Biološka raznolikost veslonožaca (Copepoda, Crustacea) anhijalinih špilja Hrvatske

Novosel, Dora

Master's thesis / Diplomski rad

2009

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:217:086356

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

Dora Novosel

Biološka raznolikost veslonožaca (*Copepoda, Crustacea*) anhijalinih špilja Hrvatske

Diplomski rad

Zagreb, 2009. godina

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Biološki odsjek Diplomski rad

Biološka raznolikost veslonožaca (Copepoda, Crustacea) u anhijalinim spiljama Hrvatske

Dora Novosel

Zoologijski zavod, Prirodoslovno – matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu
Rooseveltov trg 6

Istraživanje raznolikosti Copepoda provedeno je na anhijalinim lokalitetima Hrvatske. Uzorkovanje je provedeno od strane Hrvatskog prirodoslovnog muzeja u razdoblju od travnja 2006. do siječnja 2008.

Utvrđena su četiri reda Copepoda, od kojih je 508 jedinki pripadalo redu Cyclopoida, 1126 Calanoida, 9 Misophrioida i 103 Harpacticoida. Zaključeno je da su na istraživanim lokalitetima prevladavali Calanoida i Cyclopoida. Najveća ukupna brojnost veslonožaca utvrđena je na loklitetu Jama Bijaka (Brač). Izračunati su Simpsonov i Shannon-Weinerov indeks raznolikosti, bogatstvo vrsta i ujednačenost, te napravljena multivarijantna analiza pri kojoj je korištena Bray-Curtisova matica sličnosti. Oba indeksa raznolikosti pokazali su najveću vrijednost na lokalitetu Jama na rtu Lenga, gdje je bila i najveće bogatstvo vrsta. Multivarijantnom analizom utvrđena je visoka sličnosti među kopnenim lokalitetima, te sličnost unutar otočnih lokaliteta Srednje i Južne Dalmacije.

(23 stranica, 14 slika, 2 tablica, 12 literaturnih navoda, jezik izvornika: Hrvatski)

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

Ključne riječi: anhijaline spilje, Copepoda, indeksi raznolikosti, multivarijantna analiza

Voditelj: Dr. sc. Ivančica Ternjej, doc.
Ocjenitelji: Dr. sc. Zdravko Dolenec, prof.
Dr. sc. Branka Pevalek – Kozlina, prof.
Zamjena: Dr. sc. Zlatko Mihaljević, doc.

Rad prihvaćen: 1. srpnja 2009.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Division of Biology

Graduation Thesis

Biodiversity of copepods (Copepoda, Crustacea) in anchialine caves of Croatia

Dora Novosel

Department of Zoology , Faculty of Science, University of Zagreb
Rooseveltov trg 6

Research on copepod biodiversity was conducted in anchialine habitats of Croatia. Sampling was made by Croatian Natural History Museum in period from April 2006 to January 2008.

Four orders of Copepods were determined with 508 individals of order Cyclopoida, 1126 Calanoida, 9 Misophrioida and 103 Harpacticoida. Orders Calanoida and Cyclopodia were dominant on all stations. Highest abundance of Copepoda was found at Jama Bijaka (Island Brač). Simpson's and Shannon – Weiner's diversity index, richness of species and evenness were calculated. Non – metric Multi-Dimensional Scaling Analysis (MDS) was also made, using Bray –Curtis similarity resemblance matrix. Diversity indexes showed highest value at Jama na rtu Lenga (Island Mljet) which is also the station with highest value of species richness. With MDS Analysis high similarity was determined within land located stations and also within island stations of Central and South Dalmatia.

(23 pages, 14 figures, 2 tables, 12 references, original in: Croatian)

Thesis deposited in Central biological library Department of Zoology, Faculty of Science, University of Zagreb, Rooseveltov trg 6

Key words: anchialine caves, Copepoda, diversity indexes, Bray-Curtis similarity

Supervisor: Dr. Ivančica Ternjej, Asst. Prof.
Rewiewers: Dr. Zdravko Dolenec, Prof.
Dr. Branka Pevalek – Kozlina, Prof.
Replacement: Dr. Zlatko Mihaljević, Asst. Prof.

Thesis accepted: July 1st 2009.

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

Voljela bih se zahvaliti svojoj mentorici doc. Ivančici Ternjej na pomoći, potpori i velikom strpljenju. Veliko hvala ide i asistentu Igoru Stankoviću za pomoć pri prvim koracima u laboratoriju.

Zahvaljujem se i gospodinu Branku Jalžiću s Hrvatskog Prirodoslovnog Muzeja u Zagrebu na prikupljenim uzorcima bez kojih ovaj rad ne bi bio moguć.

Hvala mojoj obitelji na sakupljanju skakavaca, izradi kutija, prešanju biljaka i na strpljenju sa svim mojim biološkim mušicama. Hvala im na bezuvjetnoj ljubavi.

Hvala mojim najboljim prijateljima na uhu za slušanje, ramenu za plakanje i svom podijeljenom veselju. Hvala NSB ekipi za duge dane i kratke kave. Svim mojim prijateljima hvala što su sa mnom dijelili ovaj lijepi studentski život i dopratili me do novih avantura.

SADRŽAJ

1. UVOD 1
   1.1. ANHIJALINE SPILJE 1
      1.1.1. Abiotički čimbenici 1
      1.1.2. Anhijalini Crustacea 2
         1.1.2.1. Copepoda 2
   1.2. CILJ ISRAŽIVANJA 4

2. MATERIJALI I METODE 5
   2.1. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA 5
   2.2. OBRADA PODATAKA 7

3. REZULTATI 8
   3.1. BROJNOST 8
   3.2. BIORAZNOLIKOST COPEPODA 13
   3.3. STATISTIČKA ANALIZA PODATAKA 17

4. RASPRAVA 19

5. ZAKLJUČAK 21

6. LITERATURA 22

1. UVOD

1.1. ANHIJALINE SPILJE

Anhijalina staništa su vodena tijela u šupljinama duž morske obale i u njima se primjećuje varijabilnost ekoloških parametara zbog utjecaja mora, a nastanjuju ih pojedine podzemne vrste. To predmnijeva podzemnu povezanost spilje ili bazena s morem. Takva staništa mogu sadržavati morsku vodu, ali se primarno sastoje od slojeva vode različitog stupnja saliniteta. U iznimnim slučajevima, sadrže i slatku vodu ali ih nastanjuju neke životinjske vrste bliskih morskih provincija. (Sket, 1996.) Izražene su karakteristike spiljskog staništa kao primjerice tama, nedostatak hrane, to ograničeni pristup površini. Anhijalina staništa mogu se naći bilo gdje uz obalu, ali gotovo nije zabilježeno niti jedno izvan tropske i umjereno tople klimatske zone. S geološkog stajališta zanimljivi tipovi obale u kojima nalazimo anhijalina staništa su područja poroznog krša te obalna polja lave povezana međusobno putem sistema uskih fisura. Većina takovih spilja razvila se na kopnu tijekom regresije mora u ledenim dobima Pleistocena čemu su svjedoci stalaktiti i stalagmiti koji se sada nalaze nekoliko desetaka metara pod vodom.

