), koji maksimum u biomasi dostiže u svibnju (na dubini od 7 m) s ukupno 295,8 µg. Biomasa u svibnju i srpnju pada s porastom dubine, pa pri najvećim dubinama počinje rasti. Tijekom lipnja i rujna jedinke se pojavljuju samo na najvećoj dubini, dok u studenom biomasa na početku raste, pa pri dubini od 6 metara dolazi do malog pada.

Planktonski rakovi iz skupine Cladocera maksimum u biomasi dostižu u svibnju (na dubini od 7 m) s ukupno 1,276 mg/10 L, a najmanje biomase bilo je tijekom rujna (površina) s ukupno 4,1 µg. Iz skupine Cladocera dominira vrsta *Daphnia longispina*, koja maksimum u biomasi dostiže u svibnju (na dubini od 7 m) s ukupno 1,265 mg/10 L (Tablica 11.). Biomasa u svibnju i srpnju pada s porastom dubine, pa pri najvećoj dubini raste. U rujnu i studenom biomasa raste s dubinom, pa na dubini oko 6 metara pada. Jedinke skupine Cladocera se u lipnju pojavljuju samo na dubini od 7 metara.

Ukupna biomasa planktonskih rakova najveća je u svibnju (na dubini od 7 m) s ukupno 1,639 mg/10 L. U svibnju i srpnju biomasa pada s porastom dubine, pa pri najvećim dubinama raste. Biomasa u studenom raste s dubinom, pa na najvećoj dubini opada. Jedino u rujnu biomasa jedinki raste s dubinom, dok se u lipnju jedinke pojavljuju jedino na 7 m dubine (Slika 21.).



Slika 21. Biomasa planktonskih rakova na mjernoj postaji B3.

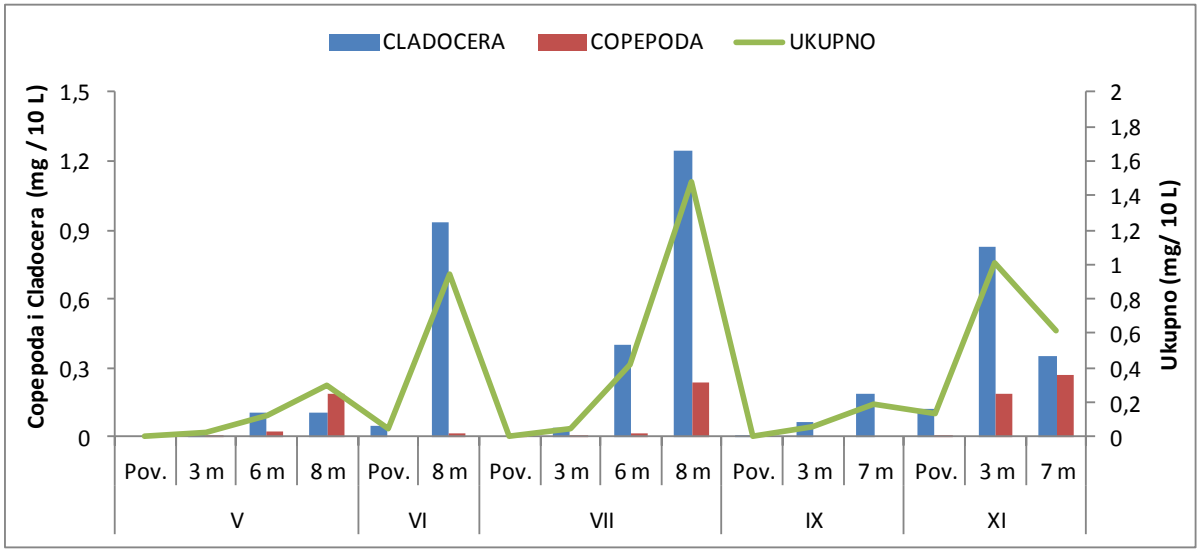
Tablica 11. Biomasa planktonskih rakova na postaji B3 (µg/10 L)

