

Populacijske značajke uskoškarg raka (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) u Trećem jezeru parka Maksimir

Orešković, Mislav

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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:388350>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-25**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno-matematički fakultet

Biološki odsjek

Mislav Orešković

**Populacijske značajke uskoškarog raka (*Astacus leptodactylus*
Eschscholtz, 1823) u Trećem jezeru parka Maksimir**

Diplomski rad

Zagreb, 2016. godine

Ovaj rad je izrađen na Zoološkom zavodu Biološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, pod vodstvom izv. prof. dr. sc. Ivane Maguire i neposrednim vodstvom dr. sc. Sandre Hudine. Rad je predan na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu radi stjecanja zvanja magistra struke znanosti o okolišu.

Želio bih ovim putem zahvaliti svojoj mentorici izv. prof. dr. sc. Ivani Maguire, na više toga nego što mogu riječima izraziti, na prvom mjestu na beskonačnom strpljenju čak i u trenucima u kojima ga nisam zaslužio, kao i na stručnom vodstvu i usmjeravanju. Također, želio bih zahvaliti dr. sc. Sandri Hudini na nepresušnom izvoru ideja i prijedloga vezanih uz izradu ovog diplomskog rada te na vječitoj pristupačnosti. Moj akademski uspjeh ne bi bio moguć bez moje srednjoškolske profesorice Bernardice Mlinarić, prof., učitelja mentora, koja me svojim pristupom problemskim zadacima i jedinstvenim smislom za humor od svih mojih profesora najviše pripremila za fakultetsko obrazovanje.

Izrada ovog diplomskog rada bila bi značajno teža i siromašnija podacima bez terenske pomoći Marije Cvitanić (glavne organizatorice), Ive Čupić (vrsnog lovca na rakove) i Kristijana Cindrića (moralne podrške). Nadalje, želio bih zahvaliti kolegicama Petri Patačko i Marti Mikulčić, koje su uvijek bile spremne pomoći na područjima na kojima nisam bio siguran isključivo u svoje znanje - ovih pet godina ne bi bilo isto bez vas!

Za kraj, želio bih zahvaliti svojoj obitelji i prijateljima, bez kojih ne bih bio tu gdje jesam. Majci Emini, na podršci, uvijek je bila uz mene, čak i u lošim odlukama (i nikada mi nije davala gotove odgovore). Ocu Zoranu, koji se pobrinuo da uvijek imam sve što mi je bilo potrebno. Baki Ljubici, najboljoj osobi koju poznajem, na vremenu koje mi je posvetila. Dedi Ranku, na trudu uloženom u moje stručno obrazovanje. Barbari Tomić, mojoj doktorici, na godinama prijateljstva i poticanju da postanem bolji znanstvenik, ali i bolja osoba. Ivanu Mesiću, najviše na tome što me trpio u ovih par mjeseci, ali i na mnogo toga drugog. Mariji Vuk i Željku Dodiku, koji su me za vrijeme izrade diplomskog rada držali čvrsto uzemljenog, ne u stvarnom, već u našem, posebnom svijetu, što mi je bilo puno važnije i potrebnije. Danijeli Šumić, prof., za duge rasprave tokom godina o znanosti, znanstvenoj fantastici pa i teškoj fantastici.

Ostaje puno članova obitelji, prijatelja i kolega koji nisu spomenuti u ovih par odlomaka - znate tko ste i znate koliko ste mi pomogli.

Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno-matematički fakultet

Biološki odsjek

Diplomski rad

Populacijske značajke uskoškarog raka (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) u Trećem jezeru parka Maksimir

Rooseveltov trg 6, 10 000 Zagreb, Hrvatska

Uskoškari rak (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) pripada porodici Astacidae te je autohtona europska slatkovodna vrsta koja naseljava stajačice i spore vodotoke. Cilj ovog rada je opisati populacijske značajke uskoškarog raka u Trećem jezeru parka Maksimir u kojem je prisutnost ove vrste preliminarno zabilježena kao i utvrditi postoje li razlike morfometrijskih značajki, kondicije, udjela ozljeda i faza životnog ciklusa između spolova, te između veličinskih klasa. Uzorkovanje je provedeno od 7. - 16. lipnja 2016., vršama i ručnim lovom. Ulovljena su 153 raka, određen je spol, izmjereno do 25 morfometrijskih značajki po jedinki, zabilježene su vidljive ozljede, fiziološka faza godišnjeg ciklusa i aktivnost cementnih žlijezda kod ženki. Gustoća populacije određena je CPUE (ulov po jedinici napora) i metodom označavanja i ponovnog ulova. Analizom je dokazana statistički značajna razlika među spolovima u 8 morfometrijskih značajki, kao i odsustvo statistički značajne razlike u kondiciji i udjelu ozljeda. Temeljem ukupne dužine jedinki populacija uskoškarih rakova podijeljena je u 6 veličinskih klasa. Rezultati analize varijanci morfometrijskih značajki pokazali su da se mužjaci značajno razlikuju u svim mjerenim parametrima između klasa, a ženke se razlikuju u svima osim u širine areole. Nije zabilježena značajna razlika u kondiciji među klasama, ali je zabilježena u udjelu ozljeda (veće jedinke imaju veći udio ozljeda od manjih). Relativna gustoća populacije za istraživanu lokaciju CPUE metodom je 0,10 jedinki/vrši/noći, odnosno, 15,61 jedinki/osobi/h (23 jedinke/m²). Brojnost populacije je procijenjena na 2303 jedinke Schnabel metodom i 2279 jedinki Schumacher - Eschmeyer metodom. Istraživanjem je pokazano da je populacija uskoškarog raka Trećeg jezera velika, stabilna i vijabilna, te pod pritiskom predatora. Kako uskoškari rakovi imaju karakteristike invazivne vrste, potrebno je nastaviti pratiti populacijske značajke ove vrste na području parka Maksimir te pokušati spriječiti njeno širenje.

(44 stranice, 13 slika, 13 tablica, 38 literaturnih navoda, jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici

Ključne riječi: *Astacus leptodactylus*, morfometrija, kondicija, veličina populacije

Voditelj: izv. prof. dr. sc. Ivana Maguire

Neposredni voditelj: dr. sc. Sandra Hudina

Ocjenitelji: izv. prof. dr. sc. Ivana Maguire, doc. dr. sc. Ana Galov, izv. prof. dr. sc. Alan Moro, doc. dr. sc. Mladen Maradin, izv. prof. dr. sc. Jasenka Sremac

Rad prihvaćen: 8. rujna 2016.

University of Zagreb

Faculty of Science

Division of Biology

Graduation Thesis

Population characteristics of the narrow-clawed crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) in the Treće jezero of the Maksimir Park

Rooseveltova trg 6, 10 000 Zagreb, Croatia

Narrow-clawed crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) within the family Astacidae is a native European species that inhabits lakes and slow streams. The objective of this study is to examine population characteristics of narrow-clawed crayfish in Treće jezero of park Maksimir where its presence has been preliminary recorded as well as determine if there are differences in morphometric characteristics, condition, injury percentage and life cycle phases between sexes and between size classes. Sampling took place from 7th till 16th of June 2016, by both traps and hand. 153 crayfish were caught, their sex was determined, 25 morphometric characteristics per unit were measured, visible injuries, life cycle phases and cement gland activity (in females) were recorded. Population density was determined with CPUE (catch per unit effort) and mark - recapture method. Analysis has shown significant difference in 8 morphometric characteristics between sexes, and its lack in condition and injury percentage. Population of narrow-clawed crayfish was divided into 6 size classes. Results of variance analysis of morphometric characteristics showed that males significantly differ in all parameters between classes while females differ in all, except in areolar width. There was no significant difference in condition between classes, but it was recorded in injury percentage (larger individuals have more injuries than smaller ones). Relative population density for investigated location using CPUE is 0.10 units/trap/night and 15.61 units/person/hour (23 units/m²). Population size was estimated by Schnabel (2303 units) and Schumacher - Eschmeyer (2279 units) method. The study has shown that narrow-clawed crayfish of Treće jezero make a large, stable and viable population under predator pressure. Since narrow-clawed crayfish have characteristics of invasive species, it is necessary to continue monitoring population characteristics of this species in the area of park Maksimir and try to prevent it from spreading.

(44 pages, 13 figures, 13 tables, 38 references, original in: Croatian)

Thesis deposited in the Central Biological Library

Keywords: *Astacus leptodactylus*, morphometry, condition, population size

Supervisor: Dr. Ivana Maguire, Assoc. Prof.

Associate supervisor: Dr. Sandra Hudina

Reviewers: Dr. Ivana Maguire, Assoc. Prof., Dr. Ana Galov, Asst. Prof., Dr. Alan Moro, Assoc. Prof., Dr. Mladen Maradin, Asst. Prof., Dr. Jasenka Sremac, Assoc. Prof.

Thesis accepted: September 8th, 2016

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Porodica Astacidae	1
1.1.1. Anatomija porodice Astacidae.....	1
1.1.2. Prehrana porodice Astacidae i njena važnost u hranidbenoj mreži	2
1.2. Uskoškari rak <i>Astacus leptodactylus</i> Eschscholtz, 1823.....	3
1.2.1. Vanjski izgled i osnovne značajke uskoškarog raka.....	3
1.2.2. Invazivne karakteristike uskoškarog raka.....	4
1.2.3. Rasprostranjenost uskoškarog raka u Hrvatskoj.....	4
2. CILJ ISTRAŽIVANJA	5
3. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA	6
4. MATERIJAL I METODE.....	8
4. 1. Terenska istraživanja	8
4.2. Istraživanje značajki populacije uskoškarog raka u Trećem jezeru	9
4.3. Određivanje tjelesne kondicije populacije uskoškarog raka u Trećem jezeru	11
4.4. Određivanje gustoće populacije uskoškarog raka u Trećem jezeru	12
4.5. Analiza prikupljenih podataka	13
5. REZULTATI.....	14
5.1. Metode ulova rakova	14
5. 2. Usporedbe značajki populacije među spolovima.....	15
5.2.1. Deskriptivna statistika mjerenih morfometrijskih značajki i kondicije među spolovima	15
5.2.2. Usporedba mjerenih morfometrijskih značajki među spolovima	18
5.2.3 Usporedba kondicije među spolovima.....	22
5.2.4. Usporedba udjela ozljeda među spolovima	23
5. 3. Usporedbe značajki populacije među veličinskim klasama.....	24
5.3.1. Usporedba mjerenih morfometrijskih značajki među klasama.....	24
5.3.2. Usporedba kondicije među veličinskim klasama.....	29
5.3.3. Usporedba udjela ozljeda, faza životnog ciklusa i aktivnosti cementnih žlijezda među veličinskim klasama.....	30
5.4. Veličina populacije	33
5.4.1. Relativna gustoća populacije.....	33
5.4.2. Procjena veličine populacije.....	33
6. RASPRAVA	34
7. ZAKLJUČAK	38
8. LITERATURA.....	39
9. ŽIVOTOPIS.....	43
10. PRILOZI	44

1. UVOD

1.1. Porodica Astacidae

1.1.1. Anatomija porodice Astacidae

Porodica Astacidae na području Europe uključuje pet nativnih vrsta slatkovodnih rakova podijeljenih u dva roda: *Astacus* i *Austropotamobius*. Rod *Astacus* sadrži tri vrste: *Astacus astacus* (Linnaeus, 1758), *Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823 i *Astacus pachypus* Rathke, 1837, a rod *Austropotamobius* sadrži dvije vrste: *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet, 1858) i *Austropotamobius torrentium* (Schrank, 1803) (Holdich 2002). Tijelo ovih rakova podijeljeno je u dvije funkcionalne cjeline: glavopršnjak (cephalopereion; nastao spajanjem glave i prsa) i zadak (pleon) (Habdija i sur. 2011; Habdija i sur. 2004). Glavopršnjak je spojen čvrstim hitin-proteinskim oklopom koji je inkrustiran kalcijevim karbonatom - karapaksom (Habdija i sur. 2004; Holdich 2002). Na glavi se od osjetila nalaze sastavljene ili fasetirane oči na dršku te dva para antena. Prvi, kraći par antena ima višestruku ulogu (kemorepcija, mehanorepcija, te sadrže statociste), dok drugi, dulji par antena služi isključivo kao mehanoreceptor. Pri bazi drugog para antena također se nalazi izvod antenalnih žlijezda koje služe za izlučivanje dušičnih ostataka mijene tvari (Habdija i sur. 2011; Habdija i sur. 2004; Holdich 2002). Na samom vrhu glave nalazi se glavni šiljak - rostrum (Habdija i sur. 2004), čiji se oblik, u kombinaciji s drugim morfološkim značajkama, može koristiti kao pouzdano determinacijsko svojstvo (Füreder i Machino 2002). Rakovi iz porodice Astacidae spadaju u red deseteronožaca (Decapoda), odnosno, imaju pet pari nogu za hodanje - pereopoda, od kojih su prve preobražene u klijesta - helipede (Habdija i sur. 2011). Klijesta se razlikuju od vrste do vrste, a nerijetko i unutar same vrste (mužjaci-ženke, regeneracija, različiti ekološki čimbenici), a sudjeluju u različitim funkcijama: napadu i obrani, udvaranju i parenju, kemorepciji, kopanju, održavanju ravnoteže. Preostale noge služe za hodanje, čišćenje i prilikom parenja za pridržavanje partnera. Gubitak jednog ili čak više pereopoda ne utječe značajnije na jedinku, odnosno, ostali pereopodi mogu preuzeti ulogu izgubljenog pereopoda tijekom perioda njegove regeneracije. Za bijeg u slučaju kada su ugroženi rakovi porodice Astacidae koriste nagle zamahe pleonom u kojem se nalazi većina njihove muskulature (upravo zbog pleona se većina vrsta koristi komercijalno, u prehrani). Pleon je jako dobro inerviran te zahvaljujući snažnoj muskulaturi i repnoj lepezi (koja se sastoji od četiri uropoda između kojih je telzon) omogućuje raku brzo kretanje (Habdija i sur. 2011; Holdich 2002). S donje strane pleona nalazi se pet pari plivaćih nožica - pleopoda koje

usprkos nazivu nemaju previše uloge u samome plivanju. Prva dva para pleopoda kod mužjaka preobraženi su u kopulatorne organe (gonopodi) dok kod ženki izostaju. Preostali pleopodi služe za stvaranje struje vode u rupama u kojima rakovi miruju preko dana, održanje položaja za vrijeme plivanja, za stvaranje struje vode oko jaja, za pričvršćivanje jaja (Holdich 2002).

1.1.2. Prehrana porodice Astacidae i njena važnost u hranidbenoj mreži

Porodica Astacidae omnivorna je porodica, a rakovi koji joj pripadaju su i predatori i herbivori i detritivori. Juvenilne jedinke su filtratori i/ili strugači, a kako rastu postaju prilagođeniji na čvršću hranu, te se počinju hraniti detritusom. Odrasle jedinke dobro su prilagođene različitoj prehrani: meke i robusnije biljke, beskralježnjaci (pogotovo puževi), ličinke ili strvine kralježnjaka (Holdich 2002). Prehrana osim o starosti jedinke ovisi i o nizu faktora poput vrste raka, dostupnosti plijena, geografskom području u kojem populacija obitava. Također, hranjenjem vodenim i poluvodenim makrofitima rakovi ove porodice imaju važnu ulogu u regulaciji trofije jezera u kojima žive. Osim svojom prehranom, oni u hranidbenim mrežama zauzimaju važno mjesto jer ujedno služe kao plijen brojnim drugim organizmima. Ne postoji životinja koja se hrani isključivo nekom od spomenutih vrsta rakova, iako je pad brojnosti rakova na nekom području povezan s porastom broja predatora (ličinke Odonata, rod *Notonecta*, predatorske ribe, čaplje, male zvijeri koje se hrane uz rub vode) (Maguire 2010; Holdich 2002). Iz navedenog slijedi da su rakovi porodice Astacidae neophodni za pravilno funkcioniranje slatkovodnih ekosustava koje naseljavaju te ih stoga nazivamo ključnim vrstama (Eden i sur. 2012).

