

Morfološke značajke uskoškarg raka (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) u sjeverozapadnoj Hrvatskoj

Preininger, Tamara

Master's thesis / Diplomski rad

2017

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:217:611610>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-23**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Biološki odsjek

Tamara Preininger

MORFOLOŠKE ZNAČAJKE USKOŠKAROG RAKA
(*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823)
U SJEVEROZAPADNOJ HRVATSKOJ

Diplomski rad

Zagreb, 2017.

Ovaj rad je izrađen u Laboratoriju za astakologiju na Zoologijskom zavodu Prirodoslovno - matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, pod vodstvom izv. prof. dr. sc. Ivane Maguire. Rad je predan na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu radi stjecanja zvanja magistre ekologije i zaštite prirode.

ZAHVALA

Prvenstveno, veliku zahvalnost dugujem svojoj mentorici prof. dr. sc. Ivani Maguire na ukazanom povjerenju te na izrazitoj susretljivosti i pomoći prilikom izrade i pisanja ovog diplomskog rada.

Posebno se zahvaljujem svojoj obitelji na podršci i strpljenju tijekom cijelog studija.

Velika hvala Zoranu i njegovoj obitelji na pomoći tijekom studiranja.

Hvala svim prijateljima i kolegama bez kojih fakultet ne bi prošao tako lako i zabavno.

Nemam dovoljno riječi kojima bih se zahvalila dečku Igoru na svakodnevnoj pomoći, potpori, ljubavi i velikom prijateljstvu.

I na kraju, željela bih se zahvaliti Jasminki i Kristini na podršci i pomoći kada mi je to bilo najpotrebnije.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Biološki odsjek

Diplomski rad

Morfološke značajke uskoškarog raka (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) u sjeverozapadnoj Hrvatskoj

Tamara Preininger

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Astacus leptodactylus jedna je od četiri native vrste porodice Astacidae u Hrvatskoj, ujedno je i ključna vrsta u slatkovodnim ekosustavima. Unatoč važnosti vrste *A. leptodactylus*, općenito nedostaju podaci o toj vrsti na europskom nivou. Glavni cilj ovog diplomskog rada bio je istražiti morfometrijske značajke ove vrste te analizama istih utvrditi razlike između populacija ove vrste skupljenih na slijedeća 4 lokaliteta u sjeverozapadnoj Hrvatskoj: Mrežnici, Trećem maksimirskom jezeru, 1. i 2. dijelu jezera Rakitje. Nadalje, cilj je bio usporediti rezultat morfometrijskih analiza s prethodno dobivenim rezultatima molekularnih analiza. Utvrđeno je da postoje statistički značajne razlike u većini mjerenih morfometrijskih karakteristika među istraživanim populacijama mužjaka i ženki. Time su potvrđena molekularno - filogenetska istraživanja o postojanju intraspecijske divergencije među različitim populacijama ove vrste rakova. Rezultati diskriminativne analize pokazali su da razlike u morfometrijskim karakteristikama između populacija reflektiraju geografsku udaljenost. Zabilježene razlike u morfometrijskim značajkama među populacijama uskoškarih rakova najvjerojatnije su posljedica kombinacije genetičkih i okolišnih mehanizama. Ovim radom potvrđeno je da su morfometrijske analize kombinirane sa statističkim metodama korisne u razlikovanju i razdvajanju populacija rakova. Dobiveni rezultati poslužit će u svim daljnjim istraživanjima ove vrste, kako na području Hrvatske, tako i na području Europe.

(38 stranica, 10 slika, 10 tablica, 41 literaturni navod, 13 priloga, jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici

Ključne riječi: *Astacus leptodactylus*, Astacidae, morfometrija, Mrežnica, Rakitje, Treće maksimirsko jezero

Voditelj: Dr. sc. Ivana Maguire, izv. prof.

Ocjenitelji:

Dr. sc. Ivana Maguire, izv. prof.

Dr. sc. Renata Šoštarić, doc.

Dr. sc. Ana Galov, izv. prof.

Rad prihvaćen: 8. lipnja 2017.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Division of Biology

Graduation Thesis

Morphology of the narrow-clawed crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) in north-west Croatia

Tamara Preininger

Rooseveltova trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Astacus leptodactylus is one of the four native species from Astacidae family in Croatia, and it is a keystone species in freshwater ecosystems. Data on this species on the European level is generally missing. The main goal of this graduate thesis was to investigate the morphometric characteristics of this species and to analyse differences in morphometry among 4 populations from the following sites in the north-west Croatia: Mrežnica, Treće Maksimirsko Lake, 1st and 2nd part of the Rakitje Lake. The goal was to compare the results of the morphometric analyses with the previously obtained molecular analyses results. It has been established that there are statistically significant differences among the examined populations of males and females in measured morphometric characteristics. These results confirmed the molecular - phylogenetic studies, this species shows intraspecific divergence among different populations. The results of discriminatory analysis have shown that differences in morphometric characteristics between populations reflect geographical distance. The observed differences in morphometric characteristics between populations of narrow-clawed crayfish are most likely the result of the combination of genetic and environmental mechanisms. This thesis has confirmed that morphometric analyses, combined with statistical methods, are useful in differentiating and separating crayfish populations. The obtained results will be useful in all further research of *A. leptodactylus*, both in Croatia and in Europe.

