

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno – matematički fakultet
Biološki odsjek

Kosta Radanovi

Veslonošci (Crustacea, Copepoda) anhidralnih jama u Hrvatskoj

Diplomski rad

Zagreb, 2009. godina

Ovaj diplomski rad, izrađen u laboratoriju za ekologiju životinja Zoologijskog zavoda Biološkog odsjeka PMF-a, pod vodstvom doc. dr. sc. Ivana Ternjeja, predan je na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu radi stjecanja zvanja dipl. ing. Biologije.

Zahvaljujem se mentorici doc. dr. sc. Ivanici Ternjević što me je vodila kroz cijelo istraživanje. Hvala joj na svim nesebičnim savjetima, podršci i strpljenju.

Posebno hvala diplomiranom profesoru biologije i kemije Igoru Stankoviću za vrijedne savjete i pomoć u izradi ovog rada.

Hvala Hrvatskom prirodoslovnom muzeju i posebno Branku Jalžiću na uzorcima koje su sakupili i koji su bili temelj ovog istraživanja.

Od svega srca hvala prijateljima koji su bili uz mene dok sam izrađivao ovaj rad.

Roditeljima i obitelji koji su prepoznali moje zanimanje za biologiju i na puno načina me podržavali u studiranju i izradi ovog diplomskog rada.

Hvala...

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveu ilište u Zagrebu
Prirodoslovno – matemati ki Fakultet
Biološki odsjek

Diplomski rad

Veslonošci (Crustacea, Copepoda) anhijalinih jama u Hrvatskoj

Kosta Radanovi

Zoologijski zavod, Prirodoslovno – matemati ki fakultet, Sveu ilište u Zagrebu,
Roosveltov trg 6, 10000 Zagreb

Istraživanje skupine Copepoda provedeno je u anhijalinim spiljama Hrvatske tijekom 2003. , 2004. i 2005. godine. Uzorkovanja su vršena od ožujka 2003. do srpnja 2005. godine, a uzorci su prikupljeni od strane Hrvatskog prirodoslovnog muzeja.

Utvr eno je tri reda Copepoda od ega je na eno 1390 jedinki Calanoida, 1037 Cyclopoida i 233 Harpacticoida. Tako er je utvr ena biomasa pojedinih skupina i prosje na veli ina jedinke po lokalitetima. Zaklju eno je da su u uzorcima uglavnom prevladavali Calanoidi s dosta Cyclopoida koji su na eni na najve em broju postaja, dok su Harpacticoidi bili kvalitativno i kvantitativno slabije zastupljeni. Izra unani su Simpsonov i Shannon – Wienerov indeks raznolikosti, bogatstvo vrsta i ujedna enost. Shannon – Wienerov indeks ima najve u vrijednost kod Jame pod Orljakom (Zaton), a Simpsonov u Jami Gravranja a (Kornati) gdje su ujedna enost i bogatstvo vrsta najviši.

(43 stranice, 32 slike, 7 tablica, 13 literaturnih navoda, jezik izvornika: Hrvatski).

Rad je pohranjen u knjižnici zoologijskog zavoda Biološkog odsjeka Prirodoslovno – matemati kog fakulteta u Zagrebu, Roosveltov trg 6.

Klju ne rije i: Copepoda, Calanoida, Cyclopoida, Harpacticoida, Anhijaline spilje.

Voditelj: Dr.sc. Ivan ica Ternjej, doc.

Ocjenjiva i: Dr.sc. Ivan ica Ternjej, doc.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of science
Department of Biology

Graduation Thesis

Copepods (Crustacea, Copepoda) of anchialine caves in Croatia

Kosta Radanovi

Department of Zoology, Faculty of Science, University of Zagreb, Roosevelt square 6, 10000 Zagreb

Research of Copepoda was conducted in anchialine caves of Croatia during 2003., 2004. and 2005. Samplings were made from March, 2003 until July, 2005 by Croatian natural history museum.

3 orders of Copepods were determined of which 1390 were Calanoida, 1037 Cyclopoida and 233 Harpacticoida. Biomass and average length of individuals were also determined on every station. It has been concluded that Calanoida were dominant, with also great number of Cyclopoida which were most dominant concerning numbers of stations where they have been found. Harpacticoida were much less abundant. Simpson and Shannon – Wiener index of biodiversity, richness of species and evenness were calculated. Shannon – Wiener shows highest value at Jama pod Orljakom (Zaton). Simpson index, evenness and richness all show highest value at Jama Grevranja a (Kornati).

(43 pages, 30 figures, 7 tables, 13 references, original in: Croatian).

Thesis deposited in Central biological library Department of Zoology, Faculty of Science, University of Zagreb, Roosevelt square 6, 10000 Zagreb.

Key words: Copepoda, Calanoida, Cyclopoida, Harpacticoida, anchialine caves.

Supervisor: Dr. sc. Ivana Ternjević, Assist. Prof.

Reviewers:

1. UVOD.....	1
1.1. ANHIJALINE SPILJE KAO ŽIVOTNA SREDINA.....	1
1.1.1. ABIOTI KI IMBENICI KOJI ODRE UJU EKOLOGIJU ANHIJALINI SPILJA.....	1
1.1.2. PRILAGODBE ANHIJALINE FAUNE.....	2
1.1.3. SKUPINA COPEPODA.....	3
2. MATERIJALI I METODE.....	6
2.1. PODRU JE ISTRAŽIVANJA.....	6
2.2. MJERENJE I BIOMASA.....	8
2.2.1. BIOMASA.....	8
2.2.2. MJERENJE DUŽINE VESLONOŽACA.....	9
2.3. OBRADA PODATAKA.....	10
3. REZULTATI.....	12
3.1. BROJNOST.....	12
3.1.1. BROJNOST SKUPINA COPEPODA U VERTIKALNOM PROFILU.....	15
3.2. VELI INA COPEPODA.....	20
3.2.1. VELI INA SKUPINA COPEPODA U VERTIKALNOM PROFILU.....	22
3.3. BIOMASA COPEPODA.....	27
3.3.1. BIOMASA SKUPINA COPEPODA U VERTIKALNOM PROFILU.....	29
3.4. BOGATSTVO VRSTA, UJEDNA ENOST, SIMPSONOV I SHANNON – WIENEROV INDEKS RAZNOLIKOSTI.....	34
4. RASPRAVA.....	39
5. ZAKLJU AK.....	41
6. LITERATURA.....	42

1. UVOD

1.1. ANHIJALINE SPILJE KAO ŽIVOTNA SREDINA

Anhijaline spilje su podzemna staništa koja mogu i nemoraju sadržavati vodena tijela. Voda anhijalinih spilja se nalazi u blizini morske obale i povezana je s morem. Tu su izražene važne karakteristike spiljskog habitata (staništa) kao primjerice tama, nedostatak hrane, ograničeni pristup površini, barem neke životinje su troglomorfne (prilagođene na život u podzemlju). Oigledan je utjecaj mora bilo miksohalinom karakteristikom vode (različiti salinitet u vertikalnom stupcu vode) ili prisustvom vrsta koje žive u morskoj vodi (Sket, 1996). Većina prostora ispunjenih anhijalnom vodom koji su do sada istraženi su spilje, bazeni, obalne pukotine i prirodni bunari. Jednako važni su i bazeni u pukotinama obalnih polja lave povezani jedni s drugim putem sistema uskih fisura. Također je važno istaknuti da se većina tih spilja razvila na kopnu pod kopnenim uvjetima. Znači i tijekom regresije mora kao tijekom Pleistocena. Većina takvih spilja su bogato ukrašene stalaktitima i stalagmitima gdje su neki i desecima metara pod vodom. Morske spilje su drugi tip habitata i razlikuju se od anhijalinih spilja ali oba tipa spilja nisu uvijek oštro razlučena i ponekad dio sistema spilje ima karakteristike morske spilje, dok drugi dio, sa još slabijim ulaskom hrane i pelagičke larve ima karakteristike anhijalinih habitata.

1.1.1. Abiotički faktori koji određuju ekologiju anhijalinih spilja

Tama je najočitiji faktor u spiljama. Ona djeluje direktno omogućavajući i slijepim životinjama preživljavanje, te onemogućavajući razvoj fotoautotrofa što rezultira nikakvom lokalnom proizvodnjom hrane.

Siromašna trofija je važna karakteristika spilja te ima veliki utjecaj na evoluciju životinja koje tu obitavaju.

Anhijaline spilje obale Jadrana spadaju u mediteransku klimu gdje su oborine relativno obilne i sezonski raspoređene (800-2000mm godišnje). Prosječna godišnja temperatura je od 14-16 °C te ona određuje temperaturu podzemlja i spilja.

Salinitet anhijalinih voda se kreće od 35 ‰ (euhalinih) do 0 (limnički). Karakteristika je strmog gradijenta saliniteta. U Dalmaciji ovaj gradijent je postupan i kreće se od blizu 0 na površini do 36 ‰ na dubini od 6 m. Često se pojavljuje malo manje od metar debeli haloklini sloj (nagla promjena saliniteta u vertikalnom smjeru). Gradijent ovisi o ravnoteži između pritiska morske i slatke vode s kopna i propusnosti fisura i kanala. Gradijent se mijenja sezonski što ovisi o količini i intenzitetu ulaska slatke vode s kopna. Utjecaj plime i oseke na salinitet je u Hrvatskoj zanemariv. Razlike u gustoći između limničke vode na površini i euhaline na dnu su kategoriju više nego razlike uvjetovane drugom temperaturom ovih slojeva. Zato zimi u umjerenom klimi površinski sloj spiljskih bazena može biti hladniji od dubljih slojeva sa konstantnom temperaturom od oko 15 °C. Takvi stabilni slojevi saliniteta sa vrlo različitim gustoćama sprečavaju uobičajeno zimsko miješanje slojeva vode u umjerenom klimi. U jadranskim spiljama gdje je prisutan relativno bogat unos organskog detritusa s površine, kisik u dubljim slojevima pada na vrlo niske vrijednosti. Tu je voda često obogaćena sa sumporovodikom. Također ako je prisutan organski materijal na dnu ili alge na osvijetljenim mjestima, to je obično popraćeno nedostatkom kisika. U najdubljim slojevima oksigenacija se može podići zbog izravne veze sa otvorenim morem (Šket, 1996.).

1.1.2. Prilagodbe anhijaline faune

Jedan od rezultata niske trofičnosti, teške pristupačnosti i miksohaline vode je vrlo mala raznolikost faune. Pripadnici ove faune pokazuju različite prilagodbe na život u tami:

1. Depigmentacija - gubitak pigmenta zbog neizloženosti UV-zračenju
2. Anoftalmija - potpuni ili djelomični gubitak vida
3. Naglašeni neki tjelesni nastavci

4. Bolje razvijeni kemoreceptori

5. Tanka kutikula - nema isušivanja

Podjela organizama koji obitavaju u anhidralnim spiljama:

1. Troglobionti - spolnu zrelost stje u kasnije nego nadzemni srodnici
2. Troglofili - vrste koje mogu živjeti u podzemlju ali i izvan te ponekad ulaze u spilje
3. Troglokseni - vrste koje slučajno upadnu u spilju ili neki speleološki objekt
4. Stigobionti - pravi podzemni organizmi

U anhidralnim spiljama dolaze morski i slatkovodni organizmi. Slatkovodnih ima malo više jer mogu izdržati različite tipove saliniteta - najpoznatije su neke vrste amfipodnih raka i roda *Niphargus*.

1.1.3. Skupina Copepoda

Skupina Copepoda (veslonošci) su mikroskopski raki (Slike 1.1 - 1.3). Žive u površinskim i podzemnim kopnenim vodama te u moru. Od 112 poznatih vrsta i podvrsta veslonožaca u Hrvatskoj, otprilike trećina sezonski ili stalno obitava u podzemnim staništima. Kopepodi kopnenih voda se dijele u 3 reda: Calanoida, Cyclopoida i Harpacticoida. Ova tri reda se razlikuju po građi tijela i na inu života. Kalanoidi uglavnom lebde u vodi, ciklopoidi plivaju a harpaktikoidi pužu po dnu. Ciklopoidi i kalanoidi su vrlo pokretljive životinje. To im omogućuje duga ticala i pet pari nogu. Usprkos svojoj maloj dužini tijela (1-2mm), mogu postići znatnu brzinu pri izbjegavanju predatora - 2 m/s. Kopepodni rakovi žive u jezerima, ribnjacima, barama, lokvama i akumulacijama. Uobičajeni su u sporim, donjim tokovima velikih rijeka (Vrebevi, 1996.).



Slika 1.1. Pripadnik skupine Calanoida.



Slika 1.2. Pripadnik skupine Cyclopoida.



Slika 1.3. Pripadnik skupine Harpacticoida.

Harpaktikoidi se gra om tijela znatno razlikuju od ciklopoida i kalanoida. Nemaju duge ticala i imaju znatno kra i zadak. Obitavaju na dnu gdje pužu ali se mogu na i i me u vodenim biljem. Naj eš e dolaze u jezerima, ribnjacima i blago bo atim i podzemnim vodama. Za podzemne vode karakteristi ni su detritofagni harpaktikoidi. Tako er se mogu na i i u vlažnoj mahovini, pogotovo roda *Sphagnum*.