1.2. Uskoškari rak *Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823

1.2.1. Vanjski izgled i osnovne značajke uskoškarog raka

Astacus leptodactylus Eschscholtz, 1823 uskoškari, barski ili turski rak vrsta je danas rasprostranjena u 32 europske zemlje, a originalni areal distribucije joj je Ponto-kaspijski bazen (Maguire i sur. 2014; Karaman 1962). Vrsta *A. leptodactylus* tipičan je predstavnik porodice Astacidae. Dvije najočitije razlike od ostalih predstavnika porodice Astacidae su dugačka, uska kliješta po kojima je vrsta dobila ime, te izražena trnovitost, naročito iza cervikalne brazde (Maguire 2010; Harlioğlu 2004), iako se ove značajke same za sebe ne bi smjele koristiti za determinaciju, budući da se samo na temelju njih može doći do netočne determinacije (Füreder i Machino 2002). Uz to uskoškarog raka od sestrinske vrste *A. astacus* razlikuju trnovi na završecima abdominalnih pleura, dugačak rostrum s rostralnim trnovima koji završava dugačkim apeksom, paralelna ili trapezoidna rostralna rebra, između kojih je žlijebasto udubljen rostrum (Maguire 2010; Füreder i Machino 2002). Uskoškari rakovi u prosjeku dosežu veće tjelesne dimenzije od svojih srodnika (do 30 cm, većina odraslih jedinki naraste do 15 cm), žutosmeđe do maslinasto zelene su boje, dok im je trbušna strana bijela. Pripadnici ove vrste otporni su na širok raspon ekoloških čimbenika, odnosno bolje podnose antropogeni utjecaj od drugih nativnih europskih vrsta porodice Astacidae (Maguire 2010; Holdich 2002). Uskoškari rakovi postaju spolno zreli nakon treće godine života, nakon dosegnute dužine tijela 7,5 - 8,5 cm. Ovisno o veličini raka te uvjetima okoliša na prostoru u kojem se pare ženke mogu nositi 200 - 800 jaja, a vrijeme inkubacije je 5 - 8 mjeseci. Nakon izlijeganja, juvenilne jedinke ostaju uz majku 20 - 25 dana tokom kojih se jednom presvuku, a nakon toga započinju samostalan život (Maguire 2010; Holdich 2002).

1.2.2. Invazivne karakteristike uskoškarog raka

Zbog dobre otpornosti na promjene ekoloških čimbenika, velikog fekunditeta, kraćeg perioda nošenja jaja i dnevne aktivnosti (uz uobičajenu noćnu aktivnost porodice Astacidae), populacije uskoškarog raka rastu brže od ostalih nativnih europskih rakova porodice Astacidae (Maguire 2010; Holdich 2002). Nakon što je introducirana (ili se prirodno proširila) na neko područje ova vrsta potiskuje populacije drugih nativnih vrsta rakova, te može uzrokovati degradaciju okoliša (Holdich 2002). Osim izravnog negativnog utjecaja na native populacije drugih vrsta, primjećeno je da ponekad dolazi do interspecijskog parenja u miješanim populacijama i hibridizacije plemenitog i uskoškarog raka, čime se narušava i genetski fond plemenitog raka (Cukerzis 1988). Postoje dokazi o hibridizaciji i s drugim rakovima iz porodice Astacidae, ali oni nisu zabilježeni u prirodi već samo u laboratoriju (Holdich i sur. 1995). Zbog navedenih značajki vrsta *A. leptodactylus* se ponaša kao invazivna vrsta ne samo na područjima na kojima je introducirana, već i na područjima na kojima je nativna, odnosno na koja se prirodnim putem proširila (Maguire i Dakić 2011; Maguire 2010; Holdich 2002). Iako je vrsta široko rasprostranjena, postoji relativno malo podataka o njoj (Maguire i Dakić 2011).

1.2.3. Rasprostranjenost uskoškarog raka u Hrvatskoj

Uskoškari rakovi žive u nizinskim vodotocima s mekanim ilovasto-muljevitim dnom i močvarama (Maguire 2010). Na području Hrvatske vrsta je službeno zabilježena relativno nedavno, 2004. godine (Maguire i Gottstein-Matočec 2004), a danas znamo da nastanjuje rijeke savskog i dravskog slijeva (Kupa, Dobra, Mrežnica, Una), te da se širi prema jugu i zapadu Hrvatske (Maguire 2010).

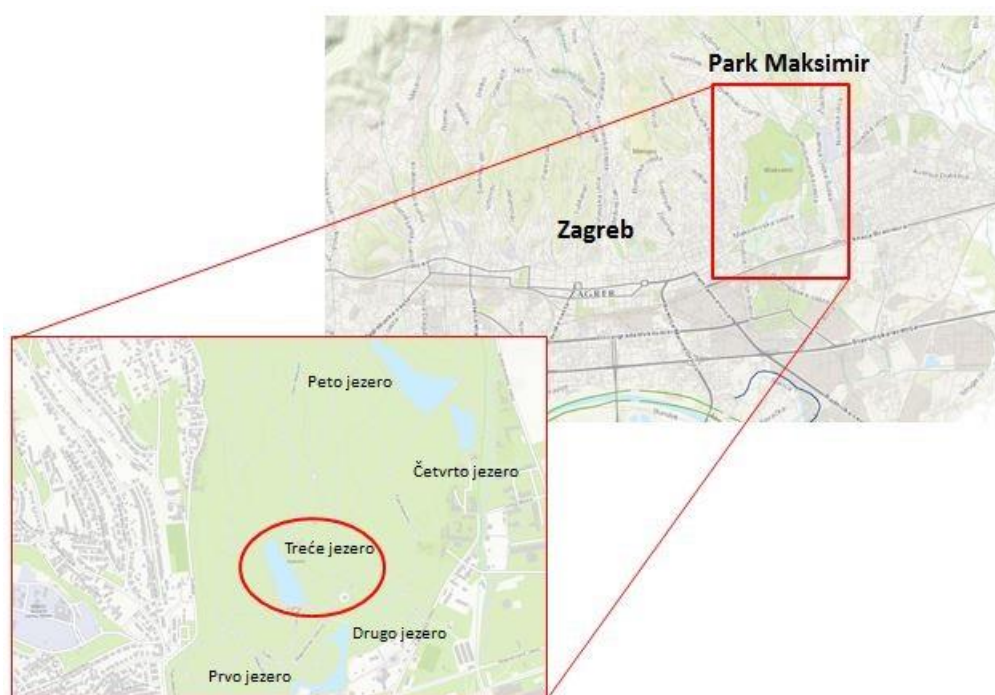
2. CILJ ISTRAŽIVANJA

S obzirom na nedostatak podataka o uskoškarom raku na europskom nivou (Holdich 2002), te potpuni izostanak istraživanja astakofaune na području parka Maksimir (Kerovec i sur. 2004), cilj ovog istraživanja je bio po prvi puta istražiti populaciju uskoškarog raka (*A. leptodactylus*) u Maksimiru. Kako je preliminarnim istraživanjima utvrđena gusta populacija ove vrste u Trećem maksimirskom jezeru namjera je bila opisati njezine značajke. Populacijske značajke uključuju procjenu relativne brojnosti populacije, odnos spolova, morfometrijske značajke mužjaka i ženki, udjele pojedinih veličinskih klasa, kondiciju jedinki, udio ozljeda te fazu fiziološkog ciklusa. Cilj ovog istraživanja također je utvrditi postoje li razlike među morfometrijskim značajkama mužjaka i ženki, te postoje li razlike u udjelu ozljeda i kondicije među veličinskim klasama kako bismo mogli procijeniti postoji li pritisak predatora na populaciju uskoškarog raka, te koja je veličinska klasa njime najpogođenija.

3. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

Na zaštićenom području parka Maksimir (spomenik parkovne arhitekture, zaštićeno kulturno dobro) nalazi se kompleks od pet umjetnih jezera (Javna ustanova - Maksimir 2016). Ta jezera spadaju u skupinu plitkih polimiktičkih jezera umjerenog klimatskog područja (Kerovec i sur. 2004). Preliminarnim istraživanjima utvrđeno je postojanje populacije uskoškarog raka u Drugom i Trećem jezeru parka Maksimir, vrste koja tokom prethodnih istraživanja nije bila zabilježena na ovom području, kao što nije zabilježena niti prisutnost drugih rakova iz porodice Astacidae (Kerovec i sur. 2004). U makrozoobentosu su zabilježene manje životinje, pa tako u proljeće i u ljeto prevladavaju predstavnici porodice Tubificidae, a u jesen prevladavaju predstavnici porodice Chironomidae. Uz spomenute skupine, zabilježena je i prisutnost porodice puževa Physidae (Kerovec i sur. 2004) kojima se deseteronožni slatkovodni rakovi rado hrane (Holdich 2002; Hanson i sur. 1990). Riblja populacija Trećeg jezera sastoji se od sedam vrsta od kojih su čak tri vrste alohtone. Najbrojniji je autohtoni grgeč *Perca fluviatilis* Linnaeus 1758. Nakon grgeča po brojnosti se nalaze američki somić *Ameiurus nebulosus* (Lesueur, 1819) i smuđ *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758). Američki somić alohtona je vrsta, a njene mlade jedinke tvore velika jata u Trećem jezeru (Kerovec i sur. 2004). Poznato je da se američki somić hrani dekapodnim rakovima (Scott i Crossman 1973). Autohtoni smuđ je jedini utvrđeni tipični grabežljivac u maksimirskim jezerima. Osim riba, u maksimirskim jezerima nalaze se velike populacije alohtonih invazivnih kornjača (Kerovec i sur. 2004). Američka barska crvenouha kornjača *Trachemys scripta elegans* (Wied-Neuwied, 1893) i američka barska žutouha kornjača *Trachemys scripta scripta* (Wied-Neuwied, 1893) agresivne su vrste koje potiskuju nativne kornjače (Cadi i Joly 2003), a s obzirom na svoju prehranu (omnivori oportunisti) mogu uzrokovati i smanjenje broja drugih nativnih organizama. Također je zabilježeno da se u jezerima bogatima dekapodnim rakovima počinju intenzivnije njima hraniti (Pérez-Santigosa i sur. 2011). Treće jezero izgrađeno je 1911. godine, te se u početku opskrbljivalo vodom iz potoka Piškorica. Danas se jezero opskrbljuje neposredno iz Petog jezera, odnosno posredno iz potoka Bliznec, kojim se opskrbljuje Peto jezero, te zauzima površinu od 20160 m², dubinu od 475 cm, a nalazi se na 127 m nadmorske visine, zapadno od Prvog i Drugog jezera (Slika 1). Potok Bliznec u Treće i Peto jezero tokom cijele godine unosi hranjive soli te otpadne organske tvari. Količinu hranjivih soli u ta dva jezera također povećava i raspad listinca koji u vodu dolazi iz listopadne šume kojom su jezera okružena (Kerovec i sur. 2004; Javna ustanova - Maksimir 2016). Klima područja parka ima tipične značajke umjerenog klimatskog podneblja (srednja

godišnja temperatura 9 - 11 °C, ljetni maksimum 38 °C, zimski minimum -20 °C). Vlaga zraka je relativno niska ljeti, a relativno visoka zimi. Temperature vode Trećeg jezera maksimum dosežu u srpnju, 25 °C na površini 21 °C na dnu. Najveća razlika između temperatura površine i dna zabilježena je u svibnju, 22,4 °C na površini, 17,4 °C na dnu (razlika od 5 °C), a minimalna u prosincu i ožujku kad nema razlike u temperaturi površine i dna zbog miješanja vode (Kerovec i sur. 2004).

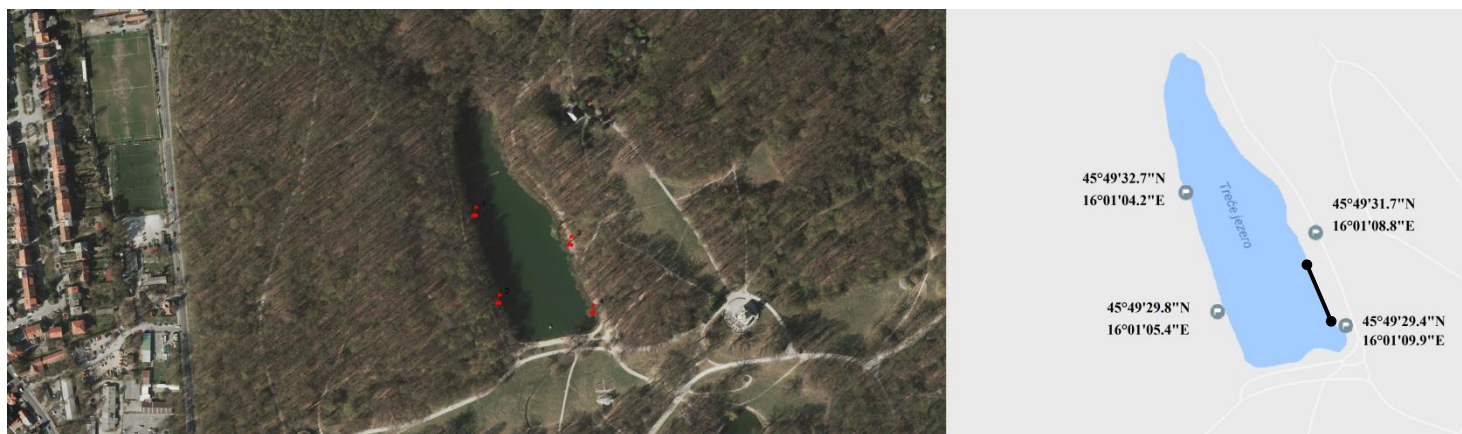


Slika 1. Položaj Trećeg maksimirskog jezera u parku Maksimir

4. MATERIJAL I METODE

4. 1. Terenska istraživanja

Terenska istraživanja provedena su na dva različita načina. Od 7. - 9. lipnja uskoškari rakovi su uzorkovani vršama (Tablica 1). Korišteno je dvadeset LiNi vrša. LiNi vrše su sklopive, cilindričnog oblika s dva ljevkasta ušća sa svake strane, napravljene od metalne žice prekrivene mrežom (Westman i sur. 1978), a kao mamac je korištena Narodna kobasica pričvršćena u sredini vrše sigurnosnicom. Po deset vrša postavljeno je na istočnoj i zapadnoj obali Trećeg maksimirskog jezera, na transektu od 100 m (Slika 2). Vrše su ostavljene u vodi 24 h, te su svako jutro provjeravane na prisutnost rakova i ponovno vraćane u vodu, a po potrebi je dodan novi mamac. Ručno uzorkovanje provedeno od 9. - 16. lipnja (Tablica 1) na istočnoj obali Trećeg maksimirskog jezera, na transektu od 100 m, u večernjim satima nakon zalaska Sunca. Rakovi ulovljeni tijekom uzorkovanja stavljeni su u posude, te su ili mjereni i označeni odmah, ili su prekriveni vlažnim lišćem do kasnijeg mjerenja i označavanja. Rakovi su označeni kako bi se mogla procijeniti veličina populacije metodom označavanja i ponovnog ulova (eng. *mark-recapture*) i to uklanjanjem jednog pereopoda. Uzorkovanje pereopoda ne narušava integritet jedinki jer će se pereopodi regenerirati nakon presvlačenja (Schulz i Sypke 1999; Skurdal i sur. 1992). Uzorkovani pereopodi biti će korišteni za buduće molekularno-filogenetske analize. Po obradi, rakovi su vraćeni u jezero na istom mjestu gdje su ulovljeni.