1.1.1. Abiotički čimbenici

Na uvjete u anhijalinim spiljama utječu mnogi abiotički čimbenici.
Anhijaline spilje obale Jadrana pripadaju mediteranskom tipu klime što znači da 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 varira od spilje do spilje i unutar pojedinih spilja, a kreće se od 35‰ (euhalini) do 0‰ (limnički). Gradijent saliniteta je strm, ali ne uvijek ravnomjeran. Prekida se haloklinom, slojem vode s naglom promjenom saliniteta u vertikalnom smjeru. U Dalmaciji se gradijent kreće od približno 0 na površini do 36‰ (prosječni salinitet Jadrana) na dubini od 6 metara. Na gradijent saliniteta utječe ravnoteža pritiska morske i slatke vode s kopna i propusnost fisura i kanala, dok je utjecaj plime i oseke na salinitet anhijalinih spilja u Jadranu zanemariv.
Razlike u gustoći između limničke vode na površini i euhaline na dnu su kategoriju više nego razlike uvjetovane razlikom u temperaturi ovih slojeva. Kao rezultat toga površinski sloj, u spiljama umjerenog klimatskog pojasa, može biti hladniji od dubljih slojeva sa konstantnom

temperaturom od oko 15 °C. Takovi stabilni slojevi različitog koji se razlikuju po salinitetu i gustoći sprečavaju uobičajeno zimsko miješanje vodenih slojeva. (Sket, 1996.) Nedostatak svjetlosti za posljedicu ima nedostatak fotoautotrofnih organizama što rezultira niskim stupnjem primarne proizvodnje, kojem pridonose jedino kemoautotrofne bakterije. U spiljama Jadrana prisutan je relativno bogat unos organskog detritusa s površine, koncentracija kisika u dubljim slojevima pada na izuzetno niske vrijednosti dok se sumporovodik akumulira. U dubljim slojevima stupanj zasićenosti kisikom može se podići zbog posrednije veze sa otvorenim morem.

1.1.2. Anhijalini Crustacea

U anhijalinim spiljama daleko najzastupljeniju i najraznolikiju skupinu životinja čine rakovi (Crustacea). Dominacija rakova osjeća se i unutar pojedinih spilja gdje je omjer broja vrsta ili biomase između rakova i ostalih skupina životinja 10:1. Unutar Crustacea najbogatiji vrstama su red rakušci (Amphipoda) i veslonošci (Copepoda). Copepoda čine 14% od svih vrsta rakova anhijalnih staništa. (Sket, 1996.)

1.1.2.1. Copepoda

Skupina Copepoda (veslonošci - kopepodi) mikroskopski su sitni račići člankovita tijela. (slike 1.1 – 1.3) Pripadaju zajednici makozooplanktona površinskih i podzemnih kopnenih voda te mora. Od 112 poznatih vrsta i podvrsta veslonožaca u Hrvatskoj, otprilike trećina sezonski ili stalno obitava u podzemnim staništima.

Kopepodi kopnenih voda dijele se u tri reda: Calanoida (kalanoidi), Cyclopoida (ciklopoidi) i Harpacticoida (harpaktikoidi), a razlikuju se po građi tijela i načinu života.

Ciklopoidi (slika 1.1.) i kalanoidi (slika 1.2.) su vrlo pokretljive životinje. To im omogućuju duga ticala i pet pari nogu. Usprkos svojoj maloj dužini tijela (1-2mm), mogu postići znatnu brzinu pri izbjegavanju predatora - 2 m/s. Copepodni rakovi žive u jezerima, ribnjacima, barama, lokvama i akumulacijama. (Verbčević, 1996.)

Harpaktikoidi (slika 1.3.) se građom razlikuju od preostalih redova zbog nedostatka dugih ticala (antenula) i znatno kraćeg zatka (furke). Obitavaju na dnu gdje pužu, ali se mogu naći i među vodenim biljem. Za podzemne vode karakteristični su detrifagni harpaktikoidi.

Podzemne ekosustave rjeđe naseljavaju ciklopoidi i kalanoidi jer u podzemlju nema fitoplantkona i zooplanktna, kojima se hrane. Nešto gušće populacije nalaze se u intersticijskim podzemnim vodama, posebno u hiporeiku.

U podzemnim slatkim vodama Harpacticoida su nekoliko puta zastupljeniji od Cyclopoida, dok je broj Calanoida zanemariv. U anhijalinim vodama, harpaktikoidi nisu toliko bitni, dok kalanoidi znatno doprinose raznolikosti. (Sket, 1996.)

Među kalanoidima, ciklopoidima i harpaktikoidima ima parazita, poluparazita i komenzala. Slobodno živući kopepodi imaju tri načina ishrane: filtratorski, predatorski i detritofagni (Vrebčević, 1996.).



Slika 1.1. Predstavnik Cyclopoida.



Slika 1.2. Predstavnik Calanoida.