Podzemne ekosisteme rje e naseljavaju ciklopidi i kalanoidi jer tamo nema fitoplanktona i zooplanktona kojim se hrane. Nešto guš e populacije ciklopada i kalanoida dolaze u intersticijskim podzemnim vodama, posebno u hiporeiku.

Me u kalanoidima, ciklopidima i harpaktikoidima ima parazita, poluparazita i komenzala. Slobodno živu i kopepodi imaju tri na ina ishrane: filtratorski, predatorski i detritofagni (Vreb evi , 1996.).

2. MATERIJALI I METODE

2.1. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

Uzorci planktona su dobiveni iz Hrvatskog prirodoslovnog muzeja, a sakupljeni su na 26 lokaliteta duž jadranske obale. Na većini lokaliteta uzimani su jednokratno, dakle nije bilo sezonskog prikupljanja. Iznimke su Jama pod Orljakom kod Zatona gdje se prikupljalo u ožujku 2003. godine, listopadu 2004. i srpnju 2005. godine. U Medvejoj spilji na otoku Lošinju uzorci su prikupljeni u travnju 2004. godine, te u veljači, ožujku, travnju i lipnju 2005. godine. U Jami na Punta Korente kod Rovinja prikupljalo se u veljači i srpnju 2005. godine. Iz spilje Šipun kod Cavtata uzorci su prikupljeni u lipnju, rujnu i listopadu 2003. godine, lipnju i kolovozu 2004. i u veljači 2005. godine. Na slici 2.1. prikazana je karta hrvatske i označene su postaje gdje su uzorci prikupljeni. Lokaliteti su označeni brojevima od 1 – 26 kako su navedeni u tablicama 3.1., 3.2. i 3.3. Uzorci su skupljeni planktonskom mrežom vertikalnim potezom ili s određene dubine. Uzorci su fiksirani sa 4 % formaldehidom.



Slika 2.1. Podru je istraživanja (brojevi lokaliteta u tablicama 3.1 , 3.2 i 3.3.).

2.2. MJERENJE I BIOMASA COPEPODA

2.2.1 Biomasa

Suha biomasa se izražava pomoću regresijskih jednačini. Regresijska jednačina za izražavanje biomase glasi:

$$\ln W = \ln a + b \ln L$$

gdje je:

$\ln W$ = prirodni logaritam težine tijela

$\ln a$ = prirodni logaritam koeficijenta a

b = koeficijent b

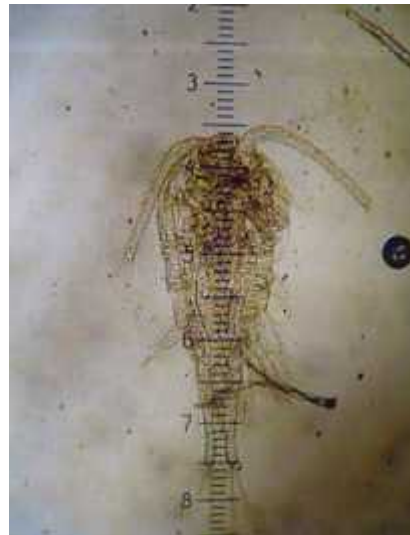
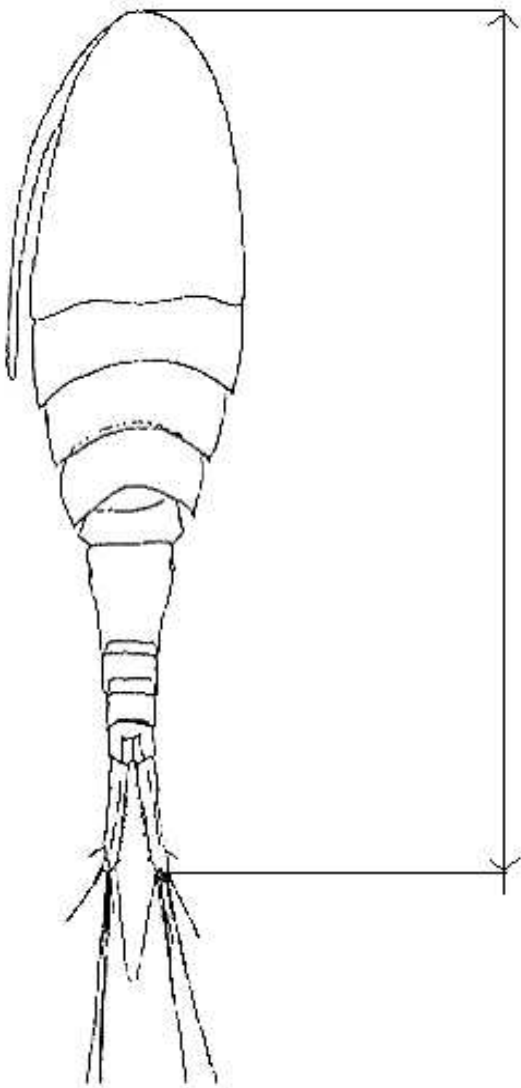
$\ln L$ = prirodni logaritam dužine jedinice u milimetrima

Koeficijenti a i b su brojevi dobiveni iz jednačine pravca koji opisuju odnos jedinice i njezine suhe težine (Bottrell *et al.* (1976). Oni su specifični za vrstu te ovise o razvojnom stadiju jedinice i veličini.

2.2.2. Mjerenje dužine veslonožaca

Za mjerenje dužine kopepoda korišten je okularni mikrometar koji se prethodno baždario pomoću mikrometarskog preparata. Matonićkin I. i sur. (1986).

Dužina se mjeri od vrha životinje do početka dlaka na furci (Slika 3.1 i 3.2).



L

Slike 2.2.1. i 2.2.2. Mjerenje dužine veslonožaca.

2.3. OBRADA PODATAKA

Većina znanstvenika složila bi se s definicijom da je biološka raznolikost sveukupnost živog svijeta na Zemlji. To uključuje sve biljne i životinjske vrste do danas opisane i poznate za znanost ali i one vrste koje se tek biti opisane, a danas još nisu poznate. U širem smislu riječ i biološka raznolikost podrazumijeva fenotipske i genotipske varijabilnosti unutar jedne populacije odnosno vrste. Također, u najširem smislu, ona uključuje raznolikost biocenoza i ekosistema na Zemlji.

Raznolikost je vezana za bogatstvo vrsta (podrazumijeva broj vrsta) i ujednaenost (podrazumijeva ujednaenost jedinki pojedinih vrsta). Bogatstvo i ujednaenost vrsta služe za procjenu raznolikosti. Tako zajednica koja sadrži malo jedinki puno različitih vrsta ima veću raznolikost od zajednice koja sadrži isti broj jedinki koje pripadaju malom broju vrsta. Primjerice: zajednica koja broji deset jedinki od kojih svaka pripada jednoj vrsti ima veću raznolikost od zajednice koja ima 100 jedinki od kojih 91 pripada jednoj vrsti, a preostalih devet svakoj od preostalih vrsta (Smith i Smith 2003.). Za procjenu biološke raznolikosti koriste se različiti indeksi raznolikosti.

Za obradu podataka u ovom radu korišteni su bogatstvo vrsta, ujednaenost, Simpsonov i Shannon – Wienerov indeks raznolikosti (Smith i Smith 2003).

Formula za izračunavanje indeksa ujednaenosti je:

$$J = H' / H_{\max} = H' / \ln S$$

gdje je

H' = Shannon – Wienerov indeks

$H'_{\max} = \ln S$ – maksimalna raznolikost kada su sve vrste u zajednici jednako zastupljene.

S – broj vrsta

Shannon – Wienerov indeks označava vjerojatnost kojom će se prilikom uzimanja uzoraka uhvatiti određena vrsta. Ako je mala raznolikost tada je velika vjerojatnost uzorkovanja određene vrste, i obrnuto, ako je raznolikost velika, tada je vjerojatnost da ćemo u nasumično prikupljenom uzorku sakupiti to određenu vrstu mala.

Formula za izražavanje Simpsonovog indeksa raznolikosti:

$$1 - D = 1 - \sum p_i^2$$

gdje je

$1 - D$ = Simpsonov indeks

p_i - udio vrste i u ukupnom uzorku

Simpsonov indeks se temelji na tome koliko puta bi trebalo nasumično prikupiti jedinke da se prikupe dvije jedinke iste vrste.

Shannon – Wienerov i Simpsonov indeks uzimaju u obzir bogatstvo i ujednaenost vrsta. Smith i Smith (2003).

3. REZULTATI

U obra enim uzorcima su na ene tri reda Copepoda: Calanoida, Cyclopoida i Harpacticoida. Me utim nisu sva tri reda prisutna u svim uzorcima. U uzorcima skupljenim na lokalitetima: Jama pod Orljakom, Živa voda, Medvje a spilja, Jama ispod Maranovi a, Medvedova buža, Jama Zaglave i Morska jama prona ene su sve tri porodice. U uzorcima sa lokaliteta Jama na Gajcu, Katina buža i Jama iznad Vrulje nisu prona eni predstavnici niti jedne skupine.

3.1. BROJNOST

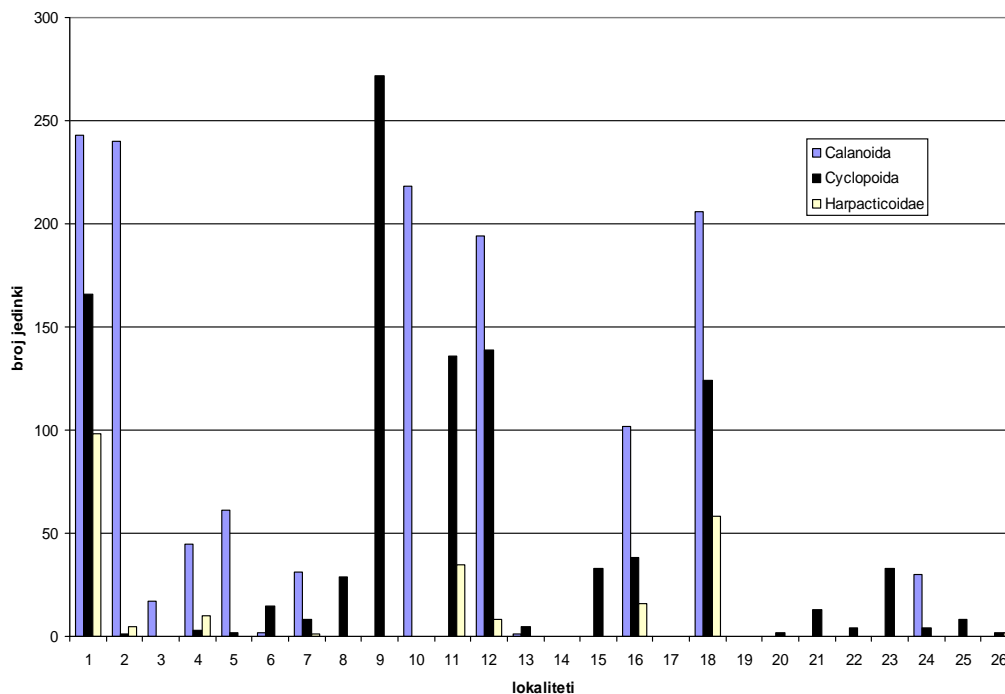
Na svim istraživanim lokalitetima utvr eno je ukupno 1390 Calanoida, 1037 Cyclopoida i 233 Harpacticoida. U tablici 3.1. prikazana je brojnost pojedinih skupina Copepoda na lokalitetima. Najve a brojnost Copepoda je utvr ena u jami pod Orljakom, zatim Morskoj jami i u Medvedovoj buži. Red Cyclopoida je bio prisutan na najve em broju lokaliteta dok su Harpacticoida bili na najmanjem broju lokaliteta. Calanoida su na eni u ve ini uzoraka i ako su bili prisutni u uzorku nadmišivali su po brojnoš u ciklopoide i harpaktikoide osim na lokalitetu Jama Velika Betina. Harpaktikoidi, ako su bili prisutni u uzorku, bili su u pravilu brojnoš u manje zastupljeni od ostale dvije skupine. Na slici 3.1. prikazano je koje su skupine bile zastupljene na pojedinim lokalitetima (crno – Calanoida, bijelo – Cyclopoida i iscrtkano – Harpacticoida).



Slika 3.1. Skupine Copepoda na istraživanim lokalitetima (crno – Calanoida, bijelo – Cyclopoida i iscrtano – Harpacticoida).

Tablica 3.1. Brojnost skupina Copepoda na istraživanim lokalitetima.