	V			VI		VII			IX			XI		
B3	**Pov.**	**3 m**	**7 m**	**Pov.**	**7 m**	**Pov.**	**3 m**	**6 m**	**Pov.**	**3 m**	**5,5 m**	**Pov.**	**3 m**	**6 m**
Bosmina longirostris	1,8	12,6	10,8		7,2	1,8	7,2	7,2			3,6	48,6	111,6	66,6
Diaphanosoma brachyurum												7	21	7
Ceriodaphnia reticulata					4,1	135,3	49,2	155,8	4,1	28,7	4,1	102,5	615	643,7
Daphnia longispina	22,2		1265		466,2	22,2						22,2	22,2	22,2
CLADOCERA	24	12,6	1276		477,5	159,3	56,4	163	4,1	28,7	7,7	180,3	769,8	739,5
Eudiaptomus gracilis (copepoditi)	15,4		66		4,4	13,2		6,6				11	13,2	13,2
Eudiaptomus gracilis (adult)	30,6		295,8			20,4		51				51	51	51
Cyclops abyssorum (copepoditi)					4,4			8,8			28,6			
Cyclops abyssorum (adult)	10,3	10,3						30,9			20,6			
Nauplii	0,02	0,01	0,5			0,01	0,03	0,03			0,02		0,02	
COPEPODA	56,32	10,31	362,3		8,8	33,61	0,03	97,33			49,22	62	64,22	64,2
UKUPNO	80,32	22,91	1639		486,3	192,9	56,43	260,3	4,1	28,7	56,92	242,3	834	803,7

Planktonski rakovi iz skupine Copepoda maksimum u biomasi na mjernoj postaji B4 dostižu u studenom (na dubini od 7 m) s ukupno 0,271 mg/10 L, a najmanja biomasa (0,01 µg) utvrđena je tijekom srpnja (površina). Iz skupine Copepoda, tijekom cijelog razdoblja istraživanja dominiraju odrasle jedinke vrste *Eudiaptomus gracilis* (Tablica 9.), koja maksimum u biomasi jedinki dostiže u studenom (na dubini od 7 m) s ukupno 0,245 mg/10 L. Biomasa iz skupine Copepoda se povećava s dubinom, osim u rujnu kada ova skupina nije utvrđena u uzorcima. U lipnju se pojavljuju na dubini od 8 m.

Planktonski rakovi iz skupine Cladocera maksimum u biomasi dostižu u srpnju (na dubini od 8 m) s ukupno 1,248 mg/10 L, a najmanje biomase bilo je tijekom rujna (na površini) s ukupno 4,1 µg. Iz skupine Cladocera, tijekom cijelog razdoblja istraživanja dominira vrsta *Ceriodaphnia reticulata* (Tablica 9.), koja maksimum u biomasi dostiže u srpnju (na dubini od 8 m) s ukupno 1,115 mg/10 L. Iz skupine Cladocera biomasa se povećava s dubinom u svim mjesecima, osim u studenom. Naime tada biomasa naglo raste s dubinom, pa pri dubini od 7 m opada.

Ukupna biomasa planktonskih rakova najveća je u srpnju (na dubini od 8 m) s ukupno 1,481 mg/10 L. S dubinom se povećava i biomasa planktonskih rakova, osim u studenom. Ukupna biomasa jedinki u studenom se povećava s dubinom, a zatim na dubini od 7 m opada (Slika 22.)



Slika 22. Biomasa planktonskih rakova na mjernoj postaji B4.

Tablica 12. Biomasa planktonskih rakova na mjernoj postaji B4 (µg/10 L).

	V				VI		VII				IX			XI		
B4	**Pov.**	**3 m**	**6 m**	**8 m**	**Pov.**	**8 m**	**Pov.**	**3 m**	**6 m**	**8 m**	**Pov.**	**3 m**	**7 m**	**Pov.**	**3 m**	**7 m**
Bosmina longirostris			14,4	19,8				7,2	48,6	21,6		7,2	9	34,2	19,8	28,8
Diaphanosoma brachyurum														7		7
Ceriodaphnia reticulata						45,1		32,8	353	1115	4,1	53,3	176	82	804	291
Daphnia longispina		22,2	88,8	88,8	44,4	888				111						22,2
CLADOCERA		22,2	103	109	44,4	933		40	401	1248	4,1	60,5	185	123	823	349
Eudiaptomus gracilis (copepoditi)			15,4	48,4		13,2		4,4	15,4	134					37,4	26,4
Eudiaptomus gracilis (adult)				122						71,4				10,2	153	245
Cyclops abyssorum (copepoditi)		2,2	6,6	4,4		2,2				17,6						
Cyclops abyssorum (adult)				10,3						10,3						
Nauplii			0,22	0,59			0,01		0,01	0,05				0,02	0,03	0,04
COPEPODA		2,2	22,2	186		15,4	0,01	4,4	15,4	234				10,2	190	271
UKUPNO		24,4	125	295	44,4	949	0,01	44,4	417	1481	4,1	60,5	185	133	1014	620

4.2.3. Korelacija fizikalno-kemijskih parametara i zooplanktona

Korelacijom su testirani abiotički i biotički čimbenici, odabir je napravljen prema onim čimbenicima koji bi trebali imati utjecaj na razvoj makrozooplanktona. U tablicama (13- 16) prikazani su rezultati za sve četiri mjerne postaje. Koeficijenti korelacije veći od 0,5 označeni su u tablici crveno.