Slika 1.3. Predstavnik Harpacticoida

1.2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Anhijalina staništa veoma su rijetka i geografski osebujna, a Hrvatska zbog svoje krške geološke podloge obiluje takvim staništima. Zbog nepristupačnosti većina je ovih staništa još neistražena, a u Hrvatskoj i ugrožena zbog onečišćenja koje dospijeva u njih putem slatke vode koja se procjeđuje kroz krš. (Bakran-Petricioli, 2007.) Ovo istraživanje je mali doprinos upoznavanju faune koja nastanjuje ova staništa, a cilj mu je bio:

- ustanoviti brojnost planktonskih račića iz skupine Copepoda u anhijalinm spiljama duž Jadranske obale
- ustanoviti bogatstvo, ujednačenost, te raznolikost vrsta veslonožaca na istraživanim postajama
- statističkom analizom uočiti sličnosti u sastavu pojedinih lokaliteta

2. MATERIJALI I METODE

2.1. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

Uzorkovanje je provedeno na nizu anhijalinih staništa duž jadranske obale. Uzorci su na većini lokaliteta uzimani jednokratno. Nije bilo sezonskog prikupljanja. Iznimke čine Jama na rtu Lenga na otoku Mljetu gdje su uzorci prikupljati u rujnu i studenom 2006. godine, svibnju 2007. godine i siječnju 2008. godine te Jama Bjejajka. Na tom lokalitetu uzorci su prikupljani u rujnu i studenom 2006. godine, travnju i svibnju 2007. godine te siječnju 2008. godine. Uzorci su prikupljani duž cijele jadranske obale. U Istri (Jama na punta Korente), Kvarneru (Jama Vrtare Mala, Medvjeđa spilja), srednjoj Dalmaciji (Markova špilja, Vela jama na Lavdari, Jama Bijaka, Jama Podvodnje) te južnoj Dalmaciji (Jama na rtu Lenga, Jama Bjejajka, Sumporna špilja, Jama Bijaka). Na slici 2.1. prikazana je karta Hrvatske s označenim postajama s kojih su uzorci prikupljani. Lokaliteti su označeni brojevima od 1-14 kako su navedeni u tablicama

Uzorci su skupljani planktonskom mrežom pretežno vertikalnim potezom. Izuzetci su Markova špilja i Vela jama na Lavdari gdje su uzorci prikupljani s određene dubine horizontalnih potezom. Svi uzorci su konzervirani 4% formaldehidom.



Slika 2.1. Područje istraživanja i brojevi lokaliteta (redni brojevi lokaliteta u tablici 3.1.)

2.2. OBRADA PODATAKA

Veslonošci u uzorcima su prebrojani i determinirani do najniže moguće razine. Za determinaciju su korišteni slijedeći ključevi: Kiefer i Fryer (1978), Dussart (1967, 1969), Einsle (1993, 1996) i Petkovski (1954).

Na temelju podataka o brojnosti i učestalosti svojti izračunati su slijedeći indeksi: bogatstvo vrsta, ujednačenost, Simpsonov i Shannon – Wienerov indeks raznolikosti.
Ujednačenost je izračunata prema:

$$J = H' / H\,max = H' / lnS$$

pri čemu je:
H' = Shannon – Wienerov indeks
H' max = lnS – maksimalna raznolikost pri kojoj su sve vrste u zajednici jednako zastupljene
S – broj vrsta (taksona)

Raznolikost je izračunata prema Simpsonovom indeksu raznolikosti:

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

gdje je :
p_i = udio vrste $_i$ u ukupnom uzorku

i Shannon – Wienerovog indeksa

$$H' = - \sum p_i * ln(p_i)$$

Bogatstvo vrsta izračunato je prema:

$$d = (S-1)/\log(N)$$

pri čemu je:
N = ukupni broj jedinki na lokalitetu

Rezultati su statistički obrađeni pomoću statističkog računalnog programa Primer 6 (Clarke and Warwick, 1994). Sličnost među postajama analizirana je multivarijantnom metodom (MDS), a korištena je matrica sličnosti (Bray – Curtis similarity) brojnosti Copepoda na pojedinim postajama. Svi su podaci prije analize logaritmirani (log+1).

3. REZULTATI

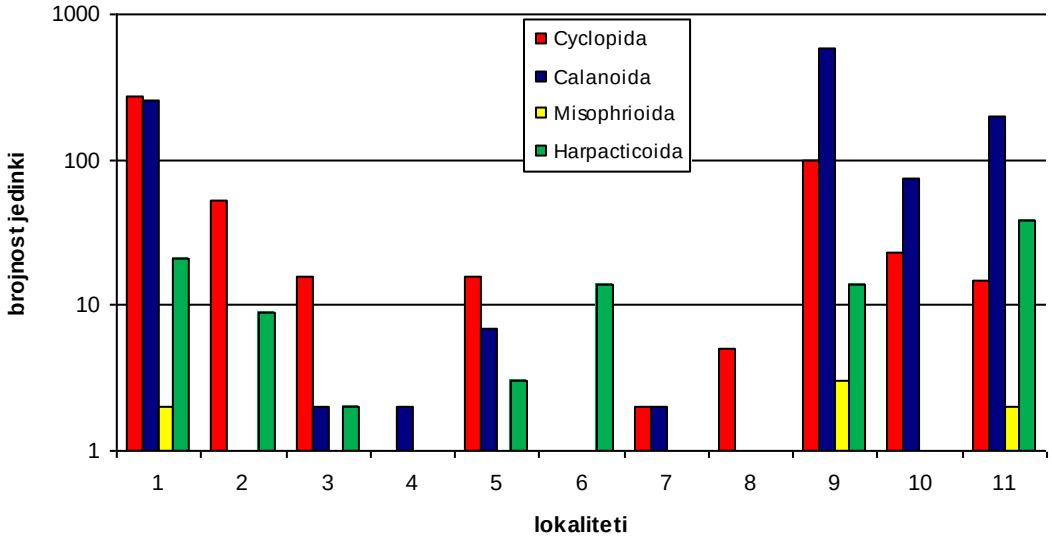
U obrađenim uzorcima nađena su četiri reda Copepoda: Cyclopoida, Calanoida, Misophrioida i Harpactiocoida. Zastupljenost pojedinih redova nije bila jednoliko raspoređena po svim lokalitetima. Na lokalitetima Vela jama na Lavdari i Markova špilja pronađeni su predstavnici dva reda Copepoda, dok su na lokalitetima Jama na rtu Lenga, Jama Bijaka, Jama na punta Korente i Jama Podvodnje pronađeni predstavnici sva četiri reda.