Red.br.	Ime postaje	Mjesto	Calanoida	Cyclopoida	Harpacticoidae
1.	Jama pod Orljakom	Zaton-Šibenik	243	166	98
2.	Živa voda	Uvala Kozja,Zaton-Bogomolje,otok Hvar	240	1	5
3.	Spilja na Punt Ert	kod uvale Dumboka,Jadranovo-Kraljevica	17	0	0
4.	Medvje a spilja	otok Lošinj	45	3	10
5.	Jama na Punta Korente	Rovinj	61	2	0
6.	Jama Velika Betina	Kokori i-Vrgorac	2	15	0
7.	Jama ispod Maranovi a	Maranovi i-otok Mljet	31	8	1
8.	Jama kod Dubokog doca	Trpanj-Pelješac	0	29	0
9.	Jama Podstražiš e	uvala Malo Zvinje,Sumartin-otok Bra	0	272	0
10.	Jama Stra in ica	otok Kor ula	218	0	0
11.	Špilja Šipun	Cavtat	0	136	35
12.	Medvedova buža	Lopar-otok Rab	194	139	8
13.	Jama pod Vodju	pod Dragami,Punat-Stara Baška-otok Krk	1	5	0
14.	Jama na Gajcu	otok Pag	0	0	0
15.	Jama u uvali Mag	otok Pag	0	33	0
16.	Jama Zaglave	prije uvale Devet Hliba,Žrnovska banja-Kor ula	102	38	16
17.	Katina buža	uvala Dubac-otok Pag	0	0	0
18.	Morska jama	uvala Male Vrulje-otok Kornat	206	124	58
19.	Jama iznad Vrulje	otok Kornat	0	0	0
20.	Buža Kukurina	otok Pag	0	2	0
21.	Nozdarica	otok Murter	0	13	0
22.	Vodena jama	otok Gustac(Pišcara),Kornati	0	4	0
23.	Jama Bjejajka	uvala Bjejajka,Soline-otok Mljet	0	33	0
24.	Jama na rtu Lenga	otok Mljet	30	4	0
25.	Jama Gradina	otok Žirje	0	8	0
26.	Jama Gravranja a	otok Kurba Vela,Kornati	0	2	2



Slika 3.1. Brojnost skupina Copepoda na istraživanim lokalitetima.

3.1.1. Brojnost skupina Copepoda u vertikalnom profilu

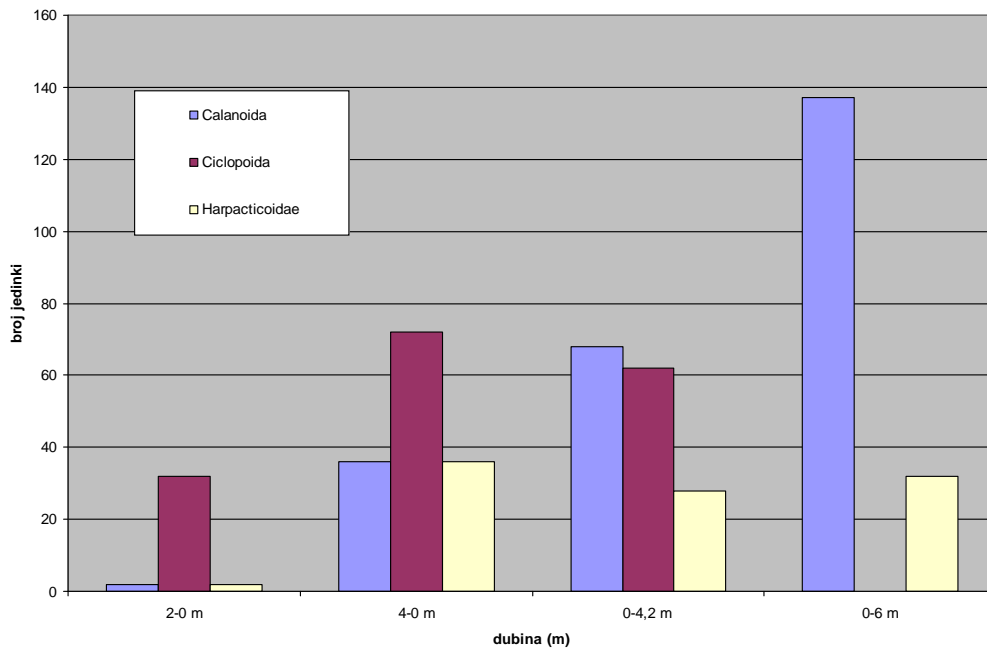
Na tablici 3.1.1. prikazana je brojnost porodica na raznim dubinama vode. U jami pod Orljakom broj Calanoida raste s porastom dubine dok kod Cyclopoida u uzorku s najveće dubine nije na en niti jedan primjerak. Harpaktikoidi su zastupljeni jednako u cijelom stupcu osim blizu površine gdje im je broj znatno manji.

U Medvje o j spilji broj kalanoida je ve i u najdubljem sloju isto kao i kod harpaktikoida. U spilji Šipun Cyclopoida je najviše blizu površine a Harpeticoidae su podjednako zastupljeni.

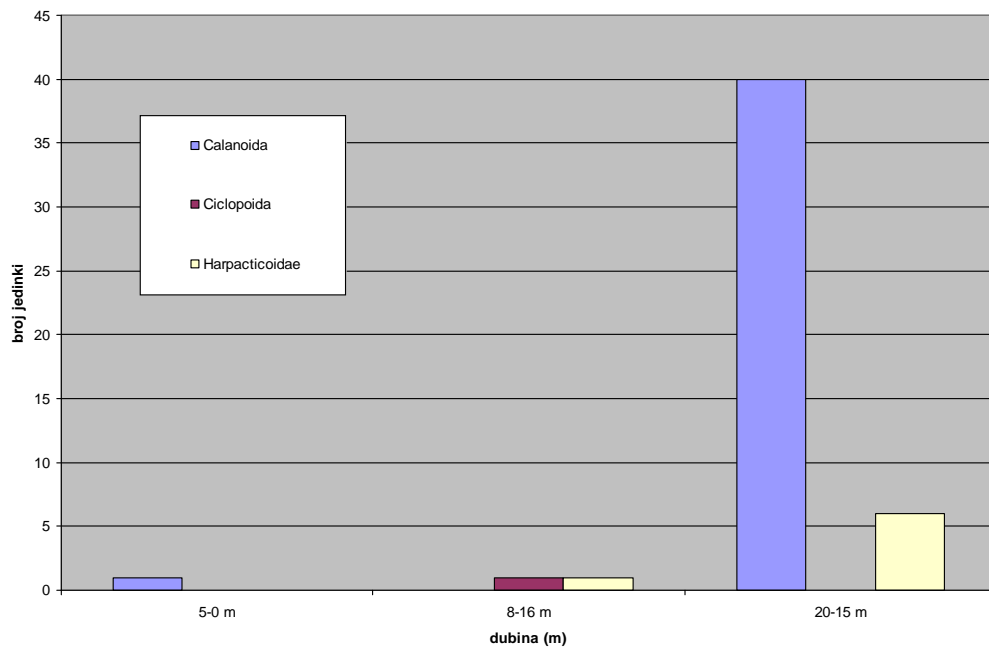
U jami pod Vodu brojnost Cyclopoida se malo pove ala u najdubljem sloju uzimanja uzorka, a tako je i u Nozdarici.

Tablica 3.1.1. Brojnost skupina Copepoda prema dubini uzimanja uzorka.

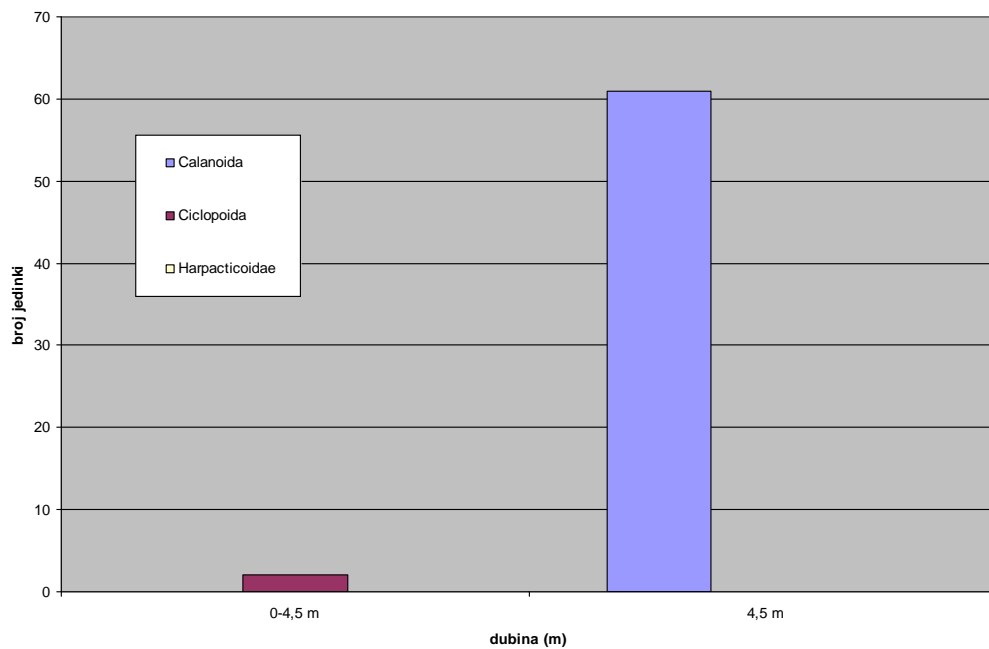
Ime postaje	Mjesto	Dubina	Calanoida	Ciclopoida	Harpacticoidae
Jama pod Orljakom	Zaton-Šibenik	2-0 m	2	32	2
Jama pod Orljakom	Zaton-Šibenik	4-0 m	36	72	36
Jama pod Orljakom	Zaton-Šibenik	0-4,2 m	68	62	28
Jama pod Orljakom	Zaton-Šibenik	0-6 m	137	0	32
Medvje a spilja	otok Lošinj	5-0 m	1	0	0
Medvje a spilja	otok Lošinj	8-16 m	0	1	1
Medvje a spilja	otok Lošinj	20-15 m	40	0	6
Jama na Punta Korente	Rovinj	0-4,5 m	0	2	0
Jama na Punta Korente	Rovinj	4,5 m	61	0	0
Špilja Šipun	Cavtat	2-0 m	0	32	4
Špilja Šipun	Cavtat	0-6 m	0	6	3
Špilja Šipun	Cavtat	6-8 m	0	1	1
Jama pod Vodu	pod Dragami,Punat-Stara Baška,otok Krk	0-17,5 m	1	0	0
Jama pod Vodu	pod Dragami,Punat-Stara Baška,otok Krk	0-19,8 m	0	5	0
Nozdarica	otok Murter	17-0 m	0	4	0
Nozdarica	otok Murter	23-0 m	0	9	0



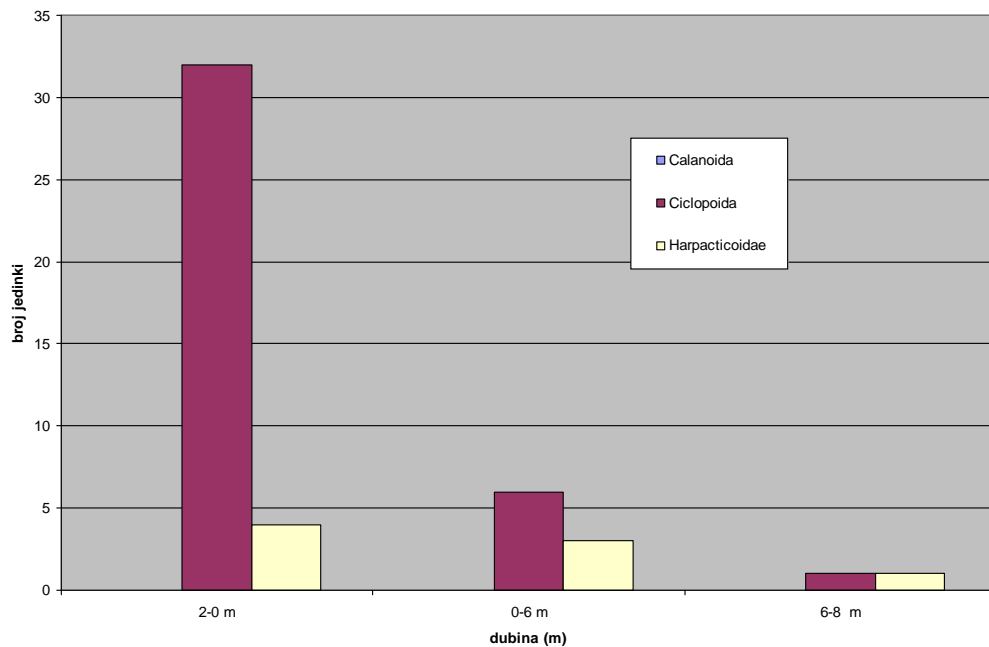
Slika 3.1.1. Brojnost Copepoda po dubini – Jama pod Orljakom.