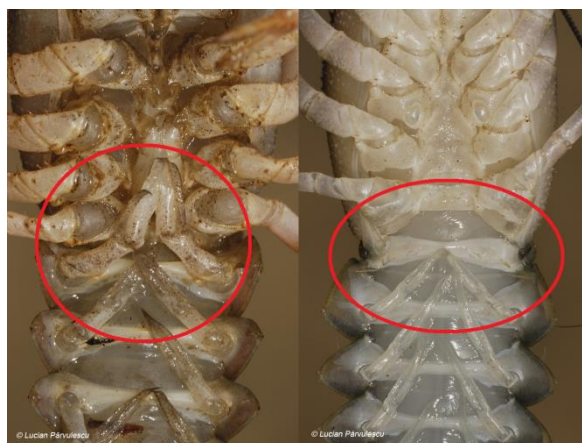
Slika 2. Prikaz Trećeg jezera u parku Maksimir s označenim početnim i završnim točkama transekata za lov vršama (krugovi) i rukama (linija), te njihovim geografskim koordinatama

Tablica 1. Podaci o ručnom uzorkovanju rakova

Datum	9.6.2016.	10.6.2016.	12.6.2016.	15.6.2016.	16.6.2016.
Broj osoba	3	3	3	1	3
Trajanje lova / min	45	45	45	60	45

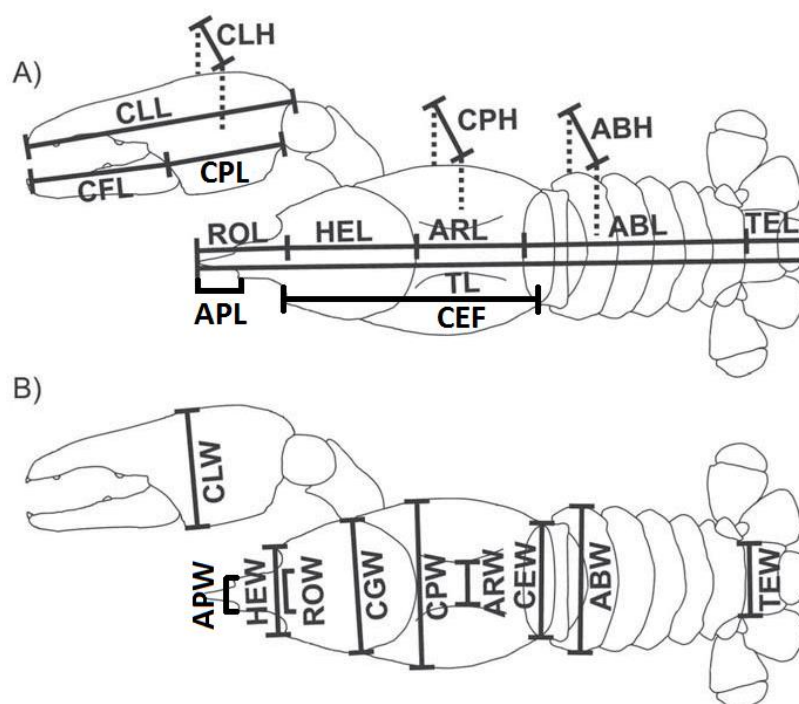
4.2. Istraživanje značajki populacije uskoškarog raka u Trećem jezeru

Za analizu uzrasno - spolne strukture populacije rakova, svakoj ulovljenoj jedinki određen je spol. Mužjacima su prva dva para pleopoda preobražena u gonopode, dok kod ženki oni izostaju (Slika 3). Nakon određivanja spola rakovima su izmjerene morfometrijske značajke: masa rakova određena je pomoću dinamometra Pesola (max. 300 g, preciznost 1 g), a dužinske značajke izmjerene su pomoću pomičnog mjerila (Digital Caliper, raspon 0 - 15 cm, preciznost 0,05 mm).



Slika 3. Razlike između mužjaka i ženke uskoškarog raka (preuzeto i prilagođeno iz Pârvulescu 2009) mužjak uskoškarog raka (lijevo) ima prva dva para pleopoda preobražena u kopulatorne organe, dok kod ženke (desno) izostaju

Jedinkama ulovljenim 7., 9. i 12. lipnja mjereno je 25 dužinskih značajki (Sint i sur. 2006) (Slika 4). Jedinke ulovljene drugi dan ručnog uzorkovanja 10. lipnja samo su provjerene na oznake, neoznačene jedinke su označene i vraćene u jezero. Jedinkama ulovljenim zadnja dva dana terenskog istraživanja (15. i 16. lipnja) izmjereno je deset ključnih dužinskih značajki: ukupna dužina, dužina rostruma, dužina kliješta, debljina kliješta, širina kliješta, širina rostruma, širina karapaksa, širina prvog začanog kolutića, dužina cefalotoraksa, dužina apeksa rostruma.



Slika 4. Mjerene morfometrijske značajke kod rakova (preuzeto i prilagođeno iz Sint i sur. 2006); TL - ukupna dužina, ROL - dužina rostruma, HEL - dužina glave, ARL - dužina areole, ABL - dužina abdomena, TEL - dužina telzona, CLL - dužina kliješta, CFL - dužina pomičnog dijela kliješta, CPL - dužina baze kliješta, CLH - debljina kliješta, CLW - širina kliješta, CPH - visina karapaksa, ABH - visina abdomena, HEW - širina glave, ROW - širina rostruma, CGW - širina karapaksa ispred cervikalne brazde, CPW - širina karapaksa, ARW - širina areole, CEW - širina karapaksa na posteriornom rubu, ABW - širina prvog začanog kolutića, TEW - širina telzona, CEF - dužina cefalotoraksa, APL - dužina apeksa rostruma, APW - širina apeksa rostruma

Osim kvantitativnih mjera, također su zabilježene i vidljive ozljede (nedostatak tjelesnih nastavaka, oštećenje rostruma i sl.), fiziološka faza godišnjeg ciklusa (oklop svježe presvučenih rakova intenzivnog je obojenja, oklop jedinki pred presvlačenjem je tamnih i mutnih boja, čvrst, ali mekan na rubovima karapaksa), te aktivnost cementnih žlijezda kod ženki (aktivne cementne žlijezde su intenzivno bijele boje kod spolno aktivnih ženki). Ulovljeni rakovi su nakon mjerenja označeni (opisano u poglavlju 4.1. Terenska istraživanja).

4.3. Određivanje tjelesne kondicije populacije uskoškarog raka u Trećem jezeru

Na temelju morfometrijskih podataka i podataka o masi, izračunata su dva indeksa kondicije: konstanta dekapodnog raka i Fultonov kondicijski faktor. Kondicijski faktori pokazuju kakve su energetske zalihe jedinki u populaciji, a bitni su jer jedinke s većim energetske zalihamo imaju veću vjerojatnost preživljavanja (Streissl i Hödl 2002). Konstanta dekapodnog raka (CC - Crayfish Constant; g/mm³) računa se po formuli:

$$CC = \frac{W}{TL \times CL \times CW}$$

gdje je W - masa raka, TL - ukupna dužina, CL - dužina karapaksa, CW - širina karapaksa. Fultonov kondicijski faktor (FCF - Fulton's Condition Factor; g/mm³) računa se po formuli

$$FCF = \frac{W}{T^3}$$

gdje je W - masa raka, T - ukupna dužina.

4.4. Određivanje gustoće populacije uskoškarog raka u Trećem jezeru

Gustoća populacije određivana je na dva načina, bilježenjem CPUE kao relativne mjere abundancije i egzaktnijom metodom označavanja i ponovnog ulova. Ulov po jedinici napora (CPUE - **C**atch **p**er **U**nit **E**ffort) izračunat je kao količnik ukupnog broja ulovljenih rakova i broja postavljenih vrša s mamcima po noći (za vrše), odnosno kao količnik ukupnog broja ulovljenih rakova i broja osoba koje su lovile rakove po satu (za ručni lov), te je pomoću njega izračunata relativna brojnost populacije (Balík i sur. 2002).

Isto tako procjena veličine populacije je izračunata metodom označavanja i ponovnog ulova (eng. *mark-recapture*); Schnabelovom metodom i Schumacher - Eschmeyer metodom. Procjena veličine populacije Schabelovom metodom računa se pomoću formule:

$$N = \frac{\sum (M_t \times C_t)}{\sum R_t} + 1$$

gdje je N - procjena broja jedinki u populaciji, M_t - broj označenih jedinki u trenutku t, C_t - ukupan broj jedinki u uzorku (označenih i neoznačenih) u trenutku t i R_t - broj označenih i ponovno ulovljenih jedinki u trenutku t (+1 - korekcija).

Procjena veličine populacije Schumacher - Eschmeyer metodom računa se pomoću formule:

$$\frac{1}{N} = \frac{\sum (M_t \times R_t)}{\sum (C_t \times M_t^2)}$$

gdje je N - procjena broja jedinki u populaciji, M_t - broj označenih jedinki u trenutku t, C_t - ukupan broj jedinki u uzorku (označenih i neoznačenih) u trenutku t i R_t = broj označenih i ponovno ulovljenih jedinki u trenutku t (Maguire 2002; Krebs 1989).

4.5. Analiza prikupljenih podataka

Nakon što su sva mjerenja obavljena, podaci su iz terenskih protokola uneseni u računalni program Microsoft Office Excel te su obrađeni pomoću njega i programa STATISTICA 12. U svim analizama korištena je razina značajnosti 5 % ($p \leq 0,05$), a s obzirom da je većina podataka normalno distribuirana korišteni su parametrijski testovi. Sve izmjerene morfometrijske značajke opisane su deskriptivnom statistikom (minimalna i maksimalna vrijednost, srednja vrijednost, standardna devijacija). Izračunat je udio ozlijeđenih jedinki te udio jedinki u pojedinoj fazi fiziološkog ciklusa (pred presvlačenjem, svježe presvučena, aktivne cementne žlijezde kod ženki). Ovisno o ukupnoj dužini (TL) rakovi su podijeljeni u jednu od šest veličinskih klasa (klasa I: do 6 cm, klasa II: 6 cm - 7 cm, klasa III: 7 cm - 8 cm, klasa IV: 8 cm - 9 cm, klasa V: 9 cm - 10 cm, klasa VI: iznad 10 cm).

Za usporedbu morfometrijskih značajki i kondicija mužjaka i ženki korišten je t - test, dok je za usporedbu morfometrijskih značajki i kondicija različitih veličinskih klasa korištena analiza varijanci (ANOVA) i Tukeyjeva post-hoc analiza. Za usporedbu udjela ozljeda kod mužjaka i ženki te udjela ozljeda u različitim veličinskim klasama korišten je χ^2 - test.

5. REZULTATI

5.1. Metode ulova rakova

U periodu istraživanja od 7. - 16. lipnja 2016. ukupno je ulovljeno 153 uskoškarih rakova, a većina rakova je ulovljena ručno (Tablica 2). Od ukupnog broja rakova 80 jedinki su bili mužjaci, a 73 jedinke su bile ženke, od čega je 5 rakova ponovno ulovljenih (Tablica 3).

Tablica 2. Prikaz broja ulovljenih rakova po metodi uzorkovanja i datumu

Datum	7.6.	8.6.	9.6.	10.6.	12.6.	15.6.	16.6.
Broj jedinki ulovljenih vršama	3	0	1	/	/	/	/
Broj jedinki ulovljenih ručno	/	/	37	33	23	23	33

Tablica 3. Prikaz broja ulovljenih i ponovno ulovljenih rakova po datumu i po spolu (m - mužjaci, f - ženke)

Datum	7.6.		9.6.		10.6.		12.6.		15.6.		16.6.	
Spol	m	f	m	f	m	f	m	f	m	f	m	f
Broj ulovljenih jedinki	2	1	15	23	17	16	13	10	14	9	19	14
Broj ponovno ulovljenih jedinki	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	2

Iz Tablice 2. vidi se da se lov vršama pokazao neučinkovitim, stoga je ta metoda zamijenjena učinkovitijom metodom ručnog lova. Omjer spolova ulovljenih rakova bio je podjednak (mužjaci : ženke = 1,10 : 1; Tablica 3).

5. 2. Usporedbe značajki populacije među spolovima

5.2.1. Deskriptivna statistika mjerenih morfometrijskih značajki i kondicije među spolovima

Rezultati deskriptivne statistike mjerenih morfometrijskih značajki (TL - ukupna dužina, ROL - dužina rostruma, HEL - dužina glave, ARL - dužina areole, ABL - dužina abdomena, TEL - dužina telzona, CLL - dužina kliješta, CFL - dužina pomičnog dijela kliješta, CPL - dužina baze kliješta, CLH - debljina kliješta, CLW - širina kliješta, CPH - visina karapaksa, ABH - visina abdomena, HEW - širina glave, ROW - širina rostruma, CGW - širina karapaksa ispred cervikalne brazde, CPW - širina karapaksa, ARW - širina areole, CEW - širina karapaksa na posteriornom rubu, ABW - širina prvog začanog kolutića, TEW - širina telzona, CEF - dužina cefalotoraksa, APL - dužina apeksa rostruma, APW - širina apeksa rostruma) i kondicije (CC - konstanta dekapodnog raka, FCF - Fultonov kondicijski indeks) prikazani su u dvije tablice, posebno za mužjake (Tablica 4), posebno za ženke (Tablica 5). Najveća jedinka je mužjak mase 90 g, koji je ujedno i najduži (TL = 137,90 mm), dok je najmanja jedinka ženka mase 2,44 g i najmanje ukupne dužine (TL = 46,96 mm).

Tablica 4. Deskriptivna statistika morfolometrijskih značajki i kondicije kod mužjaka

Mužjaci	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost	Srednja vrijednost	Standardna devijacija
Veličinska klasa	1	6	3,68	1,57
Masa / g	3,00	90,00	18,41	12,90
TL / mm	47,13	137,90	82,04	17,24
ROL / mm	4,88	22,53	11,24	2,90
HEL / mm	11,47	28,96	17,28	3,81
ARL / mm	9,39	22,55	13,90	3,11
ABL / mm	20,69	48,33	30,65	6,28
TEL / mm	7,56	18,05	11,27	2,33
CLL / mm	12,06	81,13	26,35	10,54
CFL / mm	9,21	36,29	16,63	6,45
CPL / mm	4,24	27,16	10,61	4,45
CLH / mm	2,78	12,90	5,46	1,83
CLW / mm	4,39	27,70	10,53	3,88
CPH / mm	13,10	33,83	20,39	4,57
ABH / mm	8,47	22,62	13,26	3,18
HEW / mm	8,21	22,65	12,95	2,98
ROW / mm	2,87	9,59	5,09	1,10
CGW / mm	10,78	27,16	16,72	3,59
CPW / mm	10,08	39,97	21,69	5,40
ARW / mm	2,85	7,80	4,79	1,10
CEW / mm	12,22	27,63	18,13	3,56
ABW / mm	10,02	30,43	18,09	3,93
TEW / mm	7,38	17,35	10,86	2,23
CEF-d / mm	16,65	58,42	32,05	7,55
CEF-l / mm	14,90	57,41	33,99	8,27
APL / mm	2,15	8,47	4,85	1,25
APW / mm	1,48	4,54	2,58	0,67
CC / gmm⁻³	2,16E-04	3,31E-03	3,30E-04	3,87E-04
FCF / gmm⁻³	2,12E-05	2,77E-04	3,26E-05	3,18E-05

Tablica 5. Deskriptivna statistika morfometrijskih značajki i kondicije kod ženki