3.1. BROJNOST

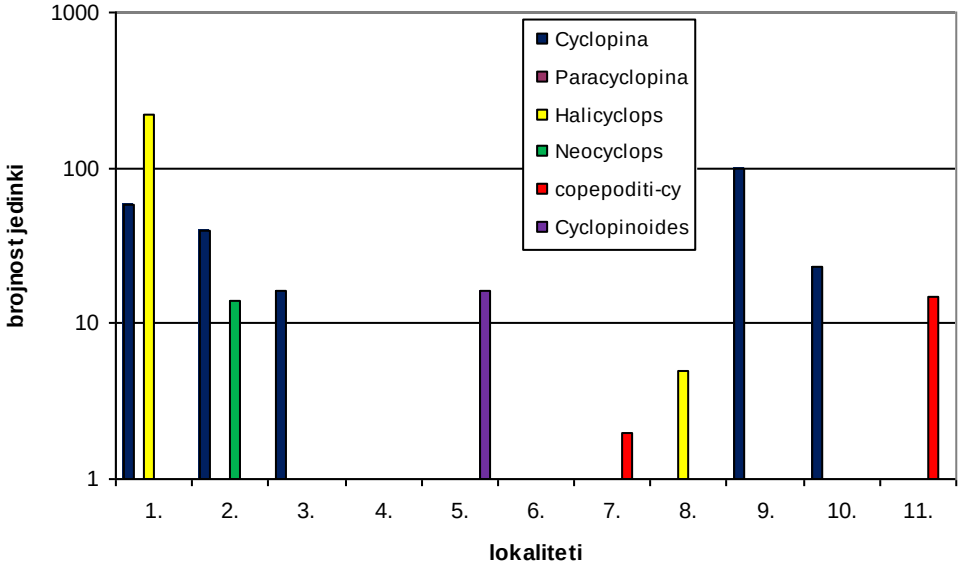
Ukupno je prikupljeno 508 Cyclopoida, 1126 Calanoida, 9 Misophrioida i 103 Harpacticoida na 14 istraživanih lokaliteta. U tablici 3.1. prikazana je brojnost veslonožaca pojedinih redova po lokalitetima. Najveća brojnost zabilježena ja u Jami Bijaka, zatim Jami na rtu Lenga te jami Podvodnje. Ciklopoidi su predstavljali dominantnu skupinu na većini istraženih lokaliteta, dok su harpaktikoidi dominirali samo na jednom lokalitetu, Sumpornoj špilji.
Kalanoidi su pronađeni na većini lokaliteta, brojnošću se nalaze vrlo blizu ciklopoida. Redovi Harpacticoida i Misophrioida zabilježeni su značajnije manjom brojnošću od preostalih skupina veslonožaca. Na slici 3.1. – 3.5. prikazano je kako su pojedine skupine zastupljene po postajama, pri čemu se na slici 3.1.-3.3. koristila logaritamska skala.

Tablica 3.1. Brojnost skupina Copepoda na istraživanim lokalitetima.

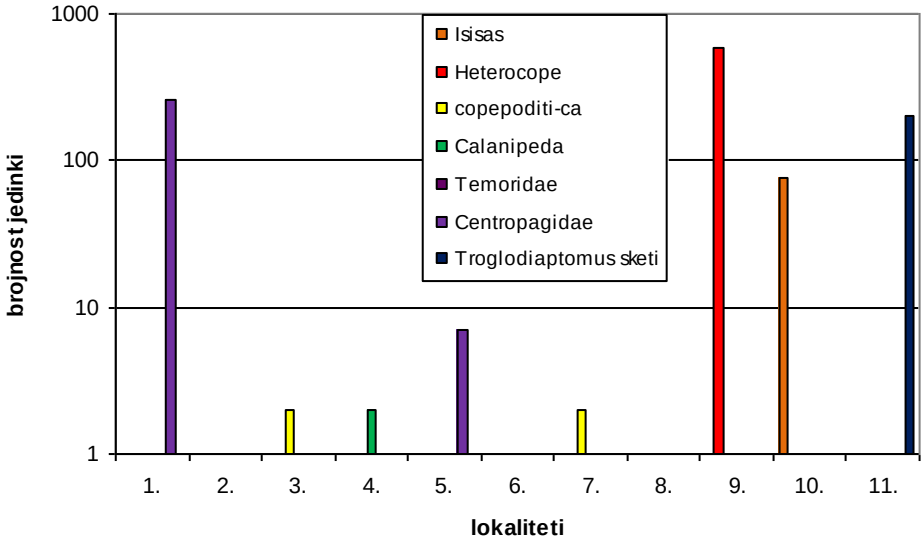
Red. Br.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
Ime postaje	Jama na rtu Lenga	Jama Bjejajka	Jama Vrtare Mala	Markova špilja	Jama na punta Korente	Sumporna špilja	Medvjeđa špilja	Vela jama na Lavdari	Jama Bijaka	Jama Zaglavica	Jama Podovodnje
Cyclopina	58	39	16						100	23	
Paracyclopina											
Halicyclops	219							5			
Neocyclops		14									
kopepoditi-cy				1			2				15
Cyclopinoides					16						
Cyclopoida	282	53	16	1	16	0	2	5	100	23	15
Isisas										75	
Heterocope								1	580		
kopepoditi-ca			2				2				
Calanipeda				2							
Temoridae											
Centropagidae	256				7	1					
Troglodiaptomus sketi											199
Calanoida	854		2	2	7	1	2	1	583	75	199
Misophrioida	7				1	1			3		2
Harpacticoida	21	9	2		3	14	1	0	14	1	38



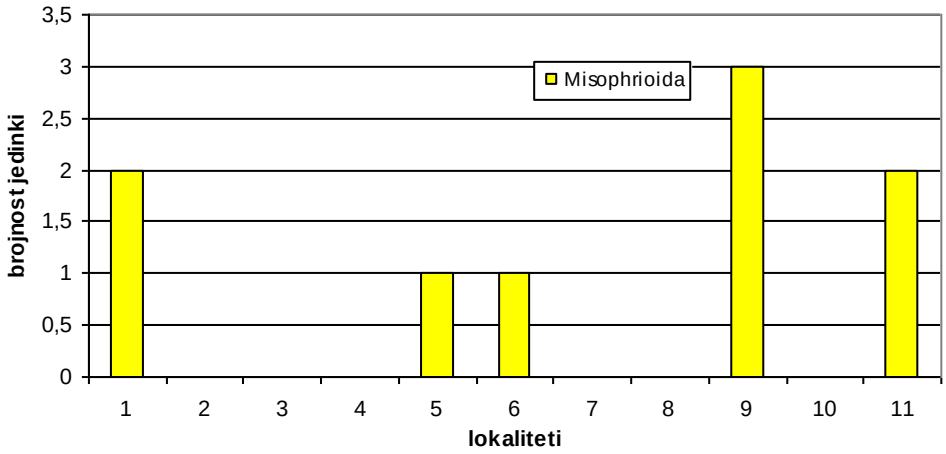
Slika 3.1. Brojnost redova Copepoda na istraživanim lokalitetima.