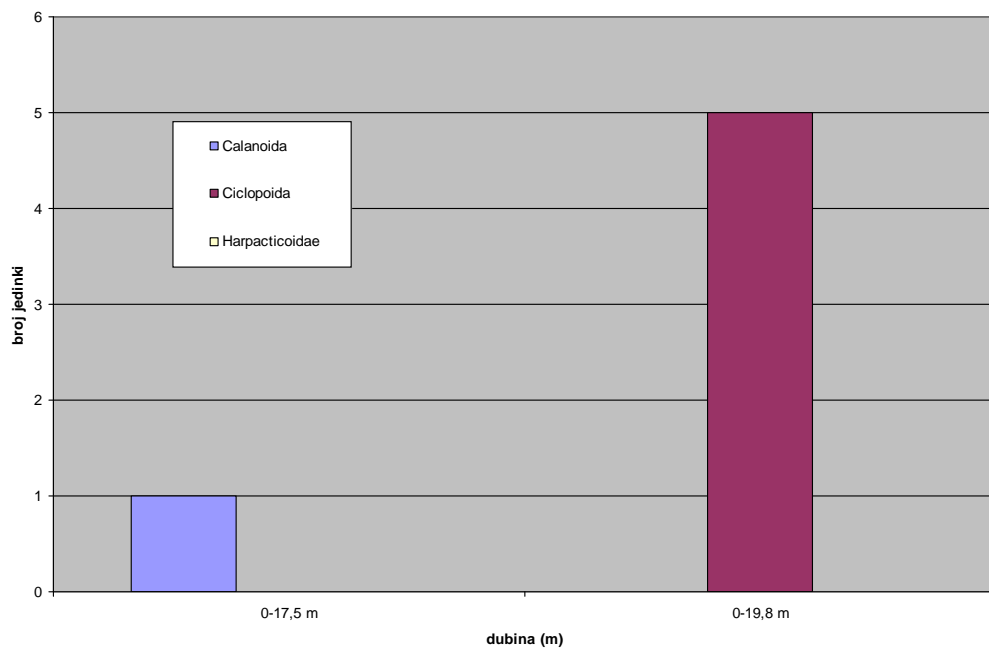
Slika 3.1.2. Brojnost Copepoda po dubini – Medvje a spilja.



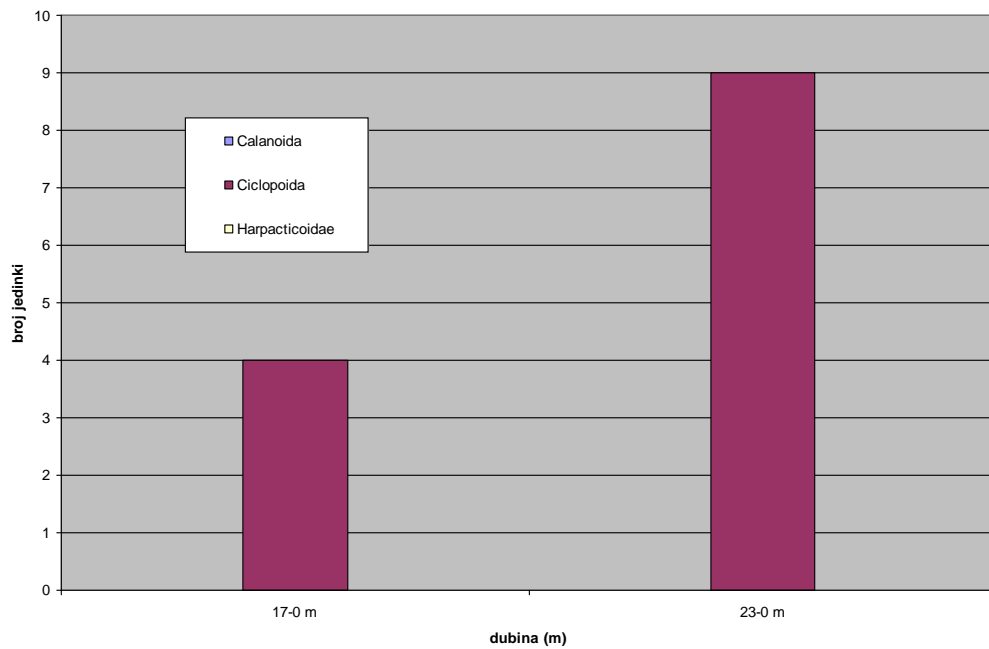
Tablica 3.1.3. Brojnost Copepoda po dubini – Jama na Punta Korente.



Slika 3.1.4. Brojnost Copepoda po dubini – Špilja Šipun.



Slika 3.1.5. Brojnost Copepoda po dubini – Jama pod Vodu.



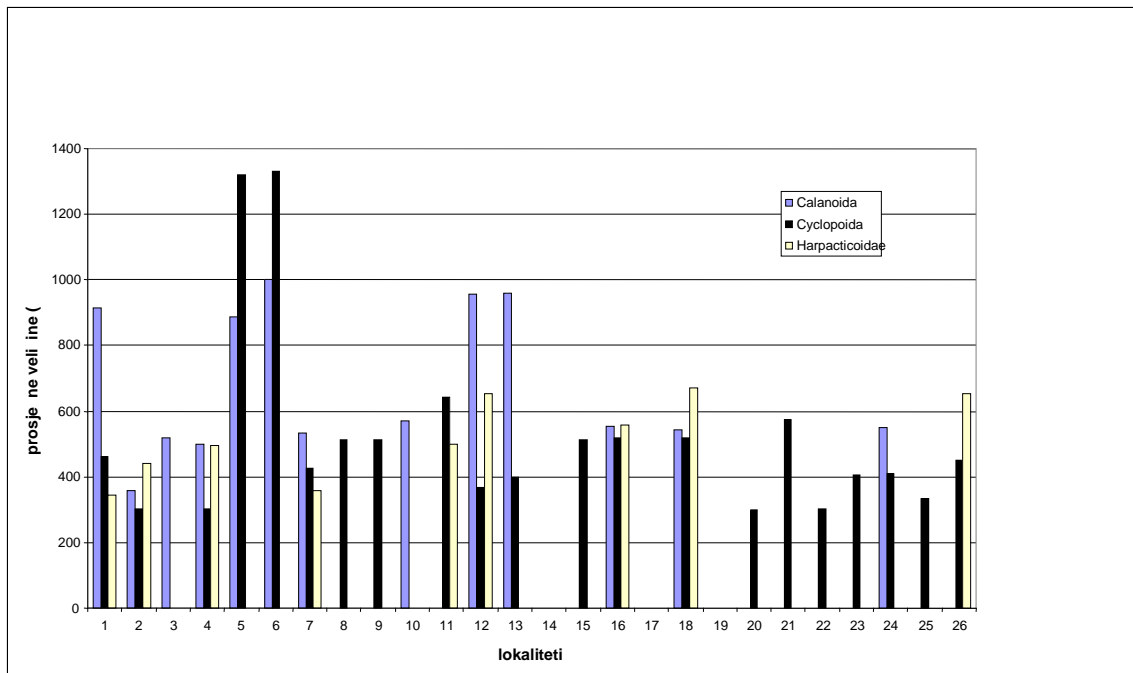
Slika 3.1.6. Brojnost Copepoda po dubini – Nozdarica.

3.2. VELI INA COPEPODA

Veli ine Calanoida su se kretale od 356,6 μm (Živa Voda na otoku Hvaru), do 1000 μm iz jame Velika Betina. Cyclopoida su bili od 300 μm iz buže Kukurina na Pagu do 1332 μm u jami Velika Betina. Veli ine Harpcticoidae su se kretale od 342,8 μm u jami pod Orljakom do 671 μm iz Morske jame. Dakle u jami Velika Betina na eni su najveći uzorci Calanoida i Cyclopoida. Calanoida su u pravilu bili veći od Cyclopoida osim u jami na Punta Korente i jami Velika Betina. Tablica 3.2. pokazuje odnose veličina između u tri skupine Copepoda.

Tablica 3.2. Prosje ne veli ine skupina Copepoda na istraživanim lokalitetima (µm).

Red.br.	Ime postaje	Mjesto	Calanoida	Cyclopoida	Harpacticoidae
1.	Jama pod Orljakom	Zaton-Šibenik	914,2	461,25	342,8
2.	Živa voda	Uvala Kozja,Zaton-Bogomolje,otok Hvar	356,6	302	440
3.	Spilja na Punt Ert	kod uvale Dumboka,Jadranovo-Kraljevica	520	0	0
4.	Medvje a spilja	otok Lošinj	499	302,5	496,7
5.	Jama na Punta Korente	Rovinj	889	1320	0
6.	Jama Velika Betina	Kokori i-Vrgorac	1000	1332	0
7.	Jama ispod Maranovi a	Maranovi i-otok Mljet	532	428	358
8.	Jama kod Dubokog doca	Trpanj-Pelješac	0	512	0
9.	Jama Podstražiš e	uvala Malo Zvinje,Sumartin-otok Bra	0	511,5	0
10.	Jama Stra in ica	otok Kor ula	571	0	0
11.	Špilja Šipun	Cavtat	0	642,7	498,6
12.	Medvedova buža	Lopar-otok Rab	956,7	367	653,5
13.	Jama pod Vodu	pod Dragami,Punat-Stara Baška-otok Krk	960	400	0
14.	Jama na Gajcu	otok Pag	0	0	0
15.	Jama u uvali Mag	otok Pag	0	512	0
16.	Jama Zaglave	prije uvale Devet Hliba,Žrnovska banja-Kor ula	555	520	558
17.	Katina buža	uvala Dubac-otok Pag	0	0	0
18.	Morska jama	uvala Male Vrulje-otok Kornat	545	518	671
19.	Jama iznad Vrulje	otok Kornat	0	0	0
20.	Buža Kukurina	otok Pag	0	300	0
21.	Nozdarica	otok Murter	0	575	0
22.	Vodena jama	otok Gustac(Piškara),Kornati	0	302	0
23.	Jama Bjejajka	uvala Bjejajka,Soline-otok Mljet	0	406	0
24.	Jama na rtu Lenga	otok Mljet	552	408	0
25.	Jama Gradina	otok Žirje	0	332	0
26.	Jama Gravranja a	otok Kurba Vela,Kornati	0	450	653



Slika 3.2. Prosje ne veli ine skupina Copepoda na istraživanim lokalitetima.

3.2.1. Veli ina skupina Copepoda u vertikalnom profilu

Na tablici 3.2.1. prikazana je veli ina porodica na raznim dubinama vode.

U jami pod Orljakom kalanoidi su u prosjeku bili najve i u najdubljem sloju dok su ciklopoidi najve i bili blizu površine, a harpaktikoidi su podjednake veli ine u cijelom stupcu.

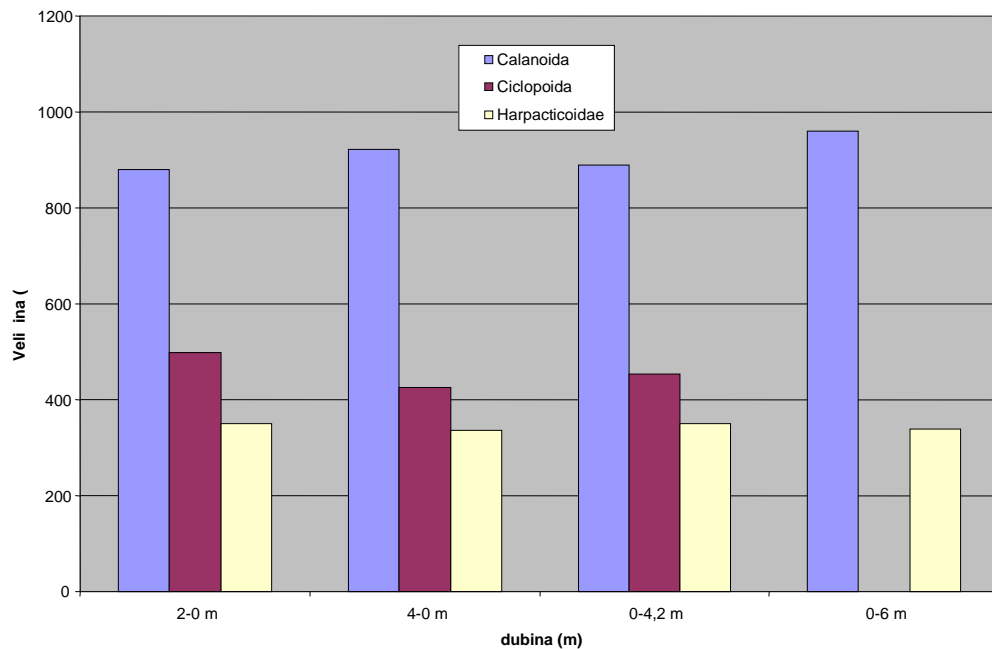
U Medvje oj spilji veli ina kalanoida se smanjivala porastom dubine.

U spilji Šipun vidi se malen rast veli ine od površine prema dubini kod Cyclopoida dok su Harpacticoidae nepromijenjeni.