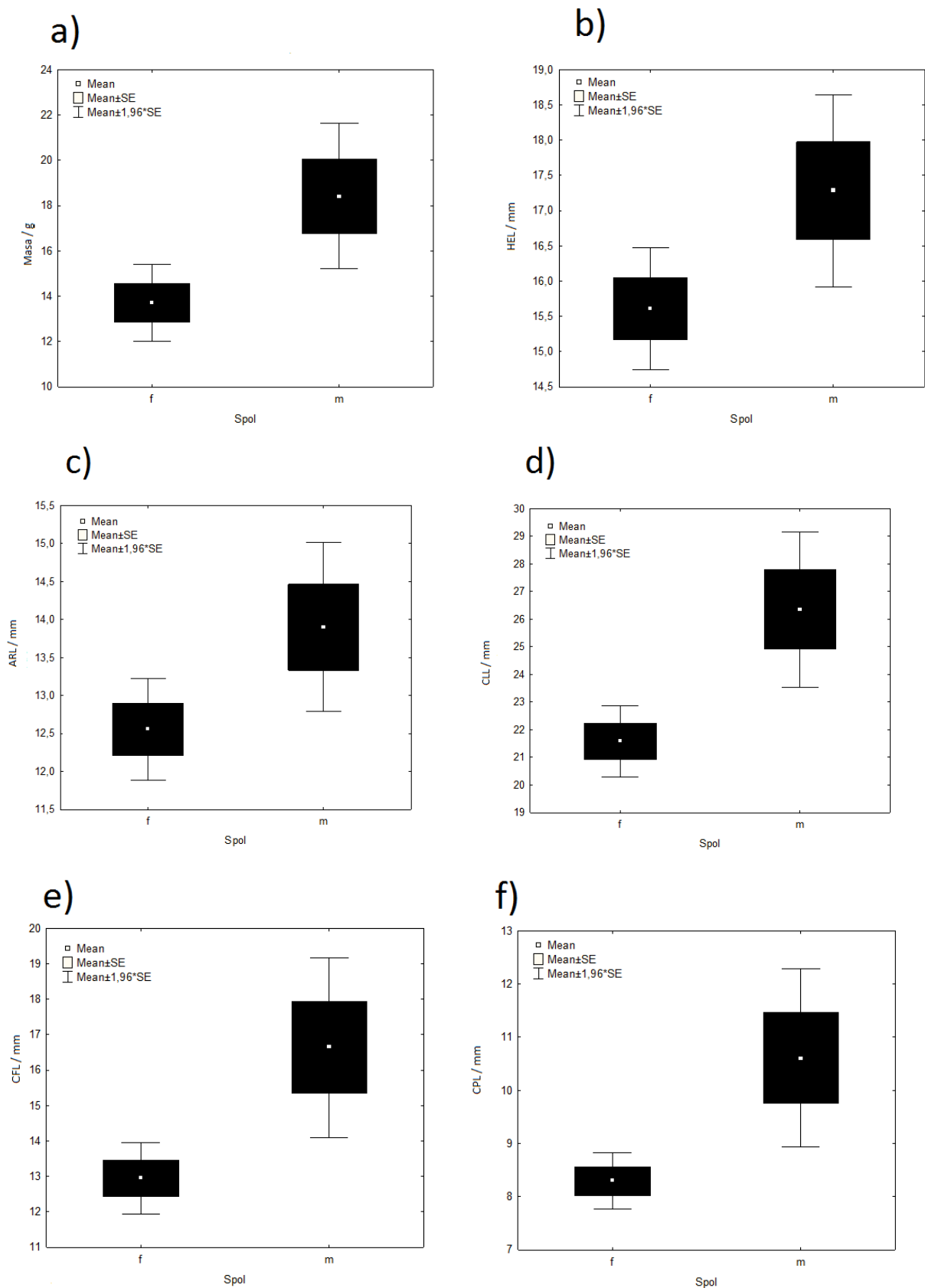
Ženke	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost	Srednja vrijednost	Standardna devijacija
Veličinska klasa	1	6	3,31	1,40
Masa / g	2,44	31,00	13,71	6,48
TL / mm	46,96	102,22	78,10	14,08
ROL / mm	6,20	15,19	10,82	2,16
HEL / mm	9,33	20,36	15,61	2,54
ARL / mm	7,53	16,30	12,56	1,97
ABL / mm	16,44	37,68	29,60	4,99
TEL / mm	6,20	13,68	10,57	1,81
CLL / mm	11,65	32,17	21,58	4,67
CFL / mm	6,72	18,15	12,94	2,82
CPL / mm	4,95	10,60	8,29	1,51
CLH / mm	2,72	6,74	4,74	1,01
CLW / mm	5,41	13,38	9,40	1,85
CPH / mm	11,41	23,77	18,43	2,75
ABH / mm	6,59	16,23	12,80	2,52
HEW / mm	7,41	15,53	11,88	1,80
ROW / mm	3,10	6,51	4,87	0,83
CGW / mm	9,39	20,32	15,38	2,40
CPW / mm	12,13	26,62	20,06	3,67
ARW / mm	2,00	6,30	4,59	0,86
CEW / mm	10,01	22,53	17,12	2,73
ABW / mm	10,22	25,52	18,03	3,44
TEW / mm	6,22	14,68	10,44	1,84
CEF-d / mm	18,42	40,68	29,97	5,28
CEF-l / mm	18,42	40,19	31,32	4,92
APL / mm	2,47	6,48	4,66	1,08
APW / mm	1,72	3,36	2,41	0,42
CC / gmm⁻³	2,17E-04	4,20E-04	2,76E-04	4,28E-05
FCF / gmm⁻³	1,85E-05	3,74E-05	2,70E-05	3,84E-06

5.2.2. Usporedba mjerenih morfometrijskih značajki među spolovima

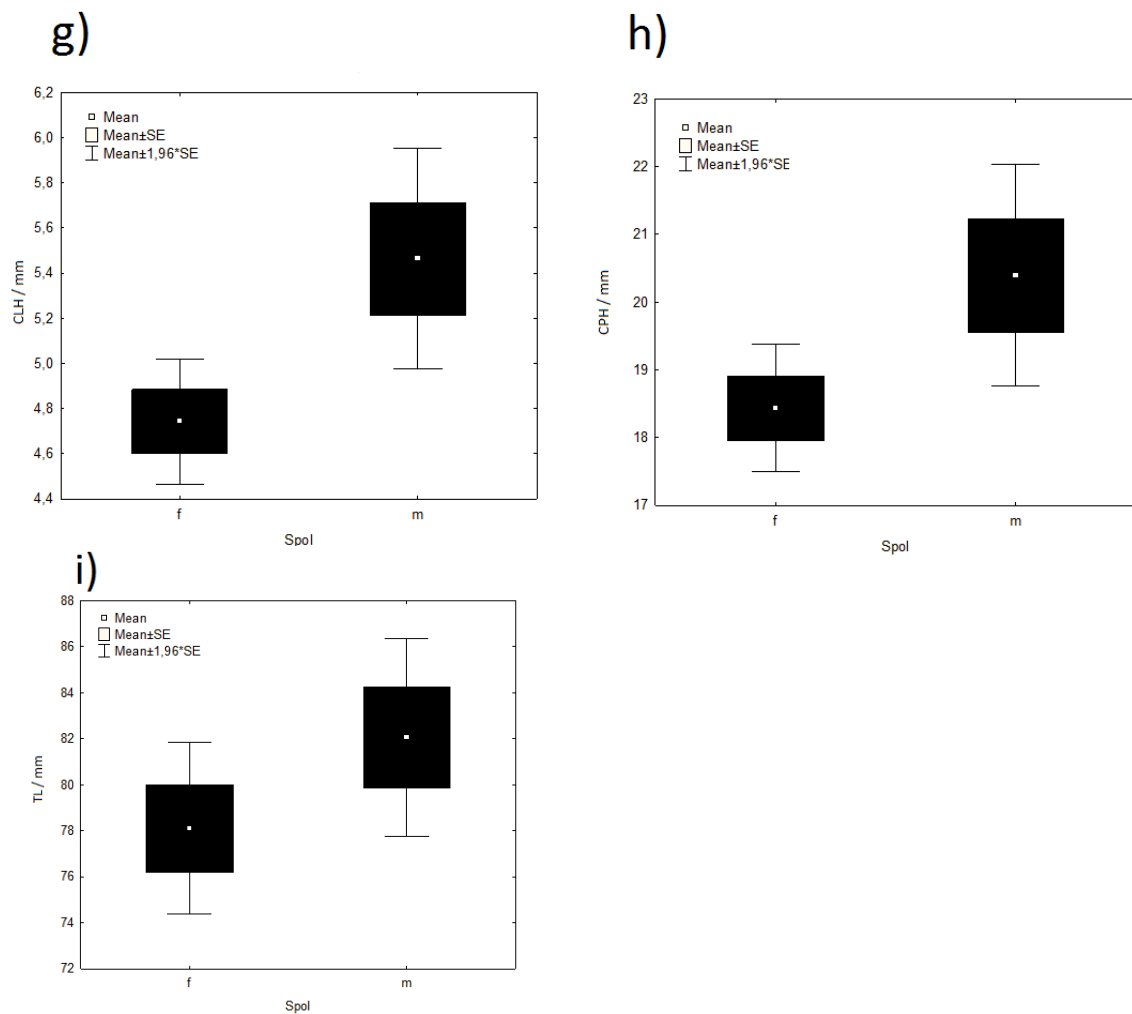
Rezultati usporedbe morfometrijskih značajki mužjaka i ženki prikazani su u Tablici 6. Crvenom bojom su označene vrijednosti u kojima je zabilježena statistički značajna razlika u mjerenim parametrima između mužjaka i ženki. Iz rezultata je vidljivo da su značajne razlike između mužjaka i ženki zabilježene u 8 parametara (masa, HEL, ARL, CLL, CFL, CPL, CLH, CPH). Mužjaci su u prosjeku bili značajno veće mase, kliješta su im bila značajno duža u tri mjerena parametra (ukupna dužina, dužina pomičnog dijela, dužina baze) i deblja, ali ne i šira. Također, mužjaci su imali veću dužinu glave i areole te visinu karapaksa. Rezultati t - testa prikazani su grafički za svaku od značajki za koju je zabilježena statistički značajna razlika (Slika 5.a - 5.h). Rezultati t - testa za značajke kod kojih nema statistički značajne razlike između spolova prikazani su na primjeru grafa za ukupnu dužinu (TL) (Slika 5.i), a svi ostali grafovi izgledaju identično.

Tablica 6. Rezultati t - testa za usporedbu morfometrijskih značajki mužjaka i ženki

Značajka	t - vrijednost	df	p - vrijednost	N (f)	N (m)
Masa	-2,48	117	0,02	57	62
TL	-1,34	115	0,18	55	62
ROL	-0,85	111	0,40	53	60
HEL	-2,07	61	0,04	33	30
ARL	-2,07	61	0,04	33	30
ABL	-0,73	61	0,47	33	30
TEL	-1,35	61	0,18	33	30
CLL	-2,94	102	0,004	50	54
CFL	-2,83	53	0,01	30	25
CPL	-2,72	56	0,09	31	27
CLH	-2,48	103	0,02	51	54
CLW	-1,88	103	0,06	51	54
CPH	-2,08	61	0,04	33	30
ABH	-0,65	61	0,52	33	30
HEW	-1,74	61	0,09	33	30
ROW	-1,21	115	0,22	55	62
CGW	-1,76	61	0,08	33	30
CPW	-1,89	116	0,06	56	62
ARW	-0,82	61	0,42	33	30
CEW	-1,27	61	0,21	33	30
ABW	-0,09	116	0,93	56	62
TEW	-0,83	61	0,41	33	30
CEF-d	-1,72	116	0,09	56	62
CEF-l	-1,57	61	0,12	33	30
APL	-0,87	111	0,39	53	60
APW	-1,22	60	0,23	32	30



Slika 5. Grafički prikaz rezultata t - testa za razlike u parametrima između mužjaka (m) i ženki (f) uskoškarih rakova (6.a - masa (m), 6.b - dužina glave (HEL), 6.c - dužina areole (ARL), 6.d - dužina kliješta (CLL), 6.e - dužina pomičnog dijela kliješta (CFL), 6.f - dužina baze kliješta (CPL)) (nastavlja se)



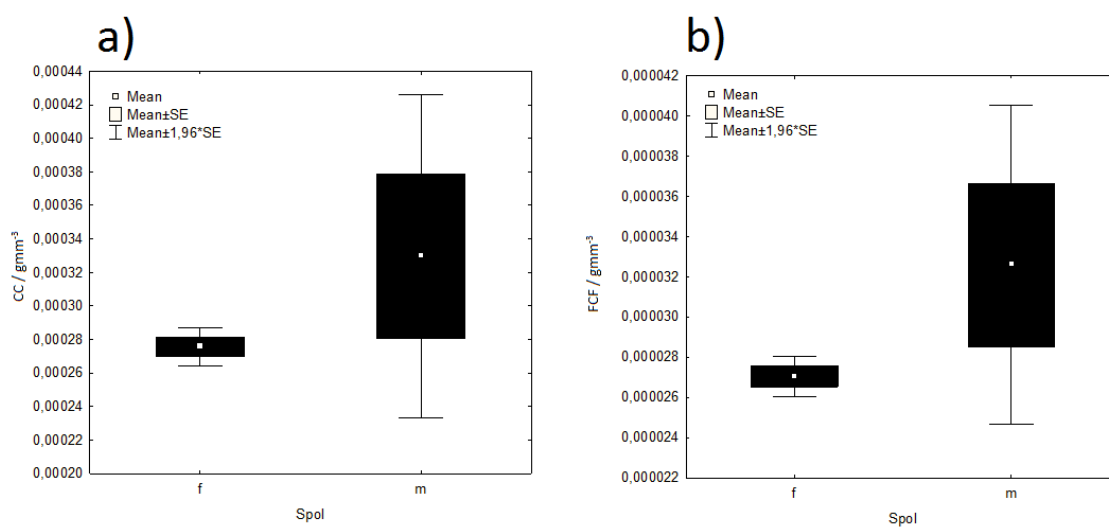
Slika 5. (nastavak) Grafički prikaz rezultata t - testa za razlike u parametrima između mužjaka (m) i ženki (f) uskoškarih rakova (6.g - debljina kliješta (CLH), 6.h - visina karapaksa, 6.i - ukupna dužina (TL))

5.2.3 Usporedba kondicije među spolovima

Rezultati t - testa (Tablica 7) pokazali su da ne postoji statistički značajna razlika u kondiciji između mužjaka i ženki. Grafički prikaz dobivenih rezultata prikazan je grafom (Slika 6.a i 6.b).

Značajka	t - vrijednost	df	p - vrijednost	N (f)	N (m)
CC	-1,03	115	0,31	55	62
FCF	-1,28	115	0,20	55	62

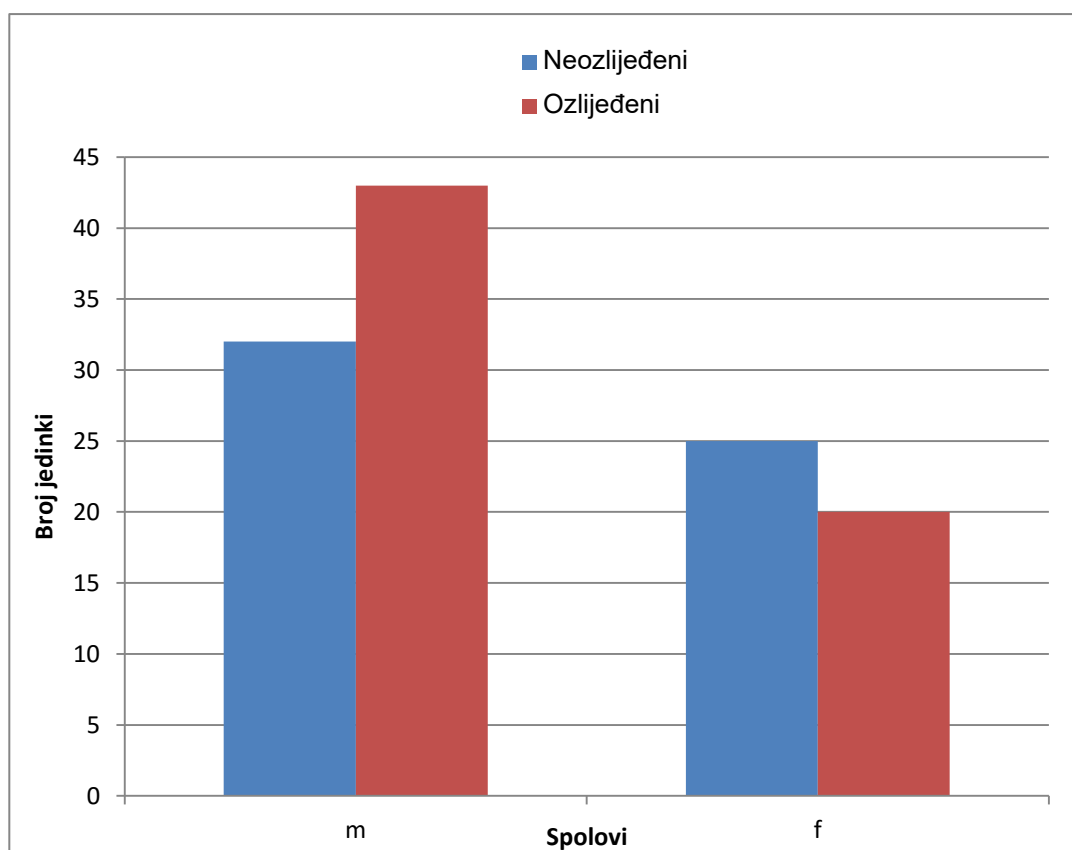
Tablica 7. Rezultati t - testa za usporedbu morfometrijskih značajki i kondicije mužjaka (m) i ženki (f)



Slika 6. Grafički prikaz rezultata t - testa za kondicijske indekse mužjaka (m) i ženki (f) uskoškarih rakova (7.a - konstanta dekapodnog raka (CC), 7.b - Fultonov kondicijski indeks (FCF))

5.2.4. Usporedba udjela ozljeda među spolovima

Analiza udjela ozljeda prema spolovima pokazala je kako nema statistički značajne razlike u udjelu ozljeda između mužjaka i ženki ($\chi^2 = 1,87$, $p = 0,17$). Grafički je prikazan ukupan broj ozlijeđenih i neozlijeđenih jedinki po spolovima (Slika 7).