Tablica 13. Korelacija fizikalno-kemijskih parametara i brojnosti/biomase planktonskih račića na postaji B1.

	temperatura	ukupni fosfati	ortofosfati	klorofil *a*	CLADOCERA	COPEPODA	UKUPNO
temperatura	1,00						
ukupni fosfati	-0,29	1,00					
ortofosfati	-0,13	0,86	1,00				
klorofil *a*	0,31	-0,23	-0,21	1,00			
			brojnost				
CLADOCERA	-0,05	0,03	0,12	0,25	1,00		
COPEPODA	-0,31	0,12	-0,10	-0,28	0,22	1,00	
UKUPNO	-0,16	0,07	0,06	0,10	0,92	0,58	1,00
			biomasa				
CLADOCERA	-0,41	-0,05	0,01	-0,14	1,00		
COPEPODA	-0,21	0,10	0,07	-0,21	0,63	1,00	
UKUPNO	-0,40	-0,03	0,02	-0,16	0,99	0,71	1,00

Na postaji B1 to je koncentracija ukupnih fosfata i ortofosfata; biomasa Cladocera i Copepoda, biomasa i brojnost Cladocera i ukupnog makrozooplanktona, te biomasa i brojnost Copepoda s ukupnim makrozooplanktonom. Sve su navedene korelacije pozitivne, odnosno navedeni parametri u proporcionalnom su odnosu (Tablica 13.)

Tablica 14. Korelacija fizikalno-kemijskih parametara i brojnosti/biomase planktonskih račića na postaji B2.

	temperatura	ukupni fosfati	ortofosfati	klorofila *a*	CLADOCERA	COPEPODA	UKUPNO
temperatura	1,00						
ukupni fosfati	-0,21	1,00					
ortofosfati	-0,02	0,73	1,00				
klorofila *a*	0,44	-0,27	-0,15	1,00			
			brojnost				
CLADOCERA	-0,25	0,01	0,27	0,28	1,00		
COPEPODA	-0,62	-0,04	0,09	-0,10	0,38	1,00	
UKUPNO	-0,44	-0,01	0,25	0,18	0,93	0,69	1,00
			biomasa				
CLADOCERA	-0,58	-0,02	-0,02	-0,04	1,00		
COPEPODA	-0,64	0,00	0,09	-0,14	0,80	1,00	
UKUPNO	-0,60	-0,02	-0,01	-0,05	1,00	0,83	1,00

Na postaji B2 također je utvrđena veća pozitivna korelacija između ukupnog fosfata i ortofosfata (Tablica 14.). Negativna korelacija utvrđena je između temperature i brojnosti i biomase Copepoda, te temperature i biomase Cladocera i biomase ukupnog makrozooplanktona. Vrlo visok koeficijent korelacije utvrđen je između brojnosti Cladocera u ukupne brojnosti, ali i biomase Cladocera i Copepoda; brojnosti i biomase Copepoda i ukupnog makrozooplanktona.

Tablica 15. Korelacija fizikalno-kemijskih parametara i brojnosti/biomase planktonskih račića na postaji B3.

	temperatura	ukupni fosfati	ortofosfati	klorofil *a*	CLADOCERA	COPEPODA	UKUPNO
temperatura	1,00						
ukupni fosfati	0,16	1,00					
ortofosfati	0,33	0,29	1,00				
klorofil *a*	0,37	0,18	0,46	1,00			
			brojnost				
CLADOCERA	-0,70	-0,29	-0,10	-0,03	1,00		
COPEPODA	-0,45	-0,01	0,07	-0,13	0,15	1,00	
UKUPNO	-0,78	-0,26	-0,07	-0,07	0,94	0,48	1,00
			biomasa				
CLADOCERA	-0,78	-0,14	-0,09	-0,23	1,00		
COPEPODA	-0,52	-0,05	0,09	-0,08	0,78	1,00	
UKUPNO	-0,75	-0,12	-0,06	-0,21	0,99	0,85	1,00

Na postaji B3 veće negativne korelacije povezane su s abiotičkim čimbenikom temperaturom i brojnošću i biomasom ukupnog makrozooplanktona i skupinama Cladocera i Copepoda. Također kao i na prethodnoj postaji, postoji visoka korelacija brojnosti Cladocera i ukupne brojnosti te biomase Cladocera s biomasom ukupnog makrozooplanktona i biomasom Copepoda. Visok koeficijent korelacije utvrđen je između biomase Copepoda i ukupne biomase makrozooplanktona (Tablica 15.)