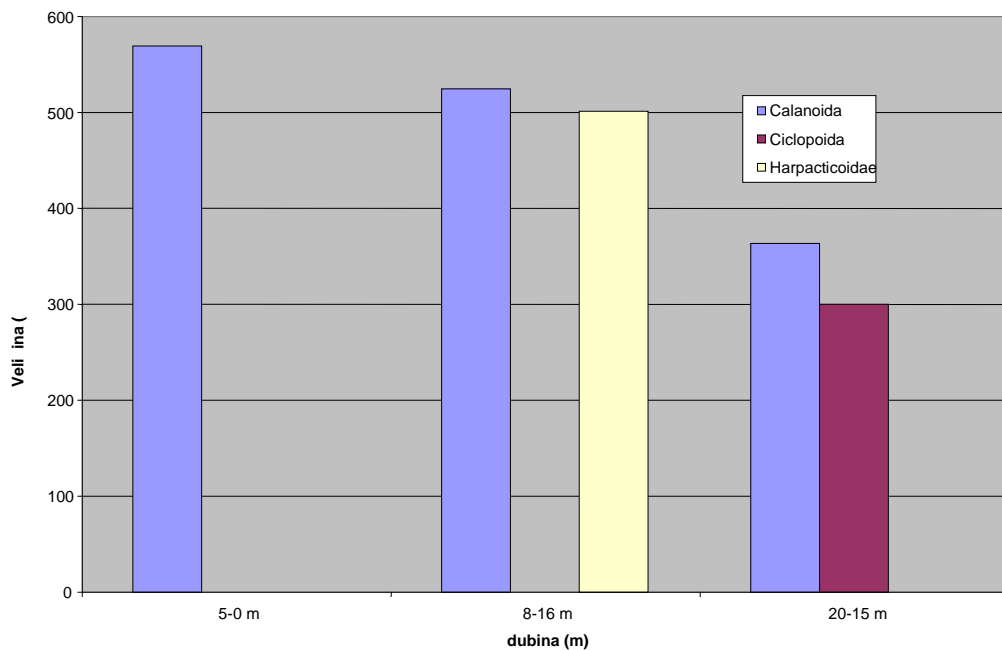
Ciklopoidi u Nozdarici pokazuju malen porast veli ine u najdubljem sloju.

Tablica 3.2.1. Veli ina Copepoda po dubini (μm).

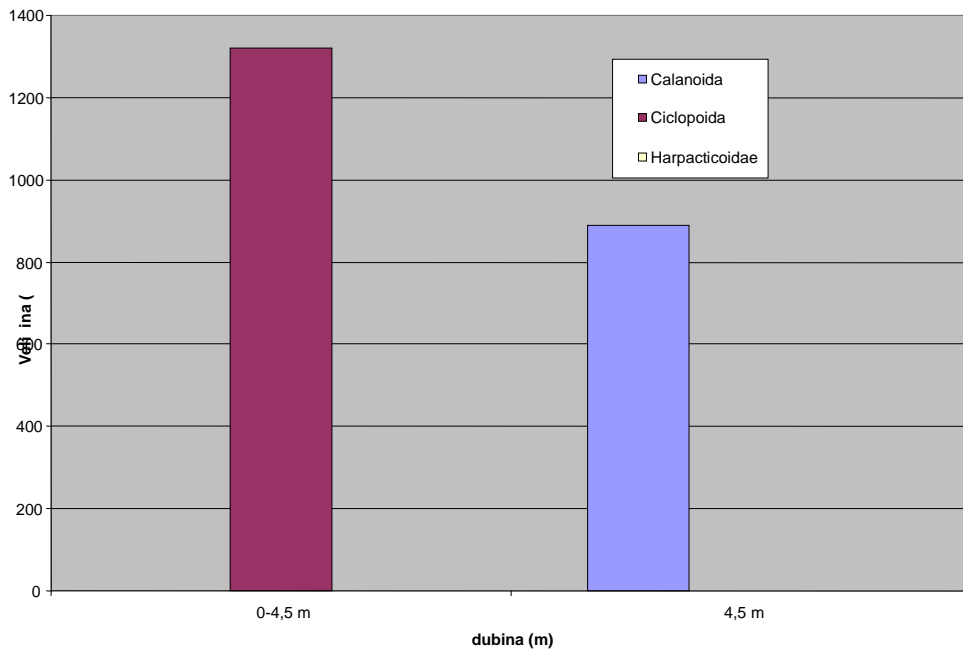
Ime postaje	Mjesto	Dubina	Calanoida	Cyclopoida	Harpacticoidae
Jama pod Orljakom	Zaton-Šibenik	2-0 m	880	500	350
Jama pod Orljakom	Zaton-Šibenik	4-0 m	921,5	425	336,5
Jama pod Orljakom	Zaton-Šibenik	0-4,2 m	889	455	351
Jama pod Orljakom	Zaton-Šibenik	0-6 m	959	0	340
Medvje a spilja	otok Lošinj	5-0 m	570	0	0
Medvje a spilja	otok Lošinj	8-16 m	525	0	501
Medvje a spilja	otok Lošinj	20-15 m	363	300	0
Jama na Punta Korente	Rovinj	0-4,5 m	0	1320	0
Jama na Punta Korente	Rovinj	4,5 m	889	0	0
Špilja Šipun	Cavtat	2-0 m	0	608	498
Špilja Šipun	Cavtat	0-6 m	0	628	496
Špilja Šipun	Cavtat	6-8 m	0	665	501
Jama pod Vodu	pod Dragami,Punat-Stara Baška,otok Krk	0-17,5 m	960	0	0
Jama pod Vodu	pod Dragami,Punat-Stara Baška,otok Krk	0-19,8 m	0	400	0
Nozdarica	otok Murter	17-0 m	0	548	0
Nozdarica	otok Murter	23-0 m	0	602	0



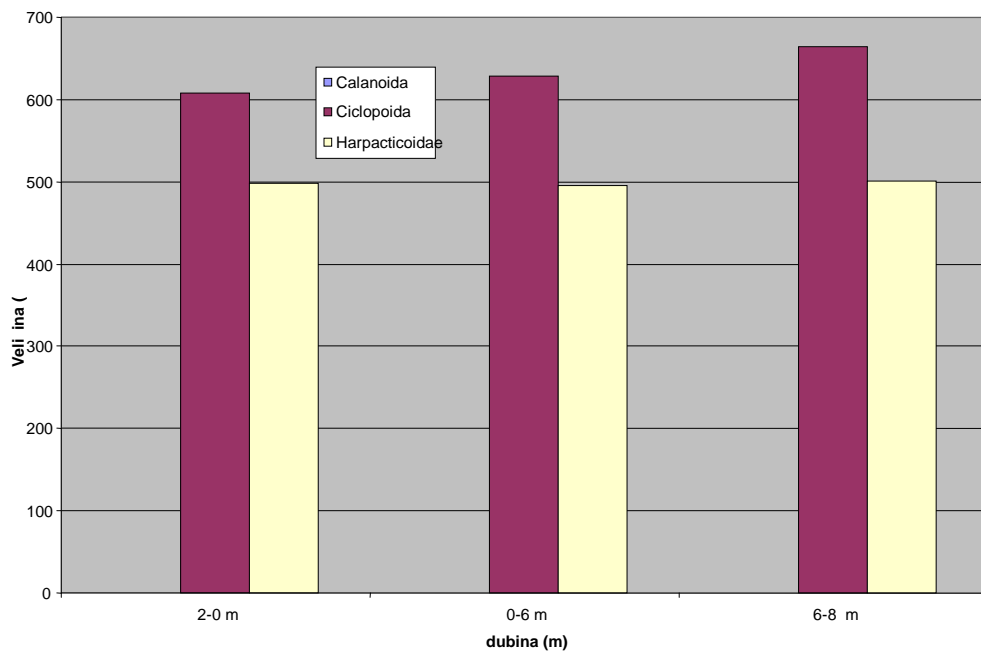
Slika 3.2.1. Veli ine Copepoda po dubini – Jama pod Orljakom.



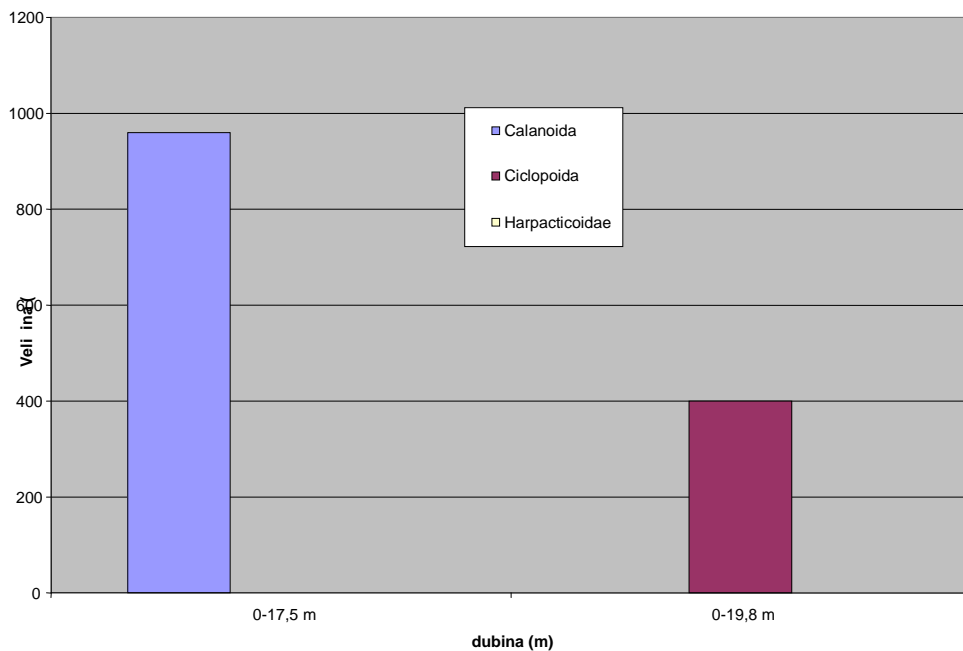
Slika 3.2.2. Veli ine Copepoda po dubini – Medvje a spilja.



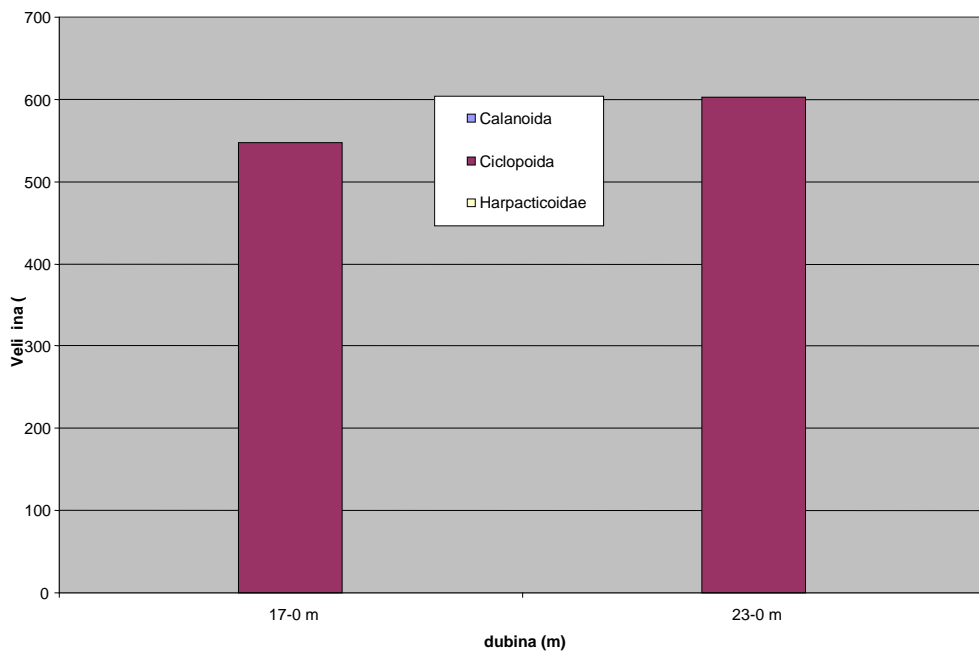
Slika 3.2.3. Veli ina Copepoda po dubini – Jama na Punta Korente.



Slika 3.2.4. Veli ina Copepoda po dubini – Špilja Šipun.



Slika 3.2.5. Veli ina Copepoda po dubini – Jama pod Vodu.



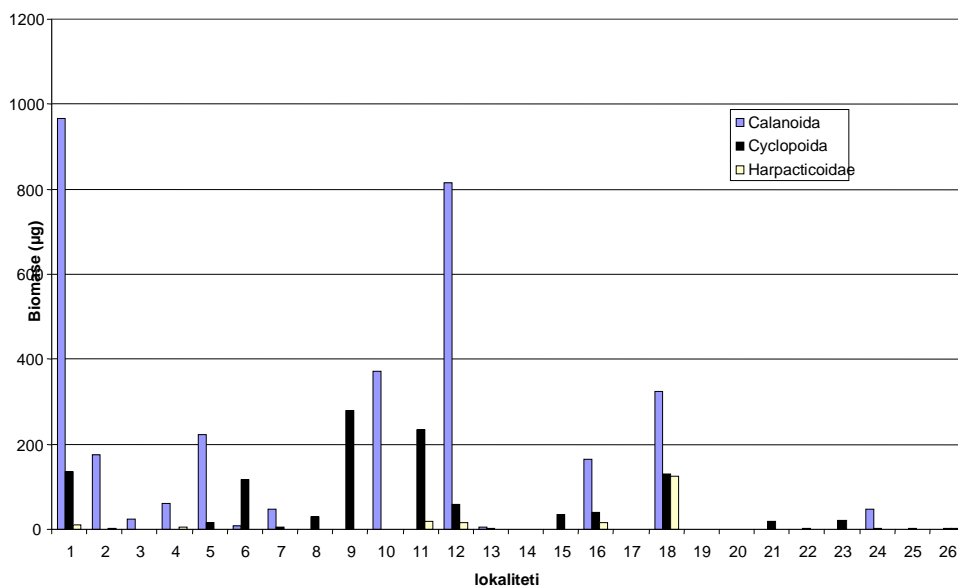
Slika 3.2.6. Veli ina Copepoda po dubini – Nozdarica.