Slika 7. Histogram broja ozlijeđenih i neozlijeđenih jedinki po spolovima (m - mužjaci, f - ženke)

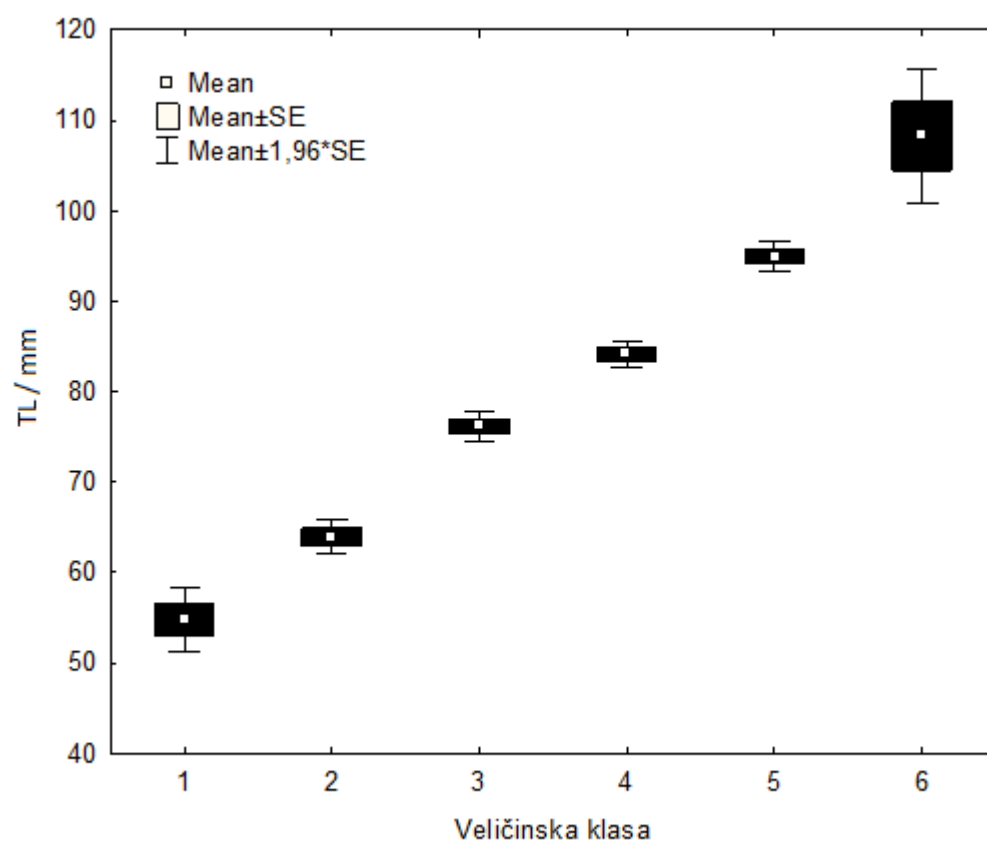
5. 3. Usporedbe značajki populacije među veličinskim klasama

5.3.1. Usporedba mjerenih morfometrijskih značajki među klasama

Temeljem ukupne dužine jedinki populacija uskoškarih rakova podijeljena je u 6 veličinskih klasa. Rezultati analize varijanci (ANOVA) morfometrijskih značajki različitih veličinskih klasa prikazani su u Tablicama 8 i 9. Analiza je provedena zasebno za mužjake i za ženke zato što su utvrđene značajne razlike u nekim morfometrijskim značajkama među spolovima. Rezultati analize varijanci pokazali su da se mužjaci značajno razlikuju u svim mjerenim parametrima između klasa, a ženke se razlikuju u svima osim širine areole (ARW). Iz grafova se vidi pravilan porast u veličinama morfometrijskih značajki porastom veličinske klase, te su prikazani grafičkim prikazom na primjeru ukupne dužine (TL) po spolu po klasama (Slika 8 i 9.a), a jedino odstupanje pojavilo se kod ženki u širini areole (ARW), što je također prikazano grafički (Slika 9.b). Kako je analiza varijanci pokazala statistički značajnu razliku među klasama, korištena je Tukeyeva post-hoc analiza kako bi se vidjelo koje koje klase se međusobno razlikuju (Prilog 1). Tukeyeva post-hoc analiza pokazala je da se klasa V i VI u prosjeku ne razlikuju statistički značajno međusobno, ali se razlikuju od klasa I - IV (koje se također u prosjeku ne razlikuju statistički značajno međusobno). Sve klase se najviše razlikuju u ukupnoj dužini, dok je najmanja razlika u dužini i širini apeksa, te širini areole.

Tablica 8. Rezultati analize varijanci (ANOVA) morfometrijskih značajki po veličinskim klasama kod mužjaka

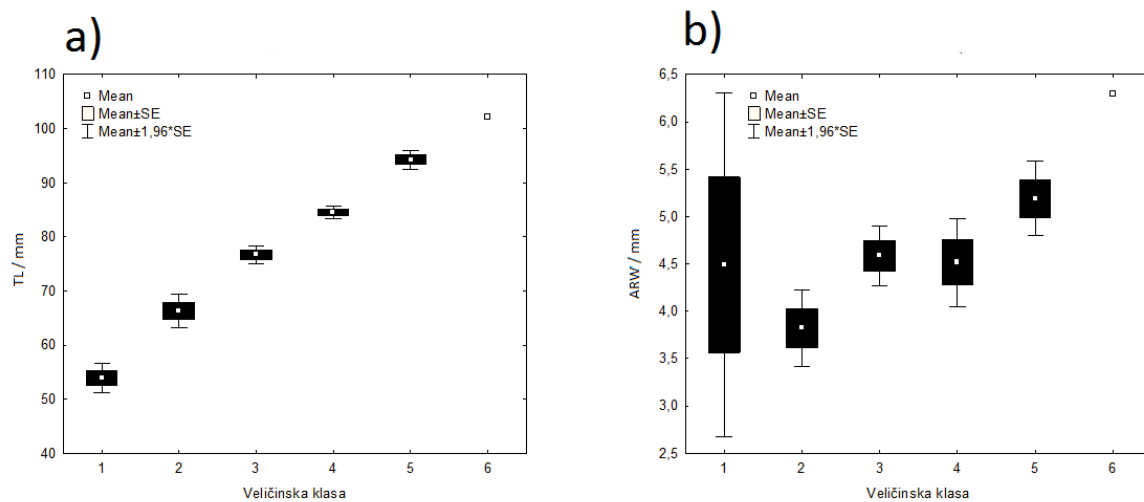
Značajka	df Effect	F - vrijednost	p - vrijednost
Masa	5	18,91	<<0,01
TL	5	121,92	<<0,01
ROL	5	17,62	<<0,01
HEL	5	32,14	<<0,01
ARL	5	38,68	<<0,01
ABL	5	24,44	<<0,01
TEL	5	41,79	<<0,01
CLL	5	10,91	<<0,01
CFL	5	18,25	<<0,01
CPL	5	10,36	<<0,01
CLH	5	12,04	<<0,01
CLW	5	12,86	<<0,01
CPH	5	35,66	<<0,01
ABH	5	15,29	<<0,01
HEW	5	16,45	<<0,01
ROW	5	27,05	<<0,01
CGW	5	38,09	<<0,01
CPW	5	74,87	<<0,01
ARW	5	21,54	<<0,01
CEW	5	23,73	<<0,01
ABW	5	75,03	<<0,01
TEW	5	34,54	<<0,01
CEF-d	5	62,07	<<0,01
CEF-I	5	29,60	<<0,01
APL	5	21,00	<<0,01
APW	5	4,91	<<0,01



Slika 8. Grafički prikaz rezultata analize varijanci za razliku u ukupnoj dužini (TL) između šest veličinskih klasa (mužjaci)

Tablica 9. Rezultati analize varijanci (ANOVA) morfometrijskih značajki po veličinskim klasama kod ženki

Značajka	df Effect	F - vrijednost	p - vrijednost
Masa	5	59,36	<<0,01
TL	5	207,80	<<0,01
ROL	5	17,41	<<0,01
HEL	5	53,44	<<0,01
ARL	5	25,33	<<0,01
ABL	5	19,53	<<0,01
TEL	5	22,26	<<0,01
CLL	5	46,48	<<0,01
CFL	5	15,67	<<0,01
CPL	5	9,60	<<0,01
CLH	5	21,86	<<0,01
CLW	5	29,07	<<0,01
CPH	5	35,91	<<0,01
ABH	5	21,47	<<0,01
HEW	5	22,49	<<0,01
ROW	5	17,84	<<0,01
CGW	5	48,61	<<0,01
CPW	5	50,65	<<0,01
ARW	5	2,07	0,10
CEW	5	39,60	<<0,01
ABW	5	73,74	<<0,01
TEW	5	24,48	<<0,01
CEF-d	5	83,45	<<0,01
CEF-I	5	71,20	<<0,01
APL	5	7,34	<<0,01
APW	5	6,82	<<0,01



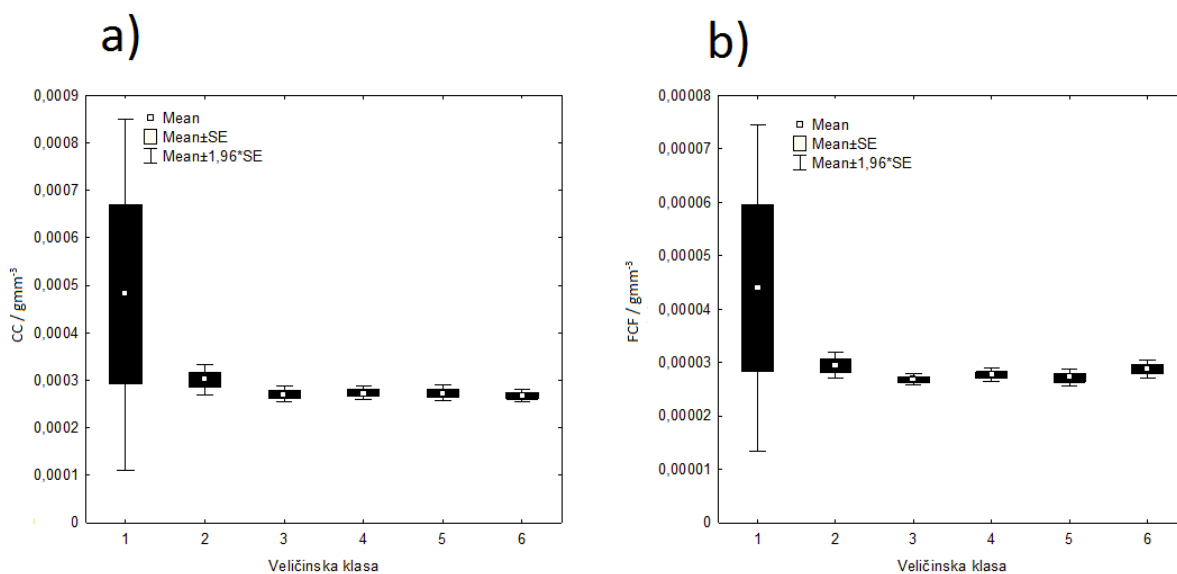
Slika 9. Grafički prikaz rezultata analize varijanci za razliku u ukupnoj dužini (TL) (9.a) i širini areole (ARW) (9.b) između šest veličinskih klasa (ženke)

5.3.2. Usporedba kondicije među veličinskim klasama

Rezultati t - testa (Tablica 6) pokazali su da ne postoji statistički značajna razlika u kondiciji između mužjaka i ženki. Zato je analiza varijanci za kondicijske indekse među klasama provedena zajedno za mužjake i za ženke i nije pokazala statističku značajnost (Tablica 10). Grafički prikaz dobivenih rezultata prikazan je grafom (Slika 10.a i 10.b).

Kondicijski indeks	df Effect	F - vrijednost	p - vrijednost
CC	5	1,49	0,20
FCF	5	1,38	0,24

Tablica 10. Rezultati analize varijanci (ANOVA) kondicije po veličinskim klasama



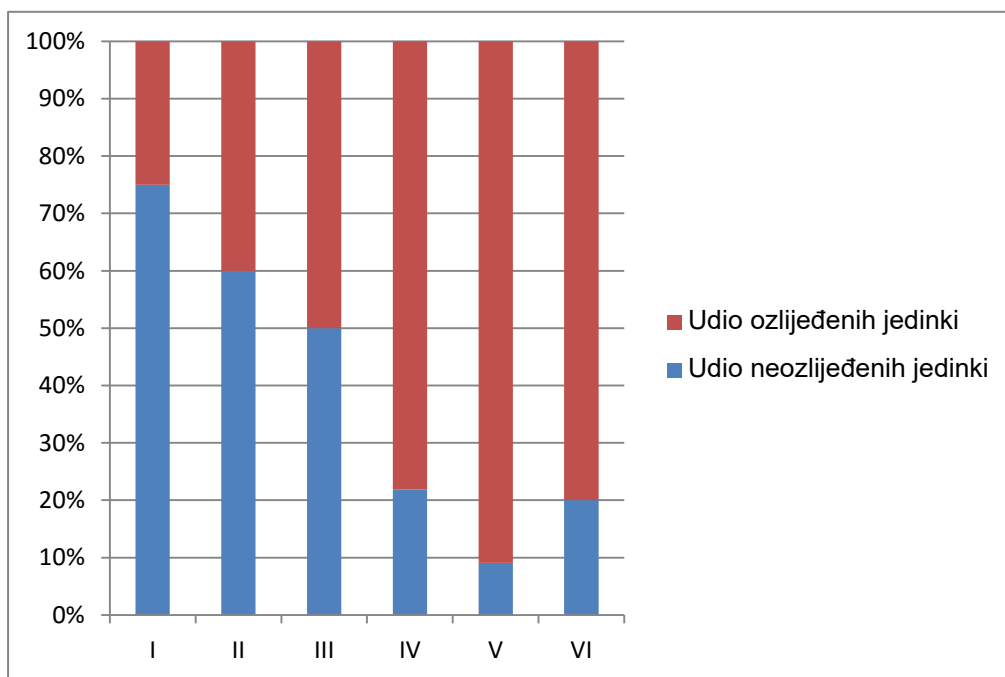
Slika 10. Grafički prikaz rezultata analize varijanci za kondicijske indekse među veličinskim klasama (10.a - konstanta dekapodnog raka (CC), 10.b - Fultonov kondicijski indeks (FCF))

5.3.3. Usporedba udjela ozljeda, faza životnog ciklusa i aktivnosti cementnih žlijezda među veličinskim klasama

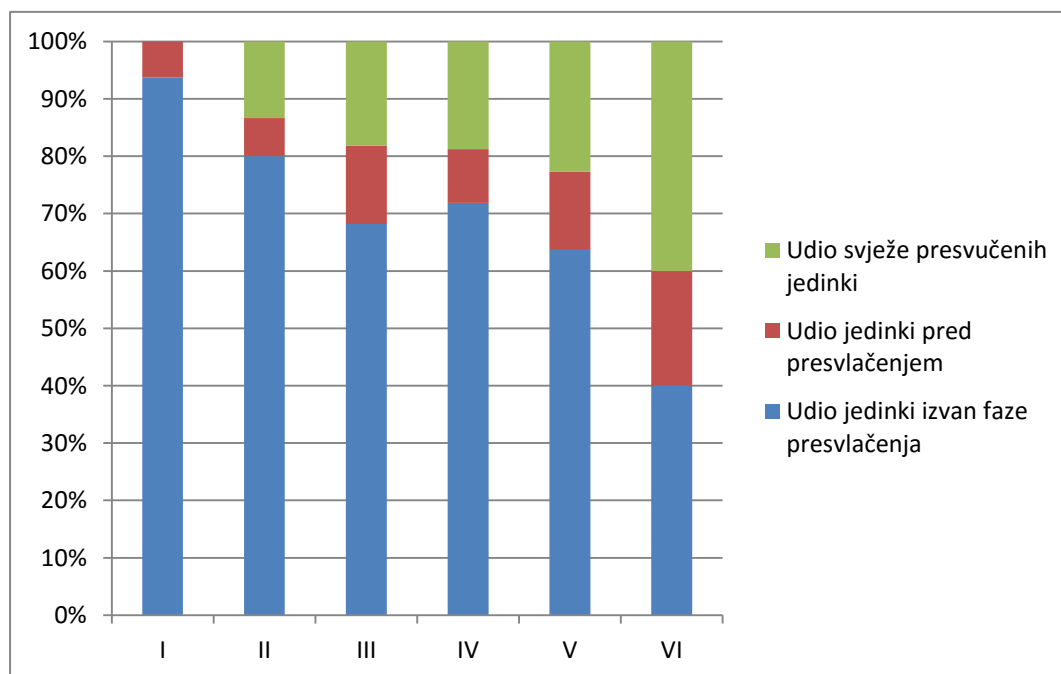
S obzirom da nije utvrđena značajna razlika u broju ozljeda između mužjaka i ženki, u ovoj usporedbi između klasa su mužjaci i ženke analizirani skupa. Usporedba udjela ozljeda među različitim klasama pokazala je kako postoji statistički značajna razlika u udjelu ozljeda među pojedinim klasama ($\chi^2 = 33,28$, $p \ll 0,01$). Udio ozljeda, faza životnog ciklusa (i mužjaci i ženke) i aktivnih cementnih žlijezdi (samo za ženki) po veličinskim klasama prikazan je u Tablici 11. Vidljivo je da niže veličinske klase imaju manji udio ozljeda (klase I, II i III), dok više veličinske klase imaju veći udio ozljeda (naročito klase V i VI s udjelom ozljeda većim od 80 %). Također, veći broj jedinki iz viših veličinskih klasa (klase III - VI) zabilježen je u fazi presvlačenja. Nije zabilježena niti jedna ženka veličinske klase I s aktivnim cementnim žlijezdama, dok je u veličinskoj klasi VI ulovljena samo jedna ženka koja je imala aktivne cementne žlijezde. Grafički je prikazan ukupan broj ozlijeđenih i neozlijeđenih jedinki po veličinskim klasama (Slika 11), broj jedinki u određenim fazama životnog ciklusa po veličinskim klasama (Slika 12) te broj ženki s neaktivnim i aktivnim cementnim žlijezdama po veličinskim klasama (Slika 13).