Tablica 16. Korelacija fizikalno-kemijskih parametara i brojnosti/biomase planktonskih račića na postaji B4.

	temperatura	ukupni fosfati	ortofosfati	klorofil *a*	CLADOCERA	COPEPODA	UKUPNO
temperatura	1,00						
ukupni fosfati	-0,32	1,00					
ortofosfati	0,08	-0,05	1,00				
klorofil *a*	0,33	-0,01	0,34	1,00			
			brojnost				
CLADOCERA	-0,40	-0,07	0,25	0,12	1,00		
COPEPODA	-0,71	0,15	0,19	-0,02	0,54	1,00	
UKUPNO	-0,54	-0,01	0,26	0,09	0,97	0,73	1,00
			biomasa				
CLADOCERA	-0,47	0,23	0,07	0,02	1,00		
COPEPODA	-0,69	0,08	0,17	-0,24	0,57	1,00	
UKUPNO	-0,55	0,21	0,10	-0,04	0,98	0,71	1,00

Na postaji B4, također je utvrđena veća negativna korelacija između nekih biotičkih varijabli i temperature: brojnosti i biomase Copepoda i brojnosti i biomase ukupnog makrozooplanktona. Visoku korelaciju pokazuju brojnost Cladocera i Copepoda; biomase Cladocera i Copepoda, brojnost i biomasa Cladocera i ukupnog makrozooplanktona; te brojnosti i biomase Copepoda s ukupnom brojnošću i biomasom (Tablica 16.).

5. RASPRAVA

Akumulacija Butoniga istraživanja je tijekom više godina (Klak, 2013; Banjavčić, 2013; Ribić, 2013.), ovo je istraživanje nastavak prethodnih.

Rezultati fizikalno–kemijskih parametra u akumulaciji Butoniga ukazuju da se temperatura vode i koncentracija kisika mijenjaju sezonski i s dubinom. Temperatura opada od površine prema dnu, a najviša zabilježena je na površini u srpnju i to na svim postajama. Koncentracija kisika veća je u epilimnijskom sloju, a u hipolimniju dolazi do njenog smanjenja. Najviša koncentracija je u svibnju na 6 m. Povećanu koncentraciju kisika u epilimniju možemo povezati s intenzivnom fotosintezom fitoplanktona (www.earthobservatory.nasa.gov). U prilog ovoj tvrdnji idu i promjene masenih koncentracija klorofila *a*, koji je mjera primarne produkcije, a čije su najveće vrijednosti izmjerene u epilimniju. Zapaženi pad koncentracije kisika pri najvećim dubinama povezan je s procesom razgradnje organizama na dnu (Banjavčić 2013).

Koncentracije ukupnih fosfata i ortofosfata najveće su u studenom na postaji B1 i B2, a u lipnju, srpnju i rujnu na postajama B3 i B4. Primarni proizvođači koriste fosfor u obliku ortofosfata. U većini stajaćih voda fosfor je ograničavajući čimbenik razvoja fitoplanktona, a količine ortofosfata i ukupnih fosfata govore nam o potencijalu primarne produkcije. Vrijednosti ortofosfata i ukupnih fosfata uglavnom alterniraju s vrijednostima klorofila *a*.

U akumulaciji Butoniga u zajednici makrozooplanktona tijekom 2013. godine utvrđeno je šest vrsta planktonskih rakova: iz skupine Cladocera četiri vrste (*Bosmina longirostris*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Daphnia* sp. i *Ceriodaphnia* sp.), a samo dvije vrste iz skupine Copepoda (*Eudiaptomus gracilis* i *Cyclops* sp.). U odnosu na prethodnu godinu, prikazanu u diplomskom radu Ribić (2013), nema razlike u sastavu makrozooplanktona