3.3. Biomasa Copepoda

U tablici 3.3. pokazane su biomase veslonožaca. Na prvom je mjestu Jama pod Orljakom sa ukupnom biomasom sve tri skupine od 1112 μg . Iza nje je Medvedova buža sa 888,6 μg . Budući da je biomasa u direktnoj vezi sa brojnošću, Calanoida su na svim lokalitetima gdje su bili prisutni premašivali ciklopoide i harpaktikoide osim na lokalitetu Jama Velika Betina gdje su ciklopoidi imali najveću u biomasu. Harpaktikoidi su u većini uzoraka gdje su nađeni imali najmanju biomasu.

Tablica 3.3. Biomase skupina Copepoda na istraživanim lokalitetima (μg).

Red.br.	Ime postaje	Mjesto	Calanoida	Cyclopoida	Harpacticoidae
1.	Jama pod Orljakom	Zaton-Šibenik	965,6	135,7	10,8
2.	Živa voda	Uvala Kozja,Zaton-Bogomolje,otok Hvar	175	0,338	1,7
3.	Spilja na Puntir Ert	kod uvale Dumboka,Jadranovo-Kraljevica	24,6	0	0
4.	Medveja a spilja	otok Lošinj	62,1	1	5,9
5.	Jama na Punta Korente	Rovinj	223,3	15,3	0
6.	Jama Velika Betina	Kokori i-Vrgorac	9	117,25	0
7.	Jama ispod Maranovi a	Maranovi i-otok Mljet	46,7	5,6	0,136
8.	Jama kod Dubokog doca	Trpanj-Pelješac	0	30	0
9.	Jama Podstražiše	uvala Malo Zvinje,Sumartin-otok Bra	0	279	0
10.	Jama Stranica	otok Korula	371	0	0
11.	Špilja Šipun	Cavtat	0	233,7	19,6
12.	Medvedova buža	Lopar-otok Rab	815,7	57,6	15,3
13.	Jama pod Vodou	pod Dragami,Punat-Stara Baška-otok Krk	4,2	3,1	0
14.	Jama na Gajcu	otok Pag	0	0	0
15.	Jama u uvali Mag	otok Pag	0	34,1	0
16.	Jama Zaglave	prije uvale Devet Hliba,Žrnovska banja-Korula	165,2	40,6	15,7
17.	Katina buža	uvala Dubac-otok Pag	0	0	0
18.	Morska jama	uvala Male Vrulje-otok Kornat	323,3	131,4	125,4
19.	Jama iznad Vrulje	otok Kornat	0	0	0
20.	Buža Kukurina	otok Pag	0	0,67	0
21.	Nozdarica	otok Murter	0	17,9	0
22.	Vodena jama	otok Gustac(Pišćara),Kornati	0	1,352	0
23.	Jama Bjejjajka	uvala Bjejjajka,Soline-otok Mljet	0	20,9	0
24.	Jama na rtu Lenga	otok Mljet	48,1	2,56	0
25.	Jama Gradina	otok Žirje	0	3,3	0
26.	Jama Gravranja a	otok Kurba Vela,Kornati	0	1,57	3,8



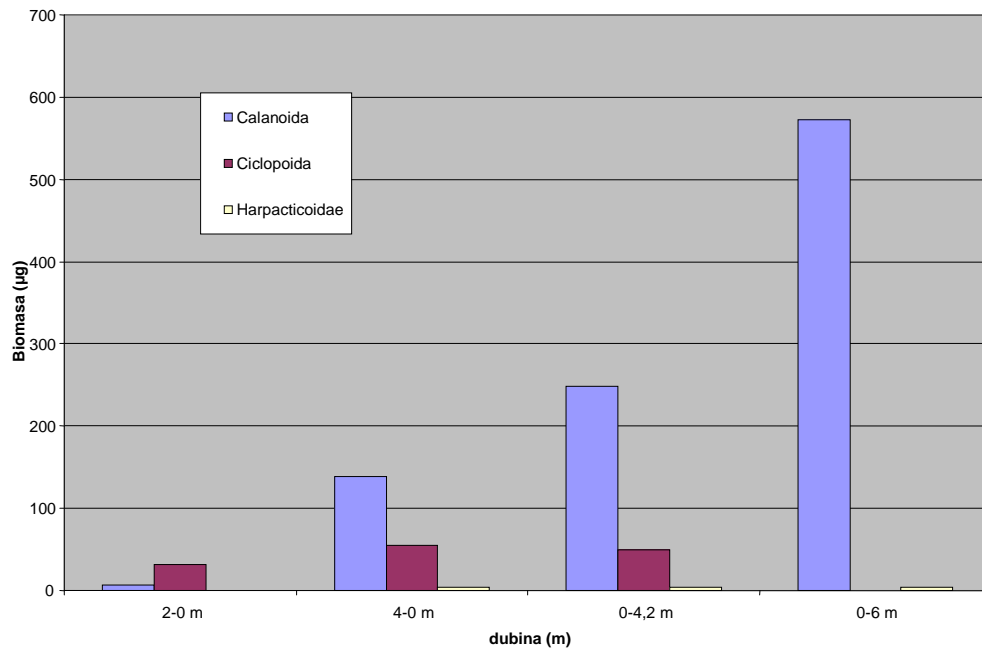
Slika 3.3. Biomase skupina Copepoda na istraživanim lokalitetima.

3.3.1. Biomase skupina Copepoda u vertikalnom profilu

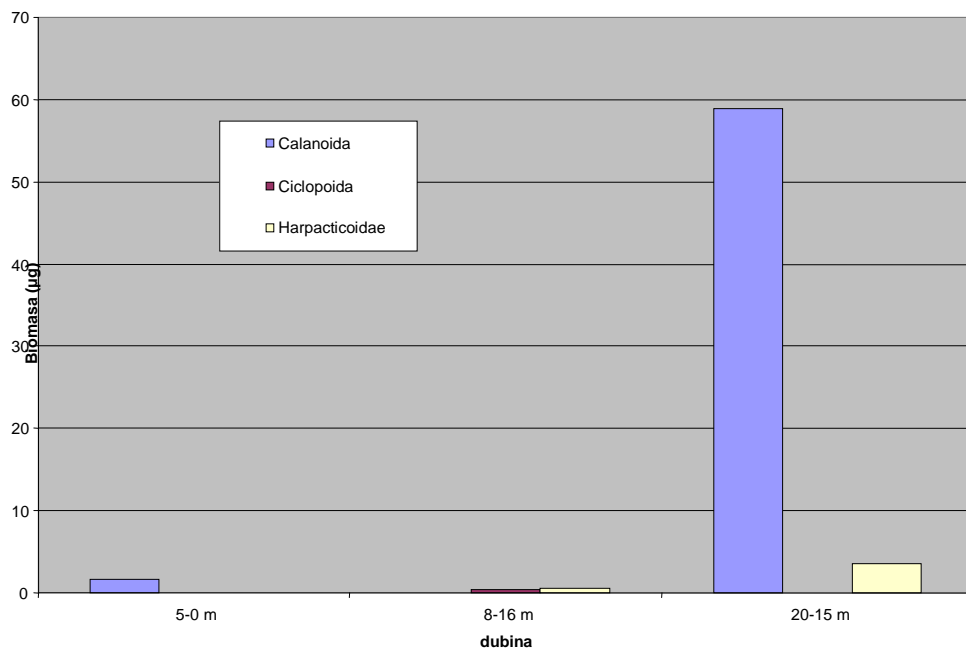
U jami pod Orljakom biomasa kalanoida je najveća u najdubljem sloju kao i u Medvje ožipilji što prikazuje tablica 3.3.1. U spilji Šipun ciklopoidi imaju najveću biomasa od 0 – 2 m dubine, a u Nozdarici u najdubljem sloju.

Tablica 3.3.1. Biomasa Copepoda po dubini (μg).

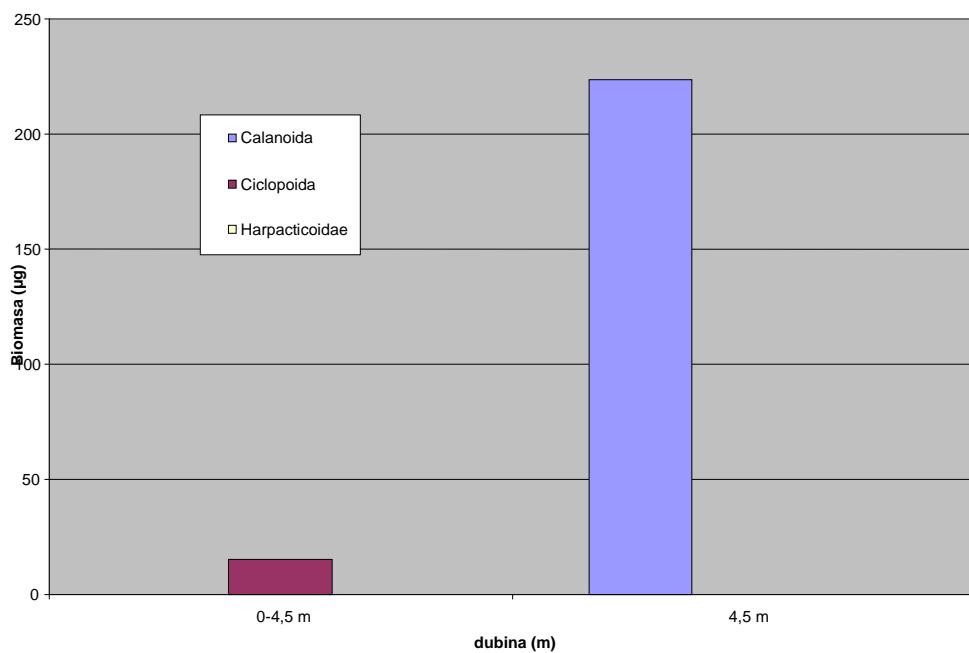
Ime postaje	Mjesto	Dubina	Calanoida	Cyclopoida	Harpacticoidae
Jama pod Orlijakom	Zaton-Šibenik	2-0 m	7,2	31,5	0,25
Jama pod Orlijakom	Zaton-Šibenik	4-0 m	138,7	54,4	3,7
Jama pod Orlijakom	Zaton-Šibenik	0-4,2 m	249	50	3,5
Jama pod Orlijakom	Zaton-Šibenik	0-6 m	571,8	0	3,46
Medvje a spilja	otok Lošinj	5-0 m	1,7	0	0
Medvje a spilja	otok Lošinj	8-16 m	0	0,345	0,537
Medvje a spilja	otok Lošinj	20-15 m	58,9	0	3,6
Jama na Punta Korente	Rovinj	0-4,5 m	0	15,3	0
Jama na Punta Korente	Rovinj	4,5 m	223,3	0	0
Špilja Šipun	Cavtat	2-0 m	0	47,6	2,33
Špilja Šipun	Cavtat	0-6 m	0	9,5	7,4
Špilja Šipun	Cavtat	6-8 m	0	1,8	0,6
Jama pod Vodu	pod Dragami,Punat-Stara Baška,otok Krk	0-17,5 m	4,2	0	0
Jama pod Vodu	pod Dragami,Punat-Stara Baška,otok Krk	0-19,8 m	0	3,1	0
Nozdarica	otok Murter	17-0 m	0	4,7	0
Nozdarica	otok Murter	23-0 m	0	13,1	0



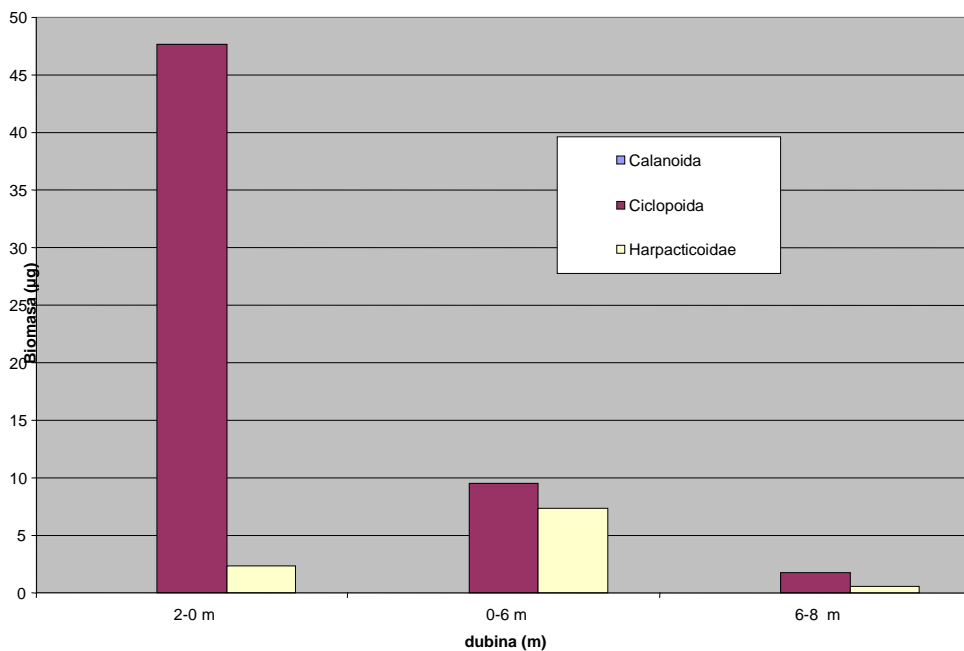
Slika 3.3.1. Biomasa Copepoda po dubini – Jama pod Orlijakom.