(38 pages, 10 figures, 10 tables, 41 references, 13 appendices, original in: Croatian)

Thesis deposited in the Central Biological Library

Key words: *Astacus leptodactylus*, Astacidae, morphometry, Mrežnica, Rakitje, Treće Maksimirsko Lake

Supervisor: Dr. Ivana Maguire, Assoc. Prof.

Reviewers:

Dr. Ivana Maguire, Assoc. Prof.

Dr. Renata Šoštarić, Asst. Prof.

Dr. Ana Galov, Assoc. Prof.

Thesis accepted: June 8th, 2017.

SADRŽAJ:

| | |
|---|----|
| 1. UVOD | 1 |
| 1.1. Važnost morfometrije u biološkim istraživanjima | 1 |
| 1.2. Rakovi (Crustacea) | 1 |
| 1.2.1. Porodica Astacidae i njezina rasprostranjenost u Europi i Hrvatskoj..... | 2 |
| 1.3. Vrsta <i>Astacus leptodactylus</i> | 5 |
| 1.3.1. Sistematika | 5 |
| 1.3.2. Morfološke značajke vrste <i>A. leptodactylus</i> | 5 |
| 1.3.3. Biologija i životni ciklus | 7 |
| 1.3.4. Stanište | 8 |
| 1.3.5. Ugroženost | 8 |
| 2. CILJ ISTRAŽIVANJA | 9 |
| 3. MATERIJALI I METODE | 10 |
| 3.1. Područja uzorkovanja | 10 |
| 3.2. Lov i uzorkovanje rakova | 11 |
| 3.3. Određivanje vrste, spola i morfometrijskih značajki rakova | 12 |
| 3.4. Statistička obrada podataka | 15 |
| 4. REZULTATI | 16 |
| 4.1. Deskriptivna statistika morfometrijskih značajki | 16 |
| 4.1.1. T- test..... | 17 |
| 4.2. Analiza varijance | 17 |
| 4.2.1. Post-hoc test..... | 18 |
| 4.3. Multipla diskriminativna analiza | 19 |
| 4.4. Kanonička analiza | 20 |
| 5. RASPRAVA | 24 |
| 5.1. Općenite karakteristike populacija | 24 |
| 5.2. Morfometrijske značajke | 26 |
| 6. ZAKLJUČAK | 30 |

| | |
|---------------------------|-----------|
| 7. LITERATURA..... | 31 |
| 8. PRILOZI..... | 36 |
| 9. ŽIVOTOPIS..... | 38 |

1. UVOD

1.1. Važnost morfometrije u biološkim istraživanjima

Morfometrija se odnosi na kvantitativnu analizu forme, to jest koncepta koji obuhvaća veličinu i oblik. Cilj morfometrijskih istraživanja je proučavanje oblika, kako on može varirati i u kakvom je odnosu s ostalim varijablama. Može se koristiti u bilo kojem području za proučavanje bilo kakvih oblika, no najčešće se upotrebljava upravo u biologiji za opisivanje svojstava organizama. U tom slučaju, govoreći o morfometriji u biološkom smislu, definiramo je kao znanstvenu disciplinu koja proučava tjelesne mjere određene životinjske vrste. Prema Sint i sur. (2005), morfometrijska mjerenja vrlo se često koriste za istraživanje razlika između vrsta i populacija rakova. Uključivanjem velikog broja mjerenih morfometrijskih značajki na velikom uzorku, morfometrijska analiza postala je široko korišten i pouzdan alat u usporedbama populacija i utvrđivanju značajnih razlika između njih (Maguire i Dakić, 2011; Sint i sur., 2005). Iako su molekularna istraživanja sve češća i uobičajena i dalje se treba oslanjati na morfometriju/morfologiju. Kako su tjelesne mjere karakteristične za određenu vrstu i populaciju (uz veće ili manje varijacije), istraživanja morfoloških/morfometrijskih značajki od iznimne su važnosti za praktičan rad na terenu. Prednosti primjene morfometrijskih metoda su da su tehnički jednostavne, jeftine i pouzdane te se koriste u mnogim istraživačkim i znanstvenim radovima. U ovom istraživanju korištene su analize morfometrijskih značajki različitim statističkim metodama, kako bi se odredile/utvrdile one značajke koje eventualno razdvajaju različite populacije rakova vrste *A. leptodactylus*.