Brojnost makrozooplanktona mijenja se sezonski i na pojedinim postajama. Najviše jedinki zabilježeno je u srpnju, rujni i studenom, pri čemu je najveća brojnost utvrđena na postaji B1 u rujnu: 397 jed./10 L. Brojnost zooplanktona mijenja se također s dubinom: najveća je na plićim postajama pri dnu, dok se primjerice na postaji B1 može primijetiti, osim u hipolimniju, blagi porast i u metalimiju. Ovaj trend mogao bi se objasniti pojavom vertikalnih migracija zooplanktona koje su česte u stajaćim vodama. Vertikalne migracija uzrokovane su količinom dostupne hrane u pojedinim slojevima vode, te neposrednim izbjegavanjem

predatora (Vrebčević 1996). Budući da su svi uzorci na akumulaciji Butoniga uzeti po danu, najveća brojnost makrozooplanktona utvrđena je u onim dubinskim slojevima gdje je osvijetljenost manja (lakše izbjegavanje predatora), a količina hrane dovoljno velika, a to su metalimnij i hipolimnij.

Udio skupina Copepoda i Cladocera pokazuje da na svim postajama dominiraju rašljoticalci. Za usporedbu: najveća brojnost Cladocera je izmjerena na postaji B1 (341 jed./10 L), a najveća brojnost Copepoda je izmjerena na postaji B1 (169 jed./10 L).

Biomasa Cladocera je veća od biomase Copepoda na svim postajama. Od Cladocera dominiraju vrste *Daphnia longispina* (B1, B2 i B3) i *Ceriodaphnia reticulata* (B4), a od Copepoda dominira adultni stadij vrste *Eudiaptomus gracilis*. Postaje se razlikuju i po sezonskoj dinamici biomase makrozooplanktona: na postajama B1 i B2 najveća biomasa utvrđena je u svibnju, na postaji B3 u studenom, a na postaji B4 u srpnju.

Obzirom na brojnost, a prema podacima iz prethodne godine navedenim u radu Ribić (2013), ukupan broj planktonskih rakova se smanjila. Tijekom 2012. godine maksimalna brojnost iznosila je 107 jed./L, najveći broj je utvrđen na postajama B1 i B2.

Korelacija između biotičkih i abiotičkih parametra (ukupni fosfati, ortofosfati, klorofil *a*, brojnost i biomasa Copepoda, Cladocera i ukupnog makrozooplanktona) pokazala je neočekivani trend. Iako bi se na temelju općeg znanja iz ekologije stajaćih voda moglo očekivati da će najveće vrijednosti koeficijenata korelacije biti između klorofila *a* (izvor hrane za zooplankton) i brojnosti i biomase skupina i ukupnog makrozooplanktona, visoka korelacija ovih parova varijabli nije utvrđena. Na temelju utvrđenih koeficijenata korelacije dalo bi se zaključiti da temperatura vode ima veći utjecaj na makrozooplankton. Ove su varijable u međusobnoj negativnoj korelaciji. Dodatna ciljana istraživanja mogla bi razjasniti međusobni utjecaj abiotičkih čimbenika i brojnosti/biomase, skupina/ukupnog makrozooplanktona.

6. ZAKLJUČAK

1. U akumulaciji je utvrđeno šest vrsta planktonskih rakova, četiri iz skupine Cladocera (B*osmina longirostris*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Ceriodaphnia* sp., *Daphnia* sp.) i dvije iz skupine Copepoda (*Eudiaptomus gracilis* i *Cyclops* sp.)
2. Ukupni broj jedinki u rasponu je od 1 jed./10 L do 397 jed./10 L. U svim sezonama i na svim postajama primjećuje se tendencija veće brojčane zastupljenosti u metalimnijskom i hipolimnijskom sloju.
3. Ukupna biomasa u rasponu je od 0,01 µg/10 L i 3507 µg/10 L. Najveća biomasa utvrđena je: u svibnju (postaje B1, B2 i B3) i srpnju (B4). Maksimalna biomasa s ukupno od 3507 µg/10 L je zabilježena na postaji B2.
4. Na svim postajama brojem i biomasom dominira skupina Cladocera.
5. Ukupni broj i ukupna biomasa makrozooplanktona smanjili su se u odnosu na prethodno istraživanje. Sastav vrsta nije se promijenio, a zastupljenost pojedinih vrsta se izmijenila.
6. Izračunati koeficijenti korelacije ukazuju da bi temperatura vode mogla biti jedan od značajniji abiotičkih čimbenika za zajednicu makrozooplanktona.
7. Ovakve promjene u makrozooplanktonu mogu biti posljedica ekoloških prilika. Dinamika planktona može se skokovito mijenjati pod utjecajem hidroloških i temperaturnih prilika iz godine u godinu. Drugi razlog ovim promjenama mogu biti predatori, kako ribe, tako i ličinke kukaca, koje eliminiraju iz zajednice pojedine makrozooplanktonske vrste.