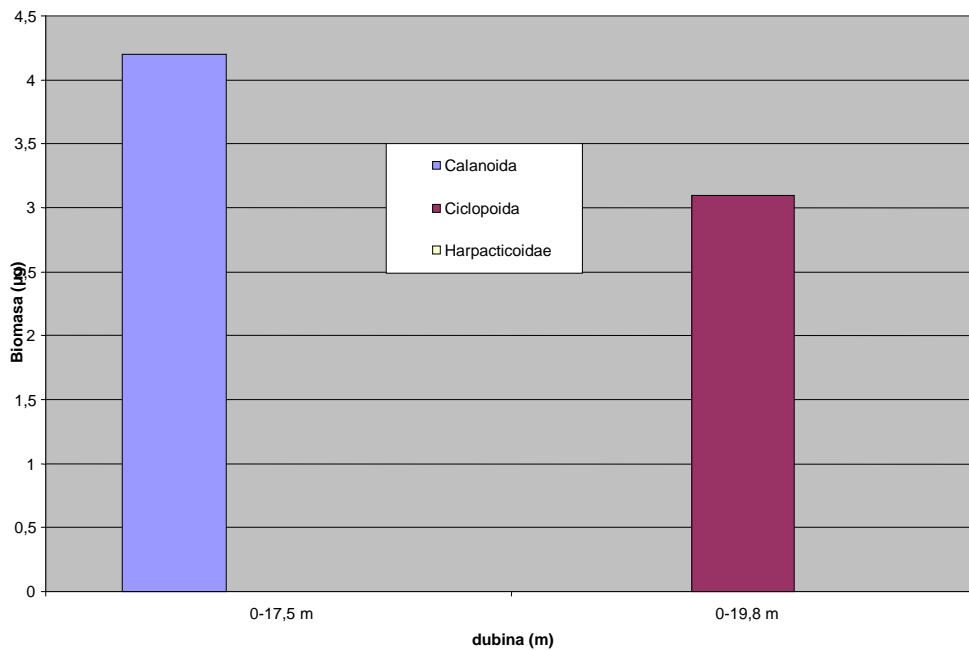
Slika 3.3.2. Biomasa Copepoda po dubini – Medvje a spilja.



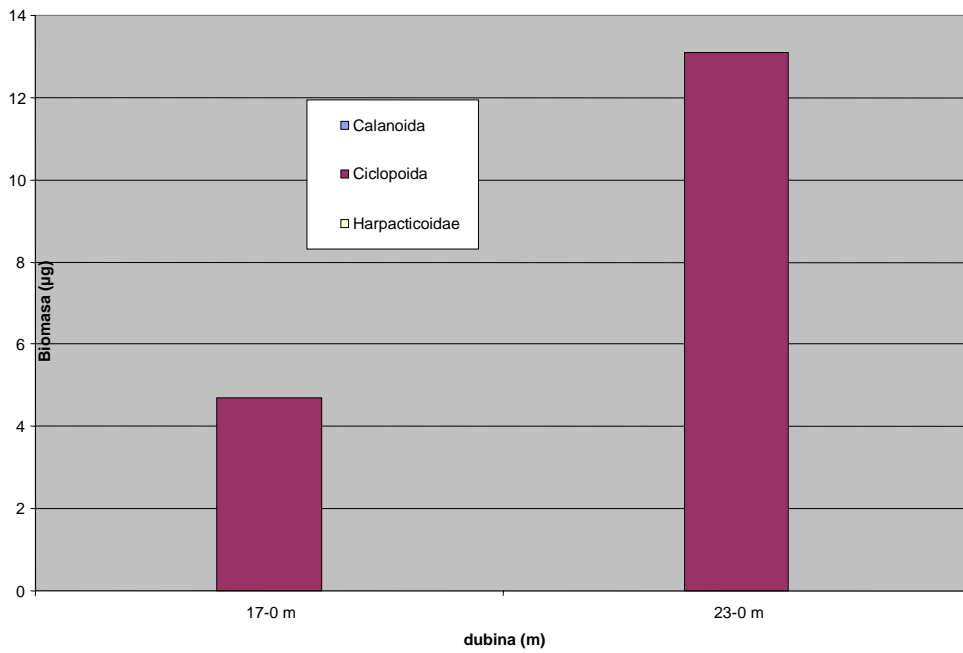
Slika 3.3.3. Biomasa Copepoda po dubini – Jama na Punta Korente.



Slika 3.3.4. Biomasa Copepoda po dubini – Špilja Šipun.



Slika 3.3.5. Biomasa Copepoda po dubini – Jama pod Vodou.



Slika 3.3.6. Biomasa Copepoda po dubini – Nozdarica.

3.4. BOGATSTVO VRSTA, UJEDNA ENOST, SIMPSONOV I SHANNON – WIENEROV INDEKS RAZNOLIKOSTI COPEPODA

U tablici 3.4. prikazani su broj skupina (S), ukupni broj jedinki na lokalitetu (N), te bogatstvo vrsta (d), ujedna enost (J), Shannon-Wienerov indeks (H) i Simpsonov indeks (1-) na lokalitetima gdje je provedeno prikupljanje uzoraka.

Bogatstvo vrsta pokazuje najvišu vrijednost kod jame Gravranja a : 0,72, gdje su na ene po dvije jedinke ciklopoida i harpaktikoida. Najniža vrijednost bogatstva vrsta je kod spilje Šipun i iznosi 0,19.

Ujedna enost je tako er najviša u jami Gravranja a gdje iznosi 1,00, a najniža je u Živoj vodi gdje je 0,12 zbog izrazite dominacije Calanoida me u na enim ra i ima.

Shannon – Wienerov indeks raznolikosti pokazuje najvišu vrijednost kod jame pod Orljakom (1,04) u kojoj je i najve i ukupni broj jedinki, a najmanju u Živoj vodi – 0,13.

Simpsonov indeks je najve i u jami Gravranja a gdje iznosi 0,67, a najmanji je u Živoj vodi gdje je 0,05.

Na postajama: Spilja na Punti Ert, Jama kod Dubokog Doca, Jama Podstražiš e, Jama Stra in ica, Jama u uvali Mag, Buža Kukurina, Nozdarica, Vodena jama i Jama Bjejajka na eni su u uzorcima samo jedna skupina veslonožaca što je onemogu ilo izra unavanje navedenih indeksa, bogatstva vrsta i ujedna enosti. Na slici 3.4.1. prikazan je Shannon – Wienerov indeks raznolikosti na pojedinim postajama.



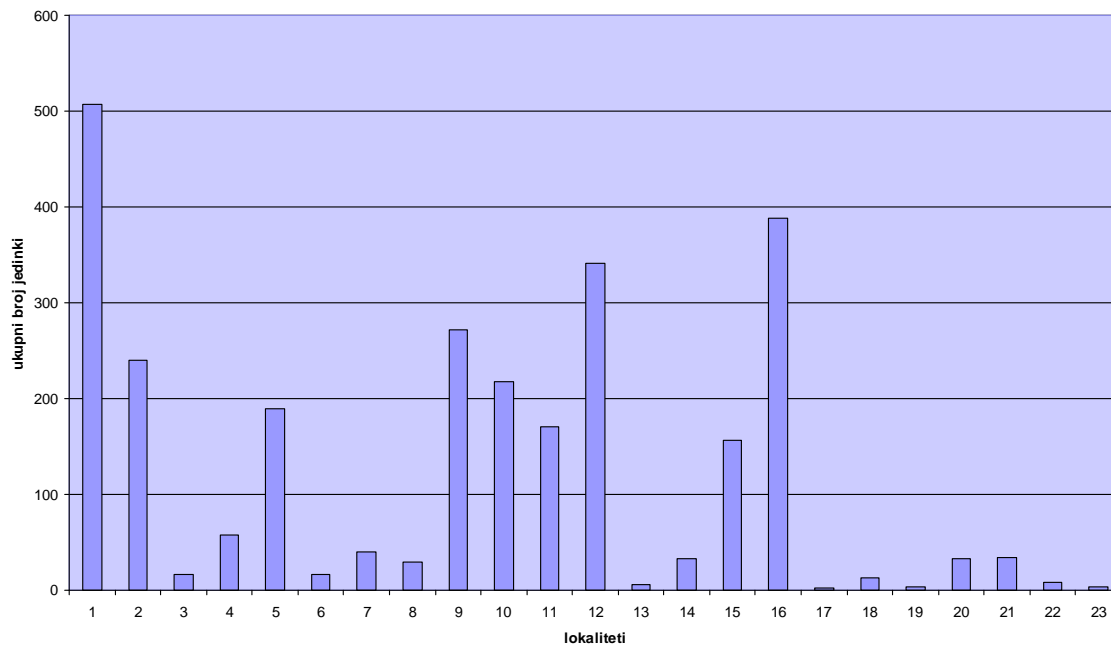
Slika 3.4.1. Shannon – Wienerov indeks raznolikosti na lokalitetima.

Tablica 3.4. Broj skupina, ukupni broj jedinki, bogatstvo vrsta, ujedna enost, te Shannon-Wienerov i Simpsonov indeks raznolikosti.

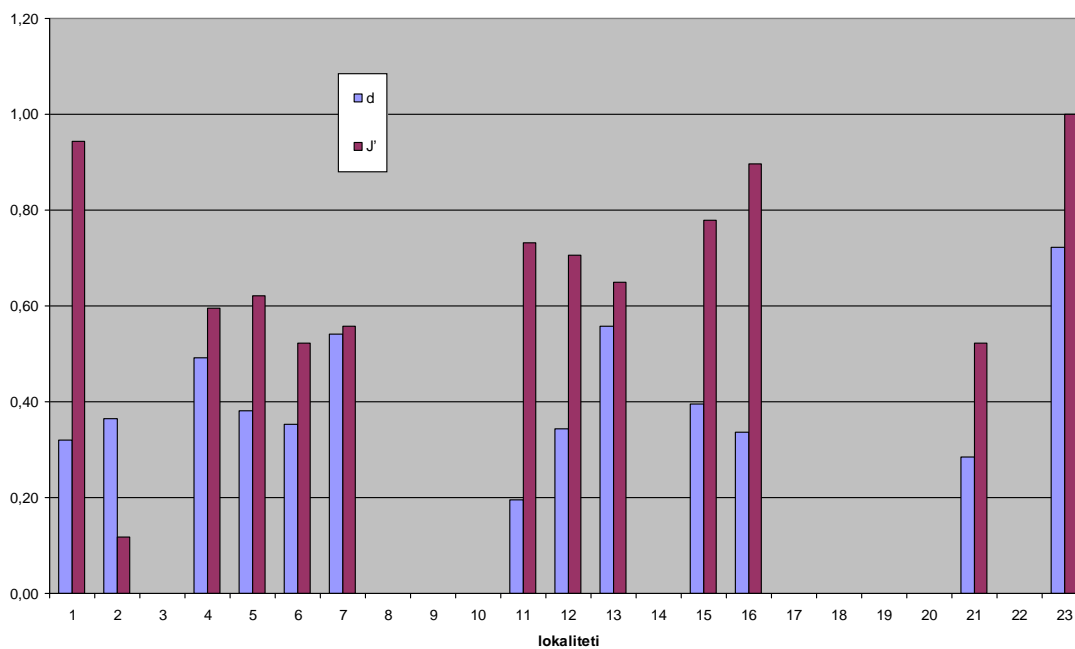
Red.br.	Ime postaje	S	N	d	J'	H	1-
1.	Jama pod Orljakom	3	507	0,32	0,94	1,04	0,63
2.	Živa voda	3	240	0,36	0,12	0,13	0,05
3.	Spilja na Punt Ert	1	17				
4.	Medvje a špilja	3	58	0,49	0,59	0,65	0,37
5.	Jama na Punta Korente	3	189	0,38	0,62	0,68	0,45
6.	Jama Velika Betina	2	17	0,35	0,52	0,36	0,22
7.	Jama ispod Maranovi a	3	40	0,54	0,56	0,61	0,37
8.	Jama kod Dubokog doca	1	29				
9.	Jama Podstražiš e	1	272				
10.	Jama Stra in ica	1	218				
11.	Špilja Šipun	2	171	0,19	0,73	0,51	0,33
12.	Medvedova buža	3	341	0,34	0,71	0,77	0,51
13.	Jama pod vodu	2	6	0,56	0,65	0,45	0,33
14.	Jama u uvali Mag	1	33				
15.	Jama Zaglave	3	156	0,4	0,78	0,86	0,51
16.	Morska jama	3	388	0,34	0,9	0,98	0,6
17.	Buža Kukurina	1	2				
18.	Nozdarica	1	13				
19.	Vodena jama	1	4				
20.	Jama Bjejajka	1	33				
21.	Jama na rtu Lenga	2	34	0,28	0,52	0,36	0,21
22.	Jama Gradina	1	8				
23.	Jama Gravranja a	2	4	0,72	1	0,69	0,67