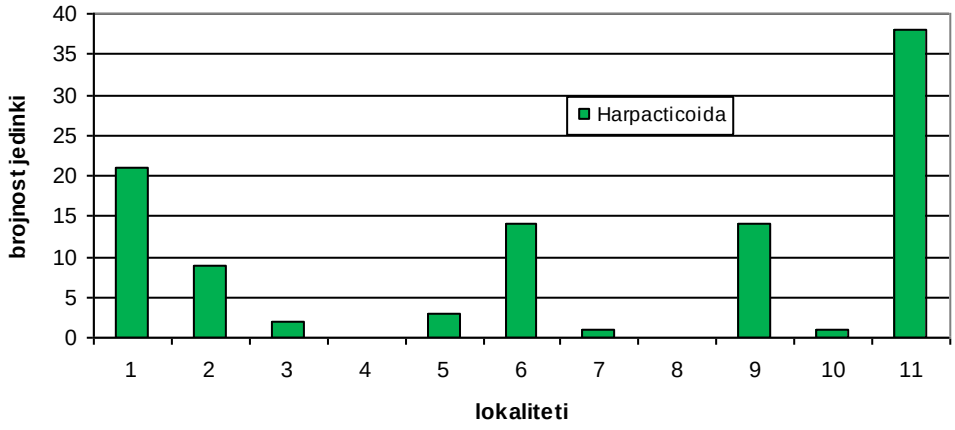
Slika 3.2. Brojnost Cyclopoida po lokalitetima.



Slika 3.3. Brojnost Calanoida po lokalitetima.



Slika 3.4. Brojnost Misophrioida po lokalitetima.



Slika 3.5. Brojnost Harpacticoida po lokalitetima.

3.2. BIORAZNOLIKOST COPEPODA

U tablici 3.2. prikazani su broj taksona (S), ukupni broj jedinki na lokalitetu (N) kao i bogatstvo vrsta po Margalefu (d), ujednačenost po Pielou (J'), Shannon-Wienerov indeks (H') i Simpsonov indeks (1– λ) na postajama gdje je vršeno uzorkovanje. Treba uzeti u obzir da su podaci prije analize logaritmirani (log+1).

Po bogatstvu vrsta najznačajnija je Medvjeđa špilja sa vrijednošću 1.884, dok je najniža vrijednost zabilježena u Jami Bjejajki unatoč većem ukupnom broju jedinki.

Ujednačenost je pak najveća u Jame Bjejajke i iznosi 0.9821. Najniža vrijednost ujednačenosti obilježje je Sumporne špilje (0.7963) zbog velike dominacije Harpacticoida na tom lokalitetu.

Shannon-Weinerov indeks raznolikosti najveće je vrijednost (1,552) u Jami na rtu Lenga čemu pridonosi i najveći broj taksona, dok su najnižeg indeksa Markova špilja (0,6673) i Vela jama na Lavdari (0,592) na kojima su pronađena samo dva različita taksona veslonožaca.

Simpsonov indeks najveći je u Jami na rtu Lenga gdje iznosi 0,7783, a najmanji je u Veloj jami na Lavdari gdje iznosi 0,4023.

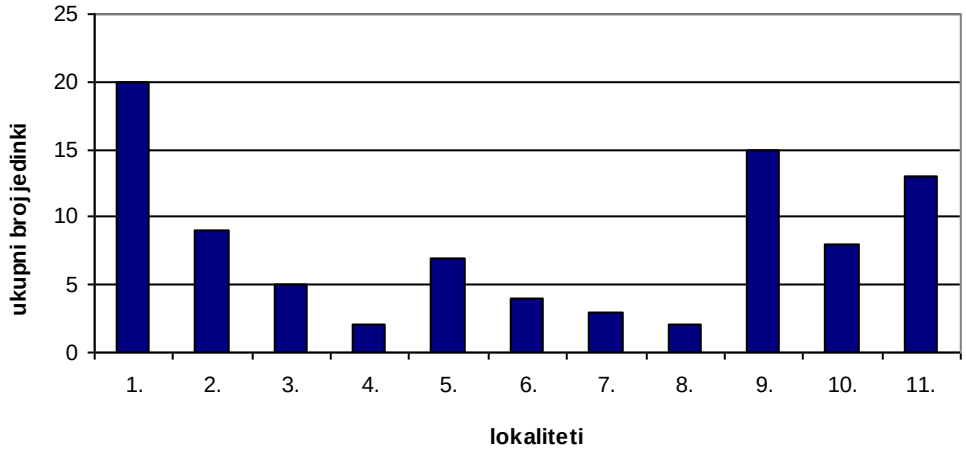
Na slici 3.6. prikazan je Shannon-Weinerov indeks raznolikosti po lokalitetima.



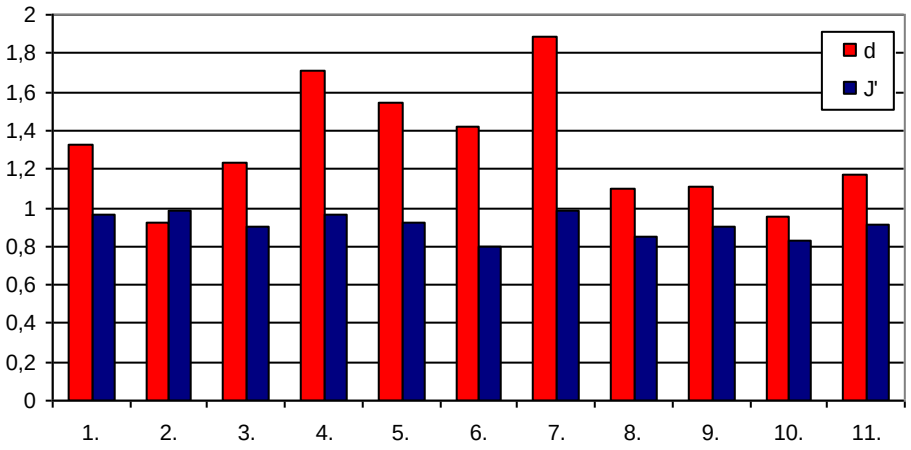
Slika 3.6. Vrijednosti Shannon-Weinerova indeksa raznolikosti na istraživanim lokalitetima.