7. LITERATURA:

Banjavčić A. (2013): Zooplankton akumulacije Butoniga. Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Biološki odsjek.

Bottrell, H.H., A. Duncan, Z. M. Gliwity, E. Gryrierek, A. Herzig, A. Hillbrich-Ilkowska, H. Kurosava, P. Larsson, T. Weglenska, (1976). A review of some problems in zooplankton production studies. Nor. J. Zool. 24, str. 431-444, Oslo.

Božinović K. (2010): Zooplankton akumulacije Butoniga. Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Biološki odsjek.

Habdija I., Primc Habdija B., Radanović I., Špoljar M., Matoničkin Kepčija R., Vujčić Karlo S., Miliša M., Ostojić A.,Sertić Perić M. (2011): Protista – Protozoa Metazoa – Invertebrata. Zagreb, Alfa, str. 364-365.

Jelenić S., Kerovac M., Ternjej I., Mihaljević Z. (2005): Biologija 4. Zagreb, Profil International, str. 214-216.

Jorgensen S. E. (1979): Handbook of environmental data and ecological parameters. Pergamon Press, Oxford.

Klak I. (2003): Makrozooplankton akumulacije Butoniga (Istra). Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Biološki odsjek.

Lawrence, S. G., D. F. Malley, W. J. Findlay, M. A., Maciver, I. L. Delbaere (1987): Method for estimating dry wight of freshwater planctonic crustaceans from measures of length and shape. Can. J. Fish. Aquat. Sci. Suppl. 44, 1, str. 264-274, Ottawa.

Michael, L. P., J.D. Orcut (1981): The relative importance of Protozoans, Rotifers and Crustaceans in freshwater zooplankton community. Limnol. Oceanogr. 26, 5, str. 822-830, Canmore.

Ribić A. (2013): Sezonska dinamika planktonskih rakova u akumulaciji Butoniga. Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Biološki odsjek.

Vrebčević B. (1996): Priručnik za upoznavanje slatkovodnih račića veslonožaca (Copepoda, Cyclopidae) i rašljoticalaca (Cladocera) Hrvatske. Hrvatsko ekološko društvo, Zagreb.

http://www.beta.ivb.hr/

http://www.cfb.unh.edu/

http://www.earthobservatory.nasa.gov/

http://www.enciklopedija.hr/

http://www.istramet.com/

http://www.ivb.hr/

http://www.lzmk.hr/

http://www.microlife.parvarium.com/

http://www.micromagus.net/

http://www.theseashore.org.uk/

8. ŽIVOTOPIS:

OSOBNI PODACI

Ime i Prezime: Mirna Klaić

Adresa: Trnovitička 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Fiksni telefon: +385 12987118 Mobilni telefon: +385 916444497

E-mail: mirnaklaic@net.hr

Državljanstvo: Hrvatsko

Datum i mjesto rođenja: 30.08.1989., Pakrac

Spol: Žensko

OBRAZOVANJE

2008.-2016. Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, smjer: Zoologija

2004.-2008. XVI. gimnazija, Zagreb

RADNO ISKUSTVO

Datum: Lipanj 2011.–Prosinac 2013.

Zanimanje ili radno mjesto: Edukator

Glavni poslovi i odgovornosti: Edukacija javnosti na događanjima, monitoring, vožnja čamca uz edukaciju o parku Maksimiru i Zoološkom vrtu grada Zagreba

Ime i adresa poslodavca: Ustanova Zoološki vrt grada Zagreba

Maksimirski perivoj bb, 10000 Zagreb

Vrsta djelatnosti ili sektor: Stručna služba, Edukacija

Datum: Listopad 2013.–Siječanj 2014.

Zanimanje ili radno mjesto: Demonstrator

Glavni poslovi i odgovornosti: Pomaganje studentima pri izvođenju vježbi (seciranju) i asistentu da pripremi potrebni pribor za određenu vježbu

Ime i adresa poslodavca: Prirodoslovno-matematički fakultet

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb

Vrsta djelatnosti ili sektor: Zoologijski zavod

OSOBNE VJEŠTINE I KOMPETENCIJA

Materinski jezik: hrvatski

Drugi jezici : engleski

Ispit: First Certificate in English (FCE)

Datum: Lipanj 2007.

Ime i adresa poslodavca: British Council

Palmotićeva 60/I, 10000 Zagreb