Tablica 11. Udio ozljeda, faza životnog ciklusa i aktivnih cementnih žlijezdi po veličinskim klasama

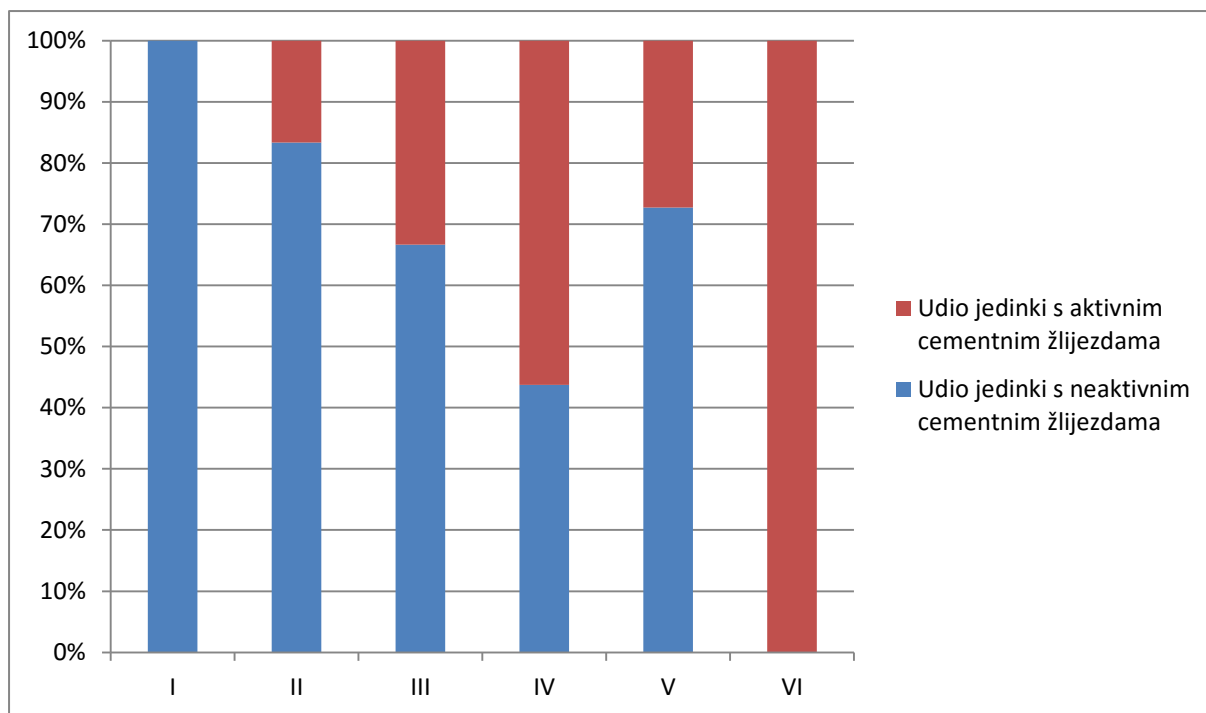
Klasa	Udio ozljeda	Udio svježe presvučenih jedinki	Udio jedinki pred presvlačenjem	Udio ženki s aktivnim cementnim žlijezdama
I	25,00 %	0,00 %	6,25 %	0,00 %
II	40,00 %	13,33 %	6,67 %	16,67 %
III	50,00 %	18,18 %	13,64 %	33,33 %
IV	78,13 %	18,75 %	9,38 %	56,25 %
V	90,91 %	22,73 %	13,64 %	27,27 %
VI	80,00 %	40,00 %	20,00 %	100 %



Slika 11. Histogram udjela ozlijeđenih i neozlijeđenih jedinki po veličinskim klasama



Slika 12. Histogram udjela jedinki u pojedinim fazama životnog ciklusa po veličinskim klasama



Slika 13. Histogram udjela jedinki s aktivnim i neaktivnim cementnim žlijezdama po veličinskim klasama

5.4. Veličina populacije

5.4.1. Relativna gustoća populacije

Od ukupno ulovljena 153 uskoškara raka 5 ih je ponovno ulovljeno (Tablica 3). Rezultati CPUE - metode za lov vršama i ručni lov po datumima prikazani su u Tablici 12. Relativna gustoća populacije za istraživanu lokaciju je 0,10 jedinki po vrši po noći, odnosno, 15,61 jedinki po osobi po satu.

Tablica 12. Lovni napor po metodi lova i po datumu

Datum	7.6.	9.6.	10.6.	12.6.	15.6.	16.6.
Ukupno rakova	3	38	33	23	23	33
Broj vrša / osoba	20	30 / 3 (45 min)	3 (45 min)	3 (45 min)	1 (60 min)	3 (45 min)
CPUE-vrše	0,15	0,05	/	/	/	/
CPUE-ručni lov	/	16,44	14,67	10,22	23,00	14,67

5.4.2. Procjena veličine populacije

Schnabelovom metodom brojnost populacije je procijenjena na 2303 jedinke (gornja granica pouzdanosti je 7013, donja granica pouzdanosti je 1236) dok je Schumacher - Eschmayer metodom brojnost populacije procijenjena na 2279 jedinki jedinke (gornja granica pouzdanosti je 2441, donja granica pouzdanosti je 2137).

6. RASPRAVA

Uskoškari rak, *A. leptodactylus* vrsta je slatkovodnog raka proučavana u ovom diplomskom radu. Preliminarnim istraživanjima utvrđeno je da u Trećem maksimirskom jezeru postoji populacija uskoškarih rakova, a svi ulovljeni rakovi tokom ovog istraživanja pripadali su toj vrsti. Pronalazak ove vrste nije iznenađujuć (uskoškari rakovi česti su u europskim vodama) (Holdich 2002), ali kako se Treće jezero napaja iz potoka Blizneca u kojem prethodno nisu bili zabilježeni uskoškari rakovi (Maguire i sur. 2011), ova vrsta vjerojatno je unesena zahvaljujući ljudskoj aktivnosti, namjerno ili slučajno (poribljavanjem ili putem ribolovne opreme) (Kerovec i sur. 2004). Lov vršama pokazao se neučinkovitim na ovom prostoru. Razlog tome najvjerojatnije su populacije invazivnih američkih barskih žutouhkih i crvenouhkih kornjača koje se žive na tom području (Kerovec i sur. 2004). Invazivne kornjače hrane se slatkovodnim rakovima (Pérez-Santigosa i sur. 2011), a tokom uzorkovanja više puta su primjećene u blizini vrša, hraneći se mamcem nedugo nakon postavljanja vrši. Također je par puta primjećeno da kornjače napadaju rakove unutar vrše, a više puta su u vršama pronađeni samo ostaci rakova. S obzirom na to da su vrše postavljane ujutro, a aktivnost uskoškarih rakova pojačava se nakon zalaska Sunca (Holdich 2002), kornjače su u periodu od 12 h koliko je u prosjeku prošlo od postavljanja vrša do zalaska Sunca imale dovoljno vremena pojesti mamac, i time značajno smanjiti vjerojatnost da će rak po noći ući u vršu. Isto tako kornjače su ulovljene rakove mogle pojesti nakon što su se rakovi ulovili u vršu, prije nego je vrša pregledana na prisutnost rakova.

Prosječna dužina ulovljenih jedinki je oko 8 cm, a mužjaci su nešto duži i veće mase od ženki (Tablica 13), što otprilike odgovara prije zabilježenim podacima prikupljenima u istraživanjima uskoškarih rakova u Turskoj, s napomenom da su u jezeru Eğirdir lovljene samo jedinke za tržište (duže od 10 cm TL) (Deniz (Bök) i sur. 2010; Balık i sur. 2005; Balık i sur. 2002). Prema godišnjem ciklusu uskoškarih rakova, odnos spolova (mužjaci : ženke = 1,10 : 1) blizak je očekivanom od 1:1 s obzirom na period uzorkovanja. Uskoškari rakovi pare se u listopadu i studenom, nakon čega ženke nose jaja pet do osam mjeseci (Holdich 2002). U tom periodu ženke su manje aktivne a u ulovu prevladavaju mužjaci. Nakon otpuštanja jaja ženke se intenzivno hrane i presvlače se, nakon čega su oba spola podjednako aktivna (Maguire 2010; Holdich 2002). Populacije uskoškarih rakova sa statistički značajnim razlikama između spolova u masi, ali ne i u dužini već su i prije zabilježene (Balık i sur. 2005). Razlika u masi vjerojatno je posljedica značajne razlike u veličini kliješta - kliješta mužjaka značajno su veća od kliješta ženki, a zbog veličine doprinose masi raka. Razlike u

veličini klijesta jedna su od karakteristika spolnog dimorfizma rakova iz roda *Astacus* (Deniz (Bök) i sur. 2010; Holdich 2002), iako u populaciji Trećeg jezera nije zabilježena razlika u širini klijesta među spolovima. Razlike u dužini glave i areole te visini karapaksa između spolova nisu bili prije zabilježeni u literaturi (Deniz (Bök) i sur. 2010; Balık i sur. 2005; Balık i sur. 2002; Holdich 2002). Mužjaci i ženke nisu se značajno razlikovali u udjelu ozljeda niti po kondicijskim indeksima, a s obzirom na činjenicu da oba spola imaju jednaku vjerojatnost biti napadnuta od strane predatora, te da imaju jednak pristup resursima koji su im potrebi taj rezultat ne iznenađuje.

Tablica 13. Usporedba srednje mase i srednje ukupne dužine uskoškarih rakova iz Trećeg maksimirskog jezera i iz tri područja u Turskoj: jezera Eğirdir (Balık i sur. 2005), jezera İznik (Balık i sur. 2002) i Thrace regije (Deniz (Bök) i sur. 2010)

	Treće jezero		Jezero Eğirdir		Jezero İznik		Thrace regija	
Spolovi	m	f	m	f	m	f	m	f
Masa / g	18,41	13,71	40,60	35,40	28,80		34,50	26,10
TL / mm	82,04	78,10	104,50	104,70	95,50		103,70	101,00

Usporedba ulovljenih jedinki prema izabranim veličinskim klasama (6 klasa, opisano u potpoglavlju 4.5. Analiza prikupljenih podataka) pokazala je kako postoje statistički značajne razlike u mjerenim parametrima između klasa. Razlika u morfometriji među pojedinim veličinskim klasama je očekivana. Jedino odstupanje zabilježeno je kod ženki u širini areole, do kojega je došlo zbog značajne razlike u veličini između jedinki u klasi I (< 5 cm, što je veći raspon ukupne dužine od preostalih veličinskih klasa) te malog broja ulovljenih jedinki kojima je mjereno to obilježje (3) u toj klasi. Kondicija rakova pojedinih veličinskih klasa kao i ona kod različitih spolova ne razlikuje se statistički značajno, zbog istog razloga - sve jedinke imaju jednaki pristup resursima koji su im potrebni. U parametrima kondicije najveće razlike su između klasa I i II. Manje jedinke su pod većim pritiskom predatorskih riba (Garvey i sur. 1994) te lošije podnose intraspecijsku kompeticiju (Söderbäck 1994) od odraslih jedinki. Ujedno se češće presvlače, što je za rakove stresno razdoblje koje zahtjeva veliku količinu energije (Holdich 2002). Značajna razlika među klasama utvrđena je

u udjelu ozljeda. Ovaj rezultat može se objasniti pritiskom predatora (prije spomenutih invazivnih vrsta kornjača). Veći rakovi tromiji su i lakši za uloviti, te je energija koju predator mora uložiti da uhvati većeg raka puno manja od one koju treba uložiti da se ulove manje i brže jedinke. Ujedno će veći rak predatoru biti i veći izvor energije. Drugo objašnjenje ovog rezultata mogla bi biti činjenica da se manje jedinke zadržavaju uz sam rub vode, gdje se na području Trećeg jezera nalaze spletovi korijenja koji manjim jedinkama mogu poslužiti kao zaklon, dok se veće jedinke kreću dalje od obale, na mjestima gdje ima relativno malo zaklona, pa su time vidljivije i lakše za uloviti. Više veličinske klase također su sadržavale veći udio svježe presvučenih jedinki i jedinki pred presvlačenjem. Kako se manje jedinke češće presvlače, one su najvjerojatnije nedavno završile ciklus presvlačenja, dok su veće jedinke u njega upravo ušle. Veći udio ženki s aktivnim cementnim žlijezdama zabilježen je u većim veličinskim klasama. Uskoškari rakovi postaju spolno zreli sa 7,5 - 8,5 cm (Maguire 2010; Holdich 2002), a rakovi koji pripadaju u klasu III (7 - 8 cm) tek djelomično spadaju pod te veličine. Ženke iz klase I nisu spolno zrele te nemaju aktivne cementne žlijezde, dok je u klasi II zabilježena samo jedna jedinka s aktivnim cementnim žlijezdama (TL = 6,575 cm). Pojava spolno zrele jedinke manje od minimalne zabilježene dužine za postizanje spolne zrelosti može se objasniti velikom gustoćom populacije. Što je populacija gušća, kompeticija je veća, jedinke u populaciji u prosjeku sporije rastu i pri manjim veličinama dosežu spolnu zrelost (Abrams i Rowe 1996; Abrahamsson 1966). Udio ženki s aktivnim cementnim žlijezdama u klasi VI je 100 % jer je ulovljena samo jedna ženka koja pripada toj veličinskoj klasi, te je ona imala aktivne cementne žlijezde.

Relativna gustoća populacije dobivena CPUE - metodom za vrše mala je, zbog prije spomenutih mogućih razloga (napadi kornjača na ulovljene jedinke). Nakon što je uzorkovanje vršama zamijenjeno učinkovitijim uzorkovanjem rukama, broj ulovljenih rakova je značajno porastao, a time i procijenjena relativna gustoća populacije. Rezultati CPUE - metode za ručni lov ukazuje na gustu populaciju (Grandjean i sur. 2000). Budući da je ukupan broj ponovno ulovljenih rakova u našem istraživanju jako malen, procijenjena veličina populacije pomoću označavanja i ponovnog ulovna nije pouzdana. Iako se procjene veličine populacije dobivene Schnabelovom i Schumacher - Eschmeyer metodom podudaraju, iz granica pouzdanosti (pogotovo za Schnabelovu metodu) vidi se da te procjene nisu pouzdane. Populacija rakova na području Trećeg maksimirskog jezera vjerojatno je veća od procijenjene. Temeljem ove procjene gustoća populacije je 23 jedinke po m², što također

ukazuje na veliku gustoću populacije u odnosu na ostale europske populacije uskoškarog raka (Bolat i sur. 2011).