Legenda:

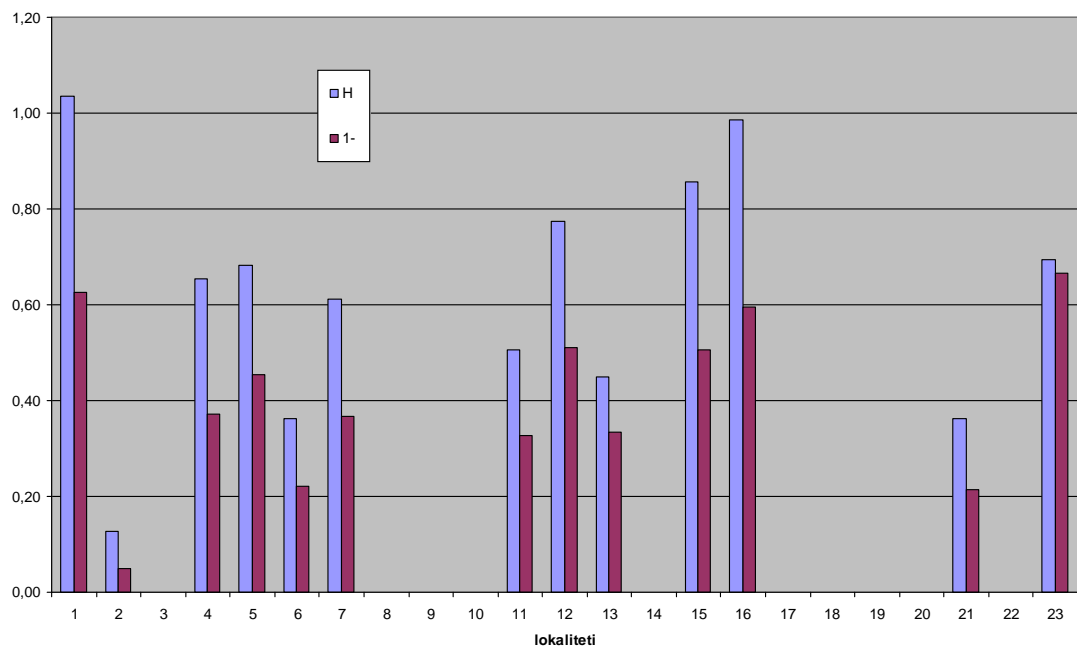
S	broj skupina (vrsta)
N	ukupni broj jedinki na lokalitetu
d	bogatstvo vrsta (po Margalefu)
J'	ujedna enost (po Pielou)
H	Shannon-Wienerov indeks
1-	Simpsonov indeks



Slika 3.4.2. Ukupni broj jedinki na istraživanim lokalitetima.



Slika 3.4.3. Bogatstvo vrsta –d i ujedna enost – J'.



Slika 3.4.4. Shannon – Wienerov indeks i Simpsonov indeks.

4. RASPRAVA

Dosadašnja istraživanja faune anhijalinih staništa u Hrvatskoj su malobrojna. Literaturni podaci su šturi i uglavnom se odnose na pojedine lokalitete ili nalaze vrsta (Sket 1986, 1988, 1994, Petkovski 1983), dok su pregledni radovi rijetki ili sadrže osvrt samo na neka područja (Bukvičević-Ternjević 2001; Ternjević 2001, 2002; Ternjević i Stanković 2007; J. Bedek i sur. 2006). Međutim, na temelju postojećih radova može se naslutiti da su veslonošci jedna od skupina koja se na takvim biotopima nalazi gotovo redovito. Prema check listi faune Copepoda Hrvatske 30-tak vrsta obitava u raznim podzemnim staništima, od toga je u anhijalnim špiljama zabilježeno 13 vrsta (Ternjević 2002; Ternjević i Stanković 2007). Najvećim dijelom su to pripadnici skupine Harpacticoida i Cyclopoida, dok su Calanoida rijetko zastupljeni. Na temelju ovog istraživanja teško je zaključiti o zastupljenosti pojedinih vrsta (budući da su jedinice determinirane do razine reda), ali Cyclopoida je najzastupljenija skupina u uzorcima sakupljenih lokaliteta. Broj vrsta su najzastupljeniji bili predstavnici Calanoida, dok su Harpacticoida kvalitativno i kvantitativno bili najslabije zastupljeni.

U ovom istraživanju uzorci su sakupljeni na anhijalnim staništima na kopnu i na jadranskim otocima. Za neke od lokaliteta postoje podaci već od prije. Primjerice, prema navodima J. Bedek i sur. (2006) u katalogu tipskih špiljskih lokaliteta faune Hrvatske, u jami Velika Betina blizu Vrgorca utvrđena je samo jedna vrsta Calanoida (*Stygodiaptomus petkovskii* Brancelj, 1991), dok su tijekom ovih istraživanja utvrđeni i Cyclopoida i Calanoida. Također u jami na Punta Korente kod Rovinja utvrđeni su Calanoida i Harpacticoida koji do sada u spomenutom katalogu na ovom lokalitetu nisu bili navedeni kao dio špiljske faune. U uzorcima iz špilje Šipun dominirali su Cyclopoida što je u skladu s prijašnjim nalazima na ovom lokalitetu: J. Bedek i sur. (2006) u istraživanju špilje Šipun navodi dvije vrste Cyclopoida - *Metacyclops trisetosus* Herbst, 1957 i *Thermocyclops dalmatica* Petkovski, 1955.

Od ovih lokaliteta, Živa voda na Hvaru je imala najviše Calanoida, te vrlo malo predstavnika ostalih skupina. J. Bedek i sur. (2006) navode Calanoida kao jedine

predstavnik Copepoda u jami Živa voda i to vrstu *Speleohvarella gamulini* Kršini (2005). Međutim, moramo naglasiti da je to morska vrsta koja ne dolazi u limni kom dijelu. Ovaj primjer potvrđuje jednu od osobitosti ovakvih staništa gdje se na istom lokalitetu mogu pronaći i slatkovodne i morske vrste. Sličan je i nalaz vrste *Speleoharia mestrovi* u anhijalinoj spilji na Visu, također u morskom dijelu špilje (Kršini 2008).

Geografski gledano, na sjevernom primorju (Istra, Krk, Kraljevica) kvalitativno dominiraju Calanoida i Cyclopoida, dok su sve tri skupine nađene samo na Rabu i Lošinj. Na četiri postaje na otoku Pagu, dvije su sadržavale veslonošce i to samo Cyclopoida. Na spomenutim lokalitetima (osim Paga i Kraljevice gdje je u uzorcima nađena samo jedan red), Shannon – Wienerov indeks se kreće od 0,5 (Krk) do 0,8 (Rab) i u prosjeku je veći od lokaliteta na južnom Jadranu. To upućuje na veće bogatstvo i ujednaenost skupina Copepoda sjevernog Jadrana od južnog. U srednjem Jadranu (Kornati, Murter i Zaton) od redova u uzorcima kvalitativno prevladavaju Cyclopoida koji su nađeni na 6 postaja (od 7), dok su Calanoida prisutni u samo dvije. Harpacticoida jedino u srednjem Jadranu kvalitativno nadmašuju Calanoida. Shannon – Wienerov indeks ovdje u prosjeku ima najvišu vrijednost ako izostavimo one postaje sa samo jednim redom. Južni Jadran (otoci Brač, Hvar, Korčula, Mljet, te Vrgorac, Pelješac i Cavtat) pokazuju kao što je već spomenuto u prosjeku najniže vrijednosti Shannon – Wienerovog indeksa raznolikosti. Od skupina ovdje kvalitativno dominiraju Cyclopoida (9 od 10 postaja), zatim Calanoida, dok je Harpacticoida bilo na 4 od 10 postaja.

5. ZAKLJUČAK

- Na 26 istraživanih postaja nađeno je ukupno 1390 predstavnika Calanoida, 1037 Cyclopoida i 233 Harpacticoida.
- Ciklopoidi su nađeni na 21 postaji, kalanoidi na 13, a harpaktikoidi na 9 postaja.
- Calanoida su na lokalitetima gdje su bili prisutni brojnošću, veličinom i biomasom uglavnom nadmašivali ostale dvije skupine dok su harpaktikoidi brojnošću i biomasom redovito bili iza Calanoida i Cyclopoida.
- Najveći i ukupni broj jedinki Copepoda bio je u jami pod Orljakom kod Zatona, nakon nje u Morskoj jami na otoku Kornat.
- Najmanji broj veslonožaca je utvrđen u buži Kukurina na otoku Pagu. Na postajama: Jama na Gajcu (Pag), Katina buža (Pag) i Jama iznad Vrulje (otok Kornat), nisu nađeni predstavnici Copepoda u sakupljenim uzorcima.
- Bogatstvo vrsta, ujednačenost i Simpsonov indeks raznolikost su bili najveći u jami Gravranja a na otoku Kurba Vela (Kornati), dok su Simpsonov, Shannon – Wienerov indeks i ujednačenost bili najmanji u Živoj vodi na Hvaru, a bogatstvo vrsta u Špilji Šipun. Shannon – Wienerov indeks raznolikosti je bio najveći u jami pod Orljakom kod Zatona.

6. LITERATURA

- Bedek J., S. Gottstein – Mato ec, B. Jalži , R. Ozimec, V. Štamol (2006.): Katalog tipskih špiljskih lokaliteta faune Hrvatske. *Natura Croatica* 15
- Bottrel, H. H., Duncan, A., Gliwicz, Z. M., Grygierek, E., Herzig, A., Hillbricht Ilkowska, A., Kurosawa H., Larsen, P. & Weglenska, T. 1976. A review of some problems in zooplankton production studies. *Norway Journal of Zoology* 24: 419-456.
- Bukvi -Ternjej, I., Kerovec, M., Mihaljevi , Z., Tav ar, V., Mrakov i , M. & Mustafi , P. (2001) Copepod communities in karstic mediterranean lakes along the eastern Adriatic coast. *Hydrobiologia*, 453/454 (1), 325–333.
- Krsnik – Rasol, PMF, ZG. Web. Pristupljeno 23.1.2009. dostupno na: [www. Biol. pmf. hr./~ mrasol/Praktikum 3. htm](http://www.Biol.pmf.hr/~mrasol/Praktikum3.htm)
- Kršini F. (2008): Description of *Speleophria maestrovi* sp. Nov., a new copepod (Misophrioida) from an anchialine cave in the Adriatic Sea. Split.
- Smith R., Smith T. (2003): Elements of ecology
- Petkovski, T.K. 1983 Kalanoidi – Calanoida (Crustacea – Copepoda) 5. U: Fauna na Makedonija, Prirodonau eni Muzej na Makedonija, Skopje, 182 pp
- Sket, B. 1986. Ecology of the mixohaline hypogean fauna of the Yugoslav coast. *Stygologia*, 2 (4), 317–338.
- Sket, B. 1988 Zoogeografija slatkovodnih in somornih rakov (Crustacea) v kvarnersko velebitskom obmo ju (Zoogeography of the freshwater and brackish Crustacea in the Kvarner-Velebit islands (NW Adriatic, Yugoslavia). *Biološki vestnik*, 36, 63–76.

Šket, B. 1994 Distribution patterns of some subterranean Crustacea in the territory of the former Yugoslavia, *Hydrobiologia*, 287, 65–75.

Ternjej, I. 2002. Copepoda. U: Gottstein Mato ec, S. (ed.), An overview of cave and interstitial biota of Croatia. *Natura Croatica*, 11 (Suppl 1): 1-112.

Ternjej, I. 2001. Copepoda, Croatia. U: Juberthie, C. & V. Decu (eds.) *Encyclopaedia Biospeologica*. III. Société de Biospéologie, Moulis. pp. 2237-2287.

Ternjej I. , Stankovi I. (2007): Checklist of fresh and brackish water free – living Copepods (Crustacea: Calanoida, Cyclopoida) from Croatia. Zagreb.

Vreb evi , B. (1996) : Priručnik za upoznavanje slatkovodnih ra i avslonožaca (Copepoda, Cyclopidae) i rašljoticalaca (Cladocera) Hrvatske. Hrvatsko ekološko društvo, Zagreb.