Tablica 3.2. Broj taksona, ukupni broj jedinki, bogatstvo vrsta, ujednačenost, Shannon – Weinerov i Simpsonov indeks raznolikosti.

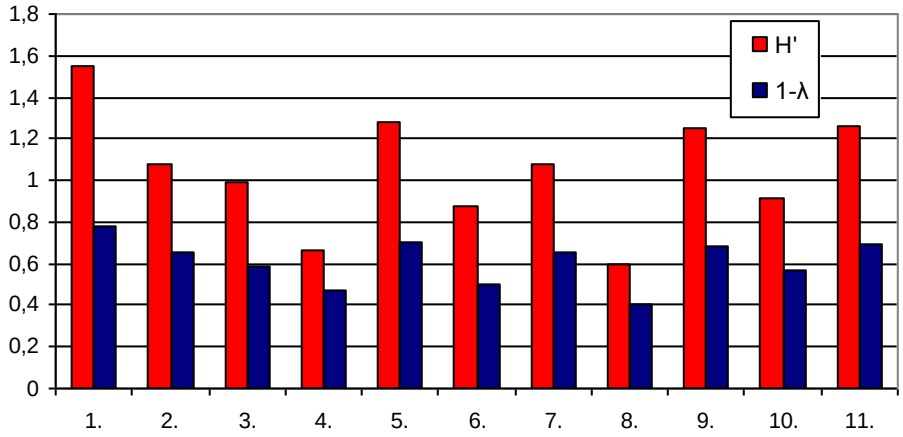
Red.Br.	Ime postaje	S	N	d	J'	H'	1-λ
1.	Jama na rtu Lenga	5	20	1,331	0,9644	1,552	0,7783
2.	Jama Bjejajka	3	9	0,9245	0,9821	1,079	0,6532
3.	Jama Vrtare Mala	3	5	1,238	0,8992	0,9879	0,5874
4.	Markova špilja	2	2	1,715	0,9627	0,6673	0,4744
5.	Jama na punta Korente	4	7	1,543	0,9209	1,277	0,6982
6.	Sumporna špilja	3	4	1,419	0,7963	0,8748	0,5052
7.	Medvjeđa špilja	3	3	1,884	0,981	1,078	0,6535
8.	Vela jama na Lavdari	2	2	1,099	0,854	0,592	0,4023
9.	Jama Bijaka	4	15	1,106	0,9048	1,254	0,6873
10.	Jama Zaglavica	3	8	0,9504	0,8314	0,9134	0,5639
11.	Jama Podvodnje	4	13	1,176	0,9122	1,265	0,694



Slika 3.7. Ukupni broj jedinki po lokalitetima.



Slika 3.8. Bogatstvo vrsta i ujednačenost po lokalitetima.



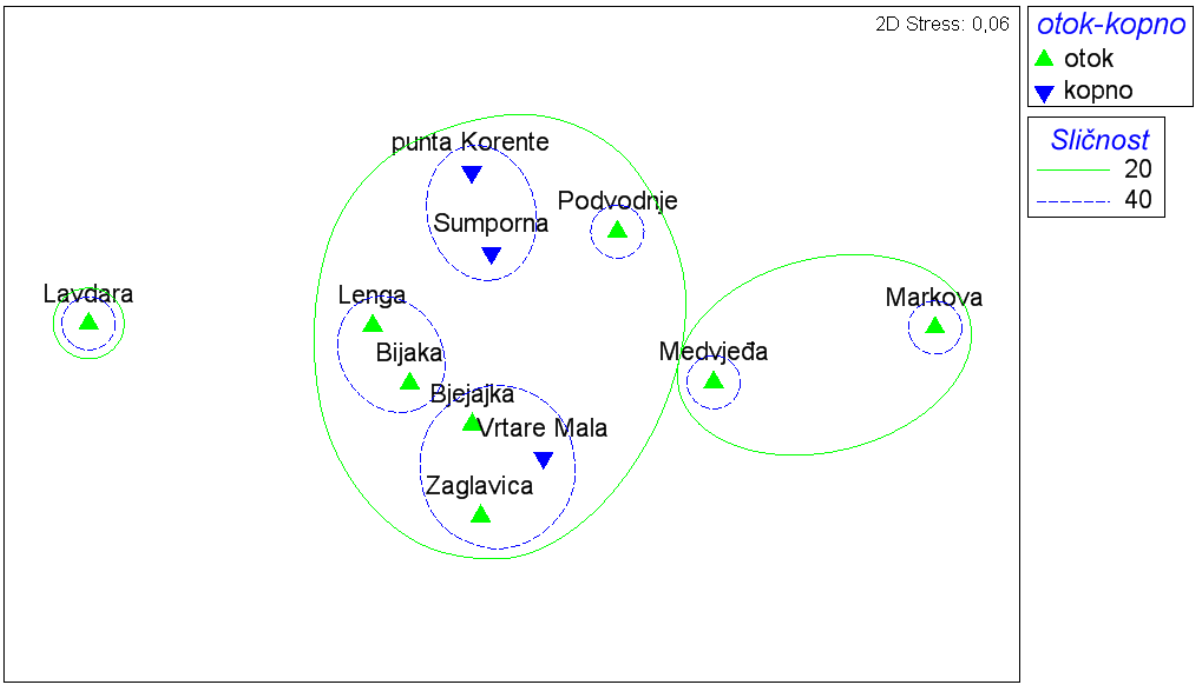
Slika 3.9. Shannon-Wienerov (H') i Simpsonov (1-λ) indeks raznolikosti.