Temeljem ovih rezultata vidljivo je kako je populacija uskoškarog raka Trećeg maksimirskog jezera velika, stabilna i vijabilna, te pod pritiskom predatora. S obzirom da ova vrsta ima nizak stupanj ugroženosti LC - Least Concern (Gherardi i Souty-Grosset 2010) da ima karakteristike invazivne vrste (velik fekunditet, brzo širenje, potiskivanje autohtonih vrsta rakova) (Maguire 2010; Holdich 2002) te da se prirodno ne nalazi na području parka (Maguire i sur. 2011) trebalo bi nastaviti pratiti populacijske značajke populacije uskoškarog raka na području parka Maksimir te pokušati kontrolirati njezino širenje. Potrebno je provesti pouzdaniju procjenu veličine populacije i sakupiti više podataka o jedinkama koje ju čine. Zbog prisutnosti predatora preporuča se nastaviti s metodom ručnog lova radi uštede vremena i opreme, jer nije vjerojatno da će se lov vršama pokazati učinkovitim na ovom području. Budući da je Treće jezero povezano s Petim jezerom u kojem nije zabilježena prisutnost uskoškarog raka također treba nastaviti pratiti astakofaunu Petog jezera, te pokušati spriječiti daljnje širenje uskoškarih rakova u Peto jezero, a time i u potok Bliznec.

7. ZAKLJUČAK

- U Trećem maksimirskom jezeru lov vršama pokazao se neučinkovitim, dok se metoda lova rukama pokazala puno boljom.
- Populacija uskoškarih rakova u Trećem jezeru ima ujednačen odnos spolova (1,10 : 1).
- Usporedba morfometrijskih značajki između mužjaka i ženki pokazala je da postoje statistički značajne razlike u 8 mjerenih značajki.
- Statistički značajne razlike u masi, dužini kliješta, dužini pomičnog dijela kliješta, dužini baze kliješta i debljini kliješta posljedica su spolnog dimorfizma.
- Udio ozljeda između spolova ne razlikuje se statistički značajno.
- Analiza kondicijskih indeksa između mužjaka i ženki nije pokazala statistički značajnu razliku.
- Analiza morfometrijskih značajki između različitih veličinskih klasa po spolovima pokazala je da se mužjaci razlikuju u svim mjerenim značajkama, dok se ženke razlikuju u gotovo svim.
- Veličinske klase se očekivano međusobno najviše razlikuju po ukupnoj dužini, dok se najmanje razlikuju u dužini i širini apeksa, te širini areole.
- Ne postoji statistički značajna razlika u kondiciji među veličinskim klasama.
- Veličinske klase razlikuju se statistički značajno po udjelu ozljeda (više veličinske klase imaju veći udio ozljeda).
- Veći broj jedinki iz viših veličinskih klasa zabilježen je u fazi presvlačenja, također, veći broj ženki sa aktivnim cementnim žlijezdama prisutan je u većim veličinskim klasama.
- Relativna gustoća populacije uskoškarih rakova za Treće maksimirsko je 0,10 jedinki po vrši, odnosno, 15,61 jedinki po osobi po satu ručnog lova.
- Schnabelovom metodom brojnost populacije je procijenjena na 2303 jedinke dok je Schumacher - Eschmayer metodom brojnost populacije procijenjena na 2279 jedinki. Ovi rezultati su nepouzdana zbog malog broja ponovno ulovljenih jedinki, a stvarna veličina populacije vjerojatno veća.

8. LITERATURA

Abrahamsson, S. A. A. (1966): Dynamics of an isolated population of the crayfish *Astacus astacus* Linné. *Oikos* **17**(1), 96-107.

Abrams, P. A., Rowe, L. (1996): The Effect of Predation on the Age and Size of Maturity of Prey. *Evolution* **50**(3), 1052-1061.

Balık, İ., Çubuk, H., Özkök, R., Uysal, R. (2005): Some Biological Characteristics of Crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) in Lake Eğirdir. *Turkish Journal of Zoology* **29**, 295-300.

Balık, İ., Özkök E., Özkök, R. (2002): Catch per Unit Effort and Size Composition of Crayfish, *Astacus leptodactylus* Eschscholtz 1823, in Lake İznik. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* **15**(6), 884-889.

Bolat, Y., Mazlum, Y., Demirci, A., Koca, H. U. (2011): Estimating the population size of *Astacus leptodactylus* (Decapoda: Astacidae) by mark-recapture technique in Eğirdir lake, Turkey. *African Journal of Biotechnology* **10**(55), 11778-11783.

Cadi, A., Joly, P. (2003): Competition for basking places between the endangered European pond turtle (*Emys orbicularis galloitalica*) and the introduced red-eared slider (*Trachemys scripta elegans*). *Canadian Journal of Zoology* **81**(8), 1392-1398.

Cukerzis, J. (1988): *Astacus astacus* in Europe. U: Holdich, D. M. i Lowery, R. S. (ur.) *Freshwater Crayfish: Biology, Management and Exploitation*. London, Croom Helm, str. 309-340.

Deniz (Bök), T., Harlıoğlu, M. M., Deval, M.C. (2010): A study on the morphometric characteristics of *Astacus leptodactylus* inhabiting the Thrace region of Turkey. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* **397**(05), 1-13.

Eden, H., Cottee-Jones, W., Whittaker, R. J. (2012): The keystone species concept: a critical appraisal. *Frontiers of biogeography* **4**(3), 117-127.

Füreder, L., Machino, Y. (2002): A revised determination key of freshwater crayfish in Europe. *Berichte des naturwissenschaftlich-medizinischen Vereins in Innsbruck* **89**, 169-178.

Garvey, J. E., Stein, R. A., Thomas, H. M. (1994): Assessing how fish predation and interspecific prey competition influence a crayfish assemblage. *Ecology* **75**(2), 532-547.

Gherardi, F., Souty-Grosset, C. (2010): *Astacus leptodactylus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T153745A4539321. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-3.RLTS.T153745A4539321.en>, pristupljeno 2. rujna 2016.

Grandjean, F., Cornuault, B., Archambault, S., Bramard, M., Otrebsky, G. (2000): Life history and population biology of the white-clawed crayfish, *Austropotamobius pallipes pallipes*, in a brook from the Poitou-Charentes region (France). *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* **365**, 55-70.

Habdija, I., Primc Habdija, B., Radanović, I., Špoljar, M., Matonićkin Kepčija, R., Vukčić Karlo, S., Miliša, M., Ostojić, A., Sertić Perić, M. (2011): Protista - Protozoa Metazoa Invertebrata. Struktura i funkcije. Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa RH, Biološki odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.

Habdija, I., Primc Habdija, B., Radanović, I., Vidaković, J., Kučinić, M., Špoljar, M., Matonićkin, R., Miliša, M. (2004): Protista - Protozoa Metazoa Invertebrata - Funkcionalna građa i praktikum. Meridijani (Biblioteka posebnih izdanja), Samobor.

Hanson, J. M., Chambers, P. A., Prepas, E. E. (1990): Selective foraging by the crayfish *Orconectes virilis* and its impact on macroinvertebrates. *Freshwater biology* **24**(1), 69-80.

Harlioğlu, M. M. (2004): The present situation of freshwater crayfish, *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) in Turkey. *Aquaculture* **230**, 181-187.

Holdich, D. M. (2002): *Biology of Freshwater Crayfish*. Blackwell Science, Oxford.

Holdich, D. M., Reader, J. P., Rogers, W. D. i Harlioğlu, M. (1995): Interactions between three species of crayfish (*Austropotamobius pallipes*, *Astacus leptodactylus* and *Pacifastacus leniusculus*). *Freshwater Crayfish* **10**, 46-56.

Javna ustanova - Maksimir. (2016):

http://www.park-maksimir.hr/Maksimir_hr/Maksimir_HR.html, pristupljeno 2. rujna 2016.

Karaman, W. S. (1962): Ein Beitrag Zur Systematik Der Astacidae (Decapoda). *Crustaceana* **3**(3), 1568-5403.

Kerovec, M., Meštrov, M., Stilinović, B., Mrakovčić, M., Plenković-Moraj, A., Hršak, V., Ternjej, I., Mihaljević, Z., Gottstein Matočec, S., Popijač, A., Mustafić, P., Žganec, K., Previšić, A., Gligora, M., Kralj, K., Bartovsky, V., Horvat, R., Vajdić, S. (2004): Detaljni istražni radovi u svezi ispitivanja kakvoće voda u Maksimirskim jezerima. Biološki odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.

Krebs, C. J., (1989): Ecological methodology. Harper & Row publ. New York, **651**.

Maguire, I., Podnar, M., Jelić, M., Štambuk, A., Schrimpf, A., Schulz, H., Klobučar, G. (2014): Two distinct evolutionary lineages of the *Astacus leptodactylus* species-complex (Decapoda : Astacidae) inferred by phylogenetic analyses. *Invertebrate Systematics* **28**, 117–123.

Maguire, I., Dakić, L. (2011): Comparative analyses of *Astacus leptodactylus* morphological characteristics from Croatia and Armenia. *Biologia* **66**/3, 491-498.

Maguire, I., Jelić, M., Klobučar, G. (2011): Update on the distribution of freshwater crayfish in Croatia. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* **401**(31), 1-10.

Maguire, I. (2010): Slatkovodni rakovi priručnik za inventarizaciju i praćenje. DZZP, Zagreb.

Maguire, I., Gottstein-Matočec S. (2004): The distribution pattern of freshwater crayfish in Croatia. *Crustaceana* **77**(1), 25-49.

Maguire, I. (2002): Porodica Astacidae u sjeverozapadnoj Hrvatskoj. Doktorska disertacija, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, **128**.

Pârvulescu, L. (2009): Crayfish of Romania (ver. 1.2). <http://crayfish.ro>, pristupljeno 2. rujna 2016.

Pérez-Santigosa, N., Florencio, M., Hidalgo-Vila, J., Díaz-Paniagua, C. (2011): Does the exotic invader turtle, *Trachemys scripta elegans*, compete for food with coexisting native turtles? *Amphibia-Reptilia* **32**(2), 167-175.

Schulz, R., Sypke, J. (1999): Freshwater crayfish population *Astacus astacus* L. in northeast Brandenburg (Germany): Analysis of genetic structure using RAPD-PCR. *Freshwater crayfish* **12**, 387-395.

Scott, W.B, Crossman, E. J. (1973): Freshwater fishes of Canada. Bull. Fish. Res. Board Can. **184**, 1-966.

Skurdal, J., Qvenlid, T., Taugbøl, T. (1992): Mark recapture experiments with noble crayfish, *Astacus astacus* L. in Norwegian lake. *Aquaculture and fisheries management* **23**, 227-233.

Sint, D., Dalla Via, J., Füreder, L. (2006): The genus *Austropotamobius* in the Ausserfern region (Tyrol, Austria) with an overlap in distribution of *A. torrentium* and *A. pallipes* populations. *Bulletin francais de la peche et de la pisciculture* **380-381**, 1029-1040.

Söderbäck, B. (1994): Interactions among juveniles of two freshwater crayfish species and a predatory fish. *Oecologia* **100**(3), 229-235.

Streissl, F., Hödl, W. (2002): Growth, morphometrics, size at maturity, sexual dimorphism and condition index of *Austropotamobius torrentium* Schrank. *Hydrobiologia* **477**, 201-208.

Westman, K., Pursiainen, M., Vilkinen R. (1978): A new folding trap model which prevents crayfish from escaping. *Freshwater Crayfish* **4**, 235-242.

9. ŽIVOTOPIS

Zovem se Mislav Orešković, rođen sam 3. studenog 1992. godine u Zagrebu. Završio sam OŠ Ivana Filipovića kao učenik generacije te upisao opći smjer (A program) XV. gimnazije (MIOC). Oduvijek sam se zanimao za prirodne znanosti, a ekperimentalni dio nastave tokom srednjoškolskog obrazovanja to je dodatno poticao. Na Državnoj maturi sam uz više razine obveznih predmeta (matematika, hrvatski i engleski jezik) položio i ispite iz biologije, fizike i kemije, te sam zahvaljujući ostvarenom uspjehu 2011. godine upisao preddiplomski studij znanosti o okolišu Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Tokom preddiplomskog studija moje zanimanje za okoliš se nastavilo te sam 2014. godine upisao diplomski studij znanosti o okolišu nakon predaje završnog rada naslova Ekologija crvenog koralja (*Corallium rubrum* Linnaeus, 1758). Tokom diplomskog studija više puta sudjelovao sam u manifestaciji Noć biologije: 2013. godine u suradnji sa Zoološkim vrtom grada Zagreba pomogao sam u edukaciji o herpetofauni i invazivnim vrstama, 2014. godine kolege i ja samostalno smo organizirali radionicu „Prehrana životinja“ baziranu na hranidbenim mrežama, 2015. kolege i ja smo ponovno samostalno organizirali radionicu, ovaj puta „Životinje - superjunaci“ u kojoj smo djeci približili jedinstvene prilagodbe životinja kroz likove iz stripova, 2016. godine pod vodstvom izv. prof. dr. sc. Ivane Maguire sudjelovao sam u radionici „Partenogeneza - Klonovi napadaju“ gdje smo kroz popularni serijal „Ratovi zvijezda“ educirali posjetitelje o invazivnoj vrsti mramornih rakova te opasnostima vezanim uz invazivne vrste. Školskih godina 2011./2012., 2012./2013., 2013./2014. i 2015./2016. u izvrsnoj suradnji i s podrškom Mihaele Marceljak Ilić, mag. educ. biol., profesorice biologije XV. gimnazije održavao sam pripreme za natjecanja iz biologije (područje zoologija i botanika) učenicima drugog razreda gimnazije. Zanimam se za konzervacijsku biologiju te smatram da je problem invazivnih vrsta uz klimatske promjene jedan od najvećih problema današnjice. Svojim stručnim radom u budućnosti volio bih doprinijeti barem djelomičnom rješanju problema nekih invazivnih vrsta. Od stručnog rada najviše cijenim rad na terenu, jer vjerujem da je najbolji način za razumijevanje bilo koje vrste suočavanje s njom u njenom prirodnom okruženju.