3.3. STATISTIČKA ANALIZA PODATAKA

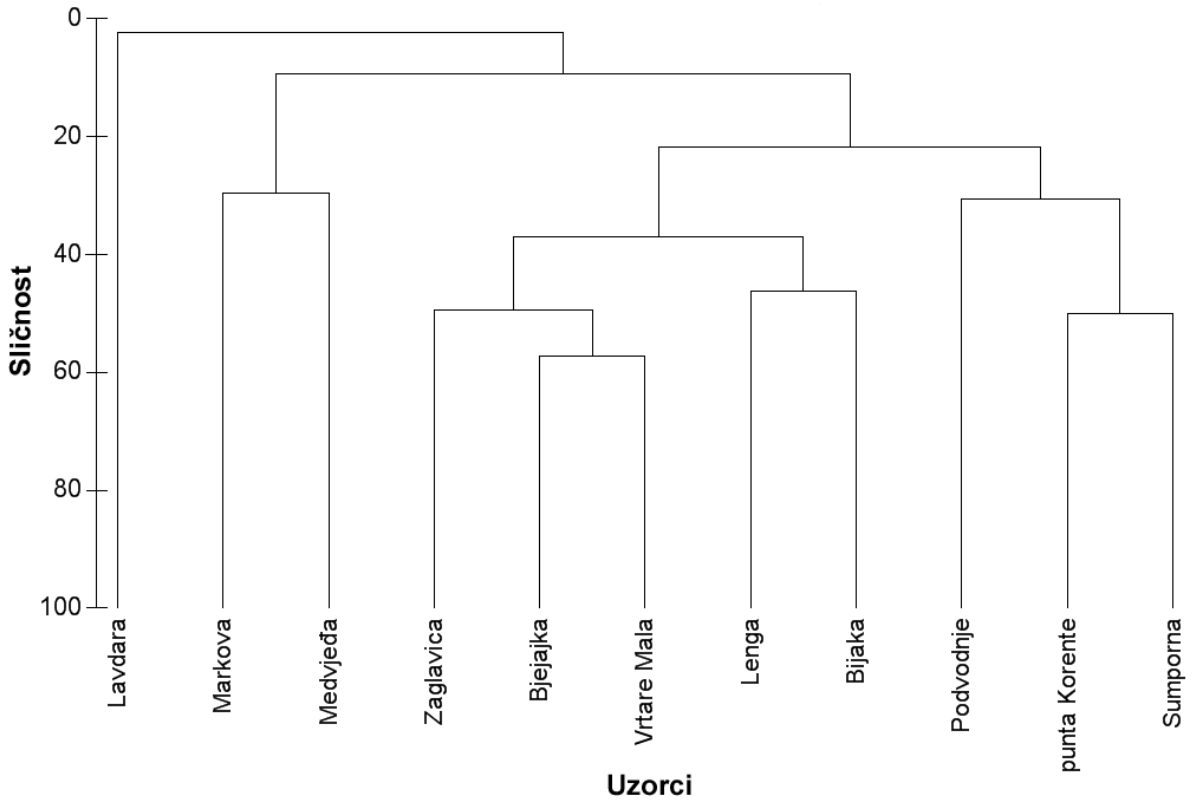
Podaci su analizirani multivarijantnom metodom (MDS) radi utvrđivanja sličnost među postajama, a korištena je matrica sličnosti (Bray–Curtis similarity) brojnosti Copepoda na pojedinim postajama. Svi su podaci prije analize logaritmirani (log+1).

Utvrđene su tri grupe lokaliteta sa 20% sličnosti. (Slike 3.10. i 3.11) Lokalitet Vela jama na Lavdari ne pokazuje značajnu sličnosti s niti jednim od ostalih istraživanih lokaliteta. Potom se izdvajaju Markova i Medvjeđa špilja koje su međusobno 30% slične, ali sa velikom grupom preostalih istraživanih lokaliteta dijele tek 10% taksona veslonožaca. Zasebnu grupu čine lokaliteti: Sumporna špilja, Jama na punta Korente, Jama Podvodnje, Jama na rtu Lenga, Jama Bijaka, Jama Bjejajka, Jama Vrtare Mala i Zaglavica. Najveću sličnost pokazuju lokaliteti Jama Vrtare Mala i Bjejajka. Provedena je i analiza prema geografskom položaju te prema pojedinim redovima Cyclopoida, ali lokaliteti nisu pokazali nikakvu značajnu sličnost prema zadanom parametru.

Obzirom na smještaj lokaliteta na kopnu ili su na otoku: sličnost Jame na punta Korente (Dramalj) i Sumporne špilje (Dubrovnik) iznosi 50%, dok sa Jamom Vrtare Mala dijele sličnost nešto višu od 20%. Od otočnih lokaliteta najveću sličnost pokazuju Jama na Rtu Lenga, Jama Bjejajka i Jama Zaglavica (otok Mljet) te Jama Bijaka (otok Brač).



Slika 3.10. Multivarijantna analiza – sličnost po Bray – Curtisu.



Slika 3.11. Rezultati klaster analize.

4. RASPRAVA

Do sada u Hrvatskoj nije provedeno niti jedno iscrpno istraživanje svih anhijalinih staništa. Postojeći podaci su malobrojni i vrlo oskudni. Podaci se odnose na pojedina staništa. Doduše, može se iz postojećih radova zaključiti da su veslonošci redovito nalaze na takvim biotopima. Check-lista faune slatkovodnih i braktičkih Copepoda Hrvatske bilježi 13 vrsta koje naseljavaju anhijalina staništa (Ternjej i Stanković 2007).

Jedno od najzanimljivijih rezultata dobivenih ovim istraživanjem je svakako nedostatak predstavnika tipičnih slatkovodnih rodova (*Diacyclops*, *Acanthocyops*) na istraživanim lokalitetima. To ukazuje na veliki utjecaj mora u istraživanim špiljama koje možemo vidjeti i u prisutnosti morskih rodova *Halicyclops* te *Cyclopina*. Check-lista faune slatkovodnih i braktičkih Copecoda Hrvatske navodi tri vrste roda *Halicyclops*. Prema njihovoj geografskoj rasprostranjenosti dalo bi se zaključiti da predstavnici tog roda nađeni na lokalitetu Jama na rtu Lenga pripadaju vrsti *Halicyclops neglectus*, a oni prikupljeni s lokaliteta Vela jama na Lavdari *H. troglodytes* ili *H. rotundipes* iako to ostaje samo pretpostavka zbog nemogućnosti detaljnije determinacije. Prisutnost endemske vrste *Troglodiaptomus sketi* Petkovski, 1978 na lokalitetu jame Podvodnje nije pronađena u pregledanoj literaturi. Prema katalogu tipskih špiljskih lokaliteta faune Hrvatske (J. Bedek i sur. 2006) spomenuta vrsta nađena je samo na području Rovinja u špilji Veštar.

Najveća brojnost veslonožaca nađena je na lokalitetu Jama Bijaka. Takvoj brojnosti najviše pridonosi rod *Heterocope* sa svojih 580 jedinki. Moguće objašnjenje je zimska dormancija Calanoida ili pak stalni uvjeti prisutni u špilji. Omjer brojnosti pojedinih redova veslonožaca na lokalitetima Jama na rtu Lenga, Jama Bjejajka te Jama Zaglavica (Jama ispod Maranovića, Radanović 2009) dobiven ovim istraživanjem potvrđuje rezultate dobivene prijašnjim nalazima na spomenutim lokalitetima (Radanović 2009). Jedino neslaganje u rezultatima javlja se na lokalitetu Medvjeđa špilja. Prema navodima Radanovića (2009.) na spomenutom lokalitetu javlja se značajna dominacija Calanoida, koja ovdje nije utvrđena što se može objasniti malim brojem sakupljenih jedinki pri uzorkovanju tijekom ovog istraživanja koji ne omogućuje prikaz realnog stanja.

Uspoređujući indekse raznolikosti dobivene provedenim istraživanjem s rezultatima koje navodi Radanović (2009) ne nailazi se sličnost što se može objasniti mnogo većom brojnošću jedinki prikupljenih ovim istraživanjem, te određivanjem do nižih taksonomskih kategorija. Jama na rtu Lenga izdvaja se među istraživanim lokalitetima kao biotop s najvećom raznolikošću prema Shannon-Weinerovom i Simpsonovom indeksu raznolikosti, ali dominantnost skupine Calanoida smanjuje ujednačenost koja je pak najveća kod jame Bjejajka. Minimalan broj pronađenih taksona poklapa se sa najmanjom raznolikošću na lokalitetima Markova špilja i Vela jama na Lavdari.

Prema analizi sličnosti po Bray – Curtisu ,uspoređivanjem lokaliteta prema njihovom položaju na kopnu ili otoku dobiveno je grupiranje kopnenih lokaliteta, Jame na Punta Korente i Sumporne špilje. Zanimljivo je kako pokazuju više od 50 postotnu sličnost unatoč međusobnoj geografskoj udaljenosti (Rovinj – Dubrovnik). Jama Vrtare Mala, kao jedini preostali kopneni lokalitet, nalazi se geografski nalazi između prije spomenutih lokaliteta, ali ipak ne pokazuje značajnu sličnost. Kako bi se došlo do još realnijih rezultata potrebno je napraviti iscrpnije istraživanje većeg broja anhijalinih habitata duž Jadranske obale. Od otočnih postaja najveću sličnost su pokazali lokaliteti Južne Dalmacije, točnije otoka Mljeta.

5. ZAKLJUČAK

- Na 11 istraživanih lokaliteta pronađeno je ukupno 508 Cyclopoida, 1126 Calanoida, 9 Misophrioida i 103 Harpacticoida
- Prisutnost ciklopoida i kalanoida utvrđena je na 10 postaja, harpaktikoida na 9, a Misophrioida svega na 5 postaja
- Calanoida su bili prisutni većom ukupnom brojnošću i raznolikošću vrsta od ciklopoida, dok su redovi Misophrioida i Harpacticoida bili daleko manjom brojnošću
- Najveći ukupni broj veslonožaca utvrđen je u Jami Bijaka na otoku Braču, a najmanji u Markovoj špilji na otoku Hvaru
- Shannon-Weinerov i Simpsonov indeks raznolikosti bili su najveći u Jami na rtu Lenga (otok Mljet), a najmanji u Veloj jami na Lavdari (zadarski arhipelag) što potkrepljuju i podaci o ukupnom broju jedinki i broju taksona koji su najveći za Jamu na rtu Lenga, a najmanji za Velu jamu na Lavdari
- Multivarijantnom analizom utvrđena je visoka sličnosti među kopnenim lokalitetima, te sličnost unutar otočnih lokaliteta Srednje i Južne Dalmacije

6. LITERATURA

J. Bedek, S. Gottstein – Matočec, B. Jalžić, R. Ozimec, V. Štamol (2006): Katalog tipskih špiljskih lokaliteta faune Hrvatske. Natura Croatica 15.

Bakran-Petricioli, T. (2007): Morska staništa, priručnik za inventarizaciju i praćenje stanja, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb.

Clarke, K. R. & R. M. Warwick (2001): Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation. Plymouth Marine Laboratory, Plymouth.

Culver D. , White W. (2005): Encyclopedia of caves. Elsevier Academic Press, Amsterdam.

Dussart, B. (H.) (1967): Les Copépodes des eaux continentales d'Europe occidentale. Tome 1: Calanoîdes et Harpacticoîdes. N. Boubée et Cie., Paris.

Dussart, B. (H.). (1969): Les Copépodes des eaux continentales d'Europe occidentale. Tome II. Cyclopoîdes et Biologie. N. Boubée et Cie., Paris.

Einsle, U. (1993): Crustacea Copepoda Calanoida und Cyclopoida. Süßwasserfauna von Mittleuropa 8/4. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.

Einsle, U. (1996): Copepoda: Cyclopoida. Genera Cyclops, Megacyclops, Acanthocyclops. Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World 10. Dumont, H.J.F. (ed.). SPB Academic Publishing bv, Amsterdam.

Kiefer, F. & Fryer, G. (1978): Das Zooplankton der Binnengewässer. 2. Teil. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Science Publishers, Stuttgart.

Petkovski, T. K. (1954): Beitrag zur Kenntnis der Yugoslavischen Cyclopiden. Acta Musei Macedonici Scientiarum Naturalium, 1 (12), 1–31.

Radanović, K. (2009): Diplomski rad: Veslonošci (Crustacea, Copepoda) anhijalinih jama u Hrvatskoj, Zagreb.

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

Ternjej I. , Stanković I. (2007): Checklist of fresh and brackih water free – living Copepods (Crustacea: Calanoida, Cyclopoida) from Croatia, Zootaxa, 1585: 45–57.

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