10. PRILOZI

Prilog 1. Tukeyeva post-hoc analiza razlike morfometrijskih značajki između pojedinih veličinskih klasa po spolovima (m - mušjaci, f - ženke)

Masa - m	I	II	III	IV	V	VI
I		1,00	1,00	0,36	0,00	0,00
II	1,00		0,96	0,12	0,00	0,00
III	1,00	0,96		0,85	0,00	0,00
IV	0,36	0,12	0,85		0,13	0,00
V	0,00	0,00	0,00	0,13		0,00
VI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Masa - f	I	II	III	IV	V	VI
I		1,00	0,32	0,01	0,00	0,29
II	1,00		1,00	0,52	0,02	0,58
III	0,32	1,00		0,85	0,03	0,84
IV	0,01	0,52	0,85		0,75	0,98
V	0,00	0,02	0,03	0,75		1,00
VI	0,29	0,58	0,84	0,98	1,00	

TL - m	I	II	III	IV	V	VI
I		0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
II	0,01		0,00	0,00	0,00	0,00
III	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
IV	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00
V	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00
VI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

TL - f	I	II	III	IV	V	VI
I		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
II	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
III	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
IV	0,00	0,00	0,00		0,00	0,17
V	0,00	0,00	0,00	0,00		0,98
VI	0,00	0,00	0,00	0,17	0,98	

ROL - m	I	II	III	IV	V	VI
I		0,98	0,04	0,00	0,00	0,00
II	0,98		0,42	0,01	0,00	0,00
III	0,04	0,42		0,91	0,09	0,00
IV	0,00	0,01	0,91		0,90	0,00
V	0,00	0,00	0,09	0,90		0,26
VI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	

ROL - f	I	II	III	IV	V	VI
I		0,68	0,00	0,00	0,00	0,07
II	0,68		0,96	0,51	0,14	0,40
III	0,00	0,96		0,99	0,65	0,79
IV	0,00	0,51	0,99		1,00	0,94
V	0,00	0,14	0,65	1,00		0,99
VI	0,07	0,40	0,79	0,94	0,99	

HEL - m	I	II	III	IV	V	VI
I		1,00	0,16	0,01	0,00	0,00
II	1,00		0,02	0,00	0,00	0,00
III	0,16	0,02		0,64	0,00	0,00
IV	0,01	0,00	0,64		0,01	0,00
V	0,00	0,00	0,00	0,01		0,00
VI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

HEL - f	I	II	III	IV	V	VI
I		0,32	0,00	0,00	0,00	0,00
II	0,32		0,23	0,00	0,00	0,00
III	0,00	0,23		0,29	0,03	0,13
IV	0,00	0,00	0,29		0,70	0,62
V	0,00	0,00	0,03	0,70		1,00
VI	0,00	0,00	0,13	0,62	1,00	

ARL - m	I	II	III	IV	V	VI
I		1,00	0,23	0,02	0,00	0,00
II	1,00		0,07	0,00	0,00	0,00
III	0,23	0,07		0,89	0,00	0,00
IV	0,02	0,00	0,89		0,00	0,00
V	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00
VI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

ARL - f	I	II	III	IV	V	VI
I		0,45	0,01	0,00	0,00	0,00
II	0,45		0,64	0,01	0,00	0,01
III	0,01	0,64		0,13	0,33	0,15
IV	0,00	0,01	0,13		1,00	0,76
V	0,00	0,00	0,33	1,00		0,94
VI	0,00	0,01	0,15	0,76	0,94	

ABL - m	I	II	III	IV	V	VI
I		1,00	0,59	0,02	0,00	0,00
II	1,00		0,67	0,01	0,00	0,00
III	0,59	0,67		0,27	0,00	0,00
IV	0,02	0,01	0,27		0,22	0,00
V	0,00	0,00	0,00	0,22		0,35
VI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	

ABL - f	I	II	III	IV	V	VI
I		0,02	0,01	0,00	0,00	0,00
II	0,02		1,00	0,35	0,01	0,20
III	0,01	1,00		0,21	0,04	0,33
IV	0,00	0,35	0,21		0,81	0,91
V	0,00	0,01	0,04	0,81		1,00
VI	0,00	0,20	0,33	0,91	1,00	

TEL - m	I	II	III	IV	V	VI
I		1,00	0,26	0,01	0,00	0,00
II	1,00		0,28	0,00	0,00	0,00
III	0,26	0,28		0,66	0,00	0,00
IV	0,01	0,00	0,66		0,02	0,00
V	0,00	0,00	0,00	0,02		0,01
VI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	

TEL - f	I	II	III	IV	V	VI
I		0,32	0,00	0,00	0,00	0,00
II	0,32		0,54	0,01	0,00	0,03
III	0,00	0,54		0,27	0,00	0,34
IV	0,00	0,01	0,27		0,27	0,90
V	0,00	0,00	0,00	0,27		1,00
VI	0,00	0,03	0,34	0,90	1,00	

CLL - m	I	II	III	IV	V	VI
I		0,99	0,10	0,02	0,00	0,00
II	0,99		0,50	0,16	0,00	0,00
III	0,10	0,50		1,00	0,30	0,00
IV	0,02	0,16	1,00		0,71	0,00
V	0,00	0,00	0,30	0,71		0,20
VI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	

CLL - f	I	II	III	IV	V	VI
I		0,99	0,27	0,03	0,00	0,79
II	0,99		1,00	0,84	0,21	0,96
III	0,27	1,00		1,00	0,75	1,00
IV	0,03	0,84	1,00		0,99	1,00
V	0,00	0,21	0,75	0,99		1,00
VI	0,79	0,96	1,00	1,00	1,00	

CFL - m	I	II	III	IV	V	VI
I		1,00	0,72	0,24	0,00	0,00
II	1,00		0,59	0,08	0,00	0,00
III	0,72	0,59		0,98	0,02	0,00
IV	0,24	0,08	0,98		0,28	0,00
V	0,00	0,00	0,02	0,28		0,00
VI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

CFL - f	I	II	III	IV	V	VI
I		0,88	0,18	0,02	0,02	0,08
II	0,88		0,95	0,43	0,54	0,47
III	0,18	0,95		0,98	1,00	0,90
IV	0,02	0,43	0,98		1,00	0,99
V	0,02	0,54	1,00	1,00		1,00
VI	0,08	0,47	0,90	0,99	1,00	

CPL - m	I	II	III	IV	V	VI
I		1,00	0,63	0,83	0,05	0,00
II	1,00		0,88	0,99	0,03	0,00
III	0,63	0,88		1,00	0,59	0,00
IV	0,83	0,99	1,00		0,16	0,00
V	0,05	0,03	0,59	0,16		0,00
VI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

CPL - f	I	II	III	IV	V	VI
I		1,00	0,89	0,60	0,38	0,85
II	1,00		1,00	0,93	0,88	0,98
III	0,89	1,00		1,00	1,00	1,00
IV	0,60	0,93	1,00		1,00	1,00
V	0,38	0,88	1,00	1,00		1,00
VI	0,85	0,98	1,00	1,00	1,00	

CLH- m	I	II	III	IV	V	VI
I		0,93	0,01	0,05	0,00	0,00
II	0,93		0,16	0,64	0,00	0,00
III	0,01	0,16		1,00	0,95	0,00
IV	0,05	0,64	1,00		0,50	0,00
V	0,00	0,00	0,95	0,50		0,09
VI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	

CLH - f	I	II	III	IV	V	VI
I		0,94	0,12	0,00	0,00	0,45
II	0,94		1,00	0,77	0,23	0,84
III	0,12	1,00		0,99	0,69	0,97
IV	0,00	0,77	0,99		1,00	1,00
V	0,00	0,23	0,69	1,00		1,00
VI	0,45	0,84	0,97	1,00	1,00	

CLW - m	I	II	III	IV	V	VI
I		0,90	0,10	0,02	0,00	0,00
II	0,90		0,87	0,48	0,00	0,00
III	0,10	0,87		1,00	0,08	0,00
IV	0,02	0,48	1,00		0,33	0,00
V	0,00	0,00	0,08	0,33		0,14
VI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	

CLW - f	I	II	III	IV	V	VI
I		1,00	0,15	0,01	0,00	0,76
II	1,00		0,96	0,61	0,14	0,94
III	0,15	0,96		1,00	0,81	1,00
IV	0,01	0,61	1,00		1,00	1,00
V	0,00	0,14	0,81	1,00		1,00
VI	0,76	0,94	1,00	1,00	1,00	

CPH - m	I	II	III	IV	V	VI
I		1,00	0,09	0,00	0,00	0,00
II	1,00		0,10	0,00	0,00	0,00
III	0,09	0,10		0,41	0,00	0,00
IV	0,00	0,00	0,41		0,01	0,00
V	0,00	0,00	0,00	0,01		0,00
VI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

CPH - f	I	II	III	IV	V	VI
I		0,19	0,00	0,00	0,00	0,00
II	0,19		0,58	0,02	0,00	0,01
III	0,00	0,58		0,46	0,18	0,19
IV	0,00	0,02	0,46		0,95	0,68
V	0,00	0,00	0,18	0,95		0,99
VI	0,00	0,01	0,19	0,68	0,99	

ABH - m	I	II	III	IV	V	VI
I		1,00	0,84	0,18	0,02	0,00
II	1,00		0,57	0,02	0,00	0,00
III	0,84	0,57		0,72	0,04	0,00
IV	0,18	0,02	0,72		0,86	0,00
V	0,02	0,00	0,04	0,86		0,05
VI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	

ABH - f	I	II	III	IV	V	VI
I		0,48	0,02	0,00	0,00	0,01
II	0,48		0,90	0,04	0,01	0,23
III	0,02	0,90		0,24	0,22	0,72
IV	0,00	0,04	0,24		0,99	1,00
V	0,00	0,01	0,22	0,99		1,00
VI	0,01	0,23	0,72	1,00	1,00	

HEW - m	I	II	III	IV	V	VI
I		1,00	0,50	0,06	0,00	0,00
II	1,00		0,49	0,02	0,00	0,00
III	0,50	0,49		0,79	0,00	0,00
IV	0,06	0,02	0,79		0,07	0,00
V	0,00	0,00	0,00	0,07		0,37
VI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,37	

HEW - f	I	II	III	IV	V	VI
I		0,46	0,09	0,00	0,00	0,01
II	0,46		1,00	0,33	0,15	0,19
III	0,09	1,00		0,52	0,61	0,44
IV	0,00	0,33	0,52		1,00	0,91
V	0,00	0,15	0,61	1,00		0,99
VI	0,01	0,19	0,44	0,91	0,99	

ROW - m	I	II	III	IV	V	VI
I		0,75	0,01	0,00	0,00	0,00
II	0,75		0,40	0,00	0,00	0,00
III	0,01	0,40		0,60	0,00	0,00
IV	0,00	0,00	0,60		0,25	0,01
V	0,00	0,00	0,00	0,25		0,90
VI	0,00	0,00	0,00	0,01	0,90	

ROW - f	I	II	III	IV	V	VI
I		0,39	0,00	0,00	0,00	0,03
II	0,39		0,91	0,55	0,06	0,32
III	0,00	0,91		1,00	0,49	0,76
IV	0,00	0,55	1,00		0,95	0,89
V	0,00	0,06	0,49	0,95		0,99
VI	0,03	0,32	0,76	0,89	0,99	

CGW - m	I	II	III	IV	V	VI
I		0,99	0,02	0,00	0,00	0,00
II	0,99		0,02	0,00	0,00	0,00
III	0,02	0,02		0,65	0,00	0,00
IV	0,00	0,00	0,65		0,01	0,00
V	0,00	0,00	0,00	0,01		0,00
VI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

CGW - f	I	II	III	IV	V	VI
I		0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
II	0,03		0,48	0,01	0,00	0,00
III	0,00	0,48		0,42	0,04	0,05
IV	0,00	0,01	0,42		0,66	0,31
V	0,00	0,00	0,04	0,66		0,96
VI	0,00	0,00	0,05	0,31	0,96	

CPW - m	I	II	III	IV	V	VI
I		0,60	0,00	0,00	0,00	0,00
II	0,60		0,00	0,00	0,00	0,00
III	0,00	0,00		0,37	0,00	0,00
IV	0,00	0,00	0,37		0,00	0,00
V	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00
VI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

CPW - f	I	II	III	IV	V	VI
I		0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
II	0,02		0,84	0,01	0,00	0,04
III	0,00	0,84		0,10	0,00	0,23
IV	0,00	0,01	0,10		0,55	0,80
V	0,00	0,00	0,00	0,55		0,99
VI	0,00	0,04	0,23	0,80	0,99	

ARW - m	I	II	III	IV	V	VI
I		1,00	1,00	0,84	0,13	0,00
II	1,00		1,00	0,99	0,15	0,00
III	1,00	1,00		0,90	0,02	0,00
IV	0,84	0,99	0,90		0,44	0,00
V	0,13	0,15	0,02	0,44		0,24
VI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	

ARW - f	I	II	III	IV	V	VI
I		0,98	1,00	1,00	0,98	0,75
II	0,98		0,90	0,95	0,37	0,30
III	1,00	0,90		1,00	0,99	0,81
IV	1,00	0,95	1,00		0,98	0,76
V	0,98	0,37	0,99	0,98		0,99
VI	0,75	0,30	0,81	0,76	0,99	

CEW - m	I	II	III	IV	V	VI
I		1,00	0,13	0,00	0,00	0,00
II	1,00		0,04	0,00	0,00	0,00
III	0,13	0,04		0,60	0,00	0,00
IV	0,00	0,00	0,60		0,05	0,00
V	0,00	0,00	0,00	0,05		0,49
VI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,49	

CEW - f	I	II	III	IV	V	VI
I		0,15	0,00	0,00	0,00	0,00
II	0,15		0,17	0,01	0,00	0,00
III	0,00	0,17		0,87	0,26	0,18
IV	0,00	0,01	0,87		0,87	0,51
V	0,00	0,00	0,26	0,87		0,97
VI	0,00	0,00	0,18	0,51	0,97	

ABW - m	I	II	III	IV	V	VI
I		0,13	0,00	0,00	0,00	0,00
II	0,13		0,01	0,00	0,00	0,00
III	0,00	0,01		0,30	0,00	0,00
IV	0,00	0,00	0,30		0,00	0,00
V	0,00	0,00	0,00	0,00		0,02
VI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	

ABW - f	I	II	III	IV	V	VI
I		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
II	0,00		0,07	0,00	0,00	0,00
III	0,00	0,07		0,02	0,00	0,01
IV	0,00	0,00	0,02		0,87	0,16
V	0,00	0,00	0,00	0,87		0,42
VI	0,00	0,00	0,01	0,16	0,42	

TEW - m	I	II	III	IV	V	VI
I		1,00	0,17	0,01	0,00	0,00
II	1,00		0,12	0,00	0,00	0,00
III	0,17	0,12		0,77	0,00	0,00
IV	0,01	0,00	0,77		0,07	0,00
V	0,00	0,00	0,00	0,07		0,05
VI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	

TEW - f	I	II	III	IV	V	VI
I		0,47	0,01	0,00	0,00	0,00
II	0,47		0,61	0,00	0,00	0,00
III	0,01	0,61		0,09	0,03	0,01
IV	0,00	0,00	0,09		0,88	0,20
V	0,00	0,00	0,03	0,88		0,77
VI	0,00	0,00	0,01	0,20	0,77	

CEF-d - m	I	II	III	IV	V	VI
I		0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
II	0,10		0,01	0,00	0,00	0,00
III	0,00	0,01		0,31	0,00	0,00
IV	0,00	0,00	0,31		0,00	0,00
V	0,00	0,00	0,00	0,00		0,01
VI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	

CEF-d - f	I	II	III	IV	V	VI
I		0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
II	0,02		0,48	0,00	0,00	0,01
III	0,00	0,48		0,02	0,00	0,10
IV	0,00	0,00	0,02		1,00	0,68
V	0,00	0,00	0,00	1,00		0,79
VI	0,00	0,01	0,10	0,68	0,79	

CEF-l - m	I	II	III	IV	V	VI
I		1,00	0,13	0,00	0,00	0,00
II	1,00		0,00	0,00	0,00	0,00
III	0,13	0,00		0,43	0,00	0,00
IV	0,00	0,00	0,43		0,02	0,00
V	0,00	0,00	0,00	0,02		0,01
VI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	

CEF-l - f	I	II	III	IV	V	VI
I		0,29	0,00	0,00	0,00	0,00
II	0,29		0,58	0,01	0,00	0,02
III	0,00	0,58		0,24	0,04	0,23
IV	0,00	0,01	0,24		0,78	0,81
V	0,00	0,00	0,04	0,78		1,00
VI	0,00	0,02	0,23	0,81	1,00	

APL - m	I	II	III	IV	V	VI
I		1,00	0,84	0,02	0,00	0,00
II	1,00		1,00	0,06	0,00	0,00
III	0,84	1,00		0,35	0,03	0,00
IV	0,02	0,06	0,35		0,99	0,00
V	0,00	0,00	0,03	0,99		0,09
VI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	

APL - f	I	II	III	IV	V	VI
I		0,21	0,02	0,00	0,00	0,41
II	0,21		1,00	0,89	1,00	0,98
III	0,02	1,00		0,78	1,00	0,99
IV	0,00	0,89	0,78		0,99	1,00
V	0,00	1,00	1,00	0,99		1,00
VI	0,41	0,98	0,99	1,00	1,00	

APW - m	I	II	III	IV	V	VI
I		0,98	0,99	0,58	0,06	0,03
II	0,98		1,00	0,98	0,15	0,06
III	0,99	1,00		0,84	0,02	0,04
IV	0,58	0,98	0,84		0,53	0,66
V	0,06	0,15	0,02	0,53		1,00
VI	0,03	0,06	0,04	0,66	1,00	

APW - f	I	II	III	IV	V	VI
I		0,97	1,00	0,43	0,92	0,33
II	0,97		1,00	0,98	1,00	0,81
III	1,00	1,00		0,50	1,00	0,70
IV	0,43	0,98	0,50		1,00	0,99
V	0,92	1,00	1,00	1,00		0,87
VI	0,33	0,81	0,70	0,99	0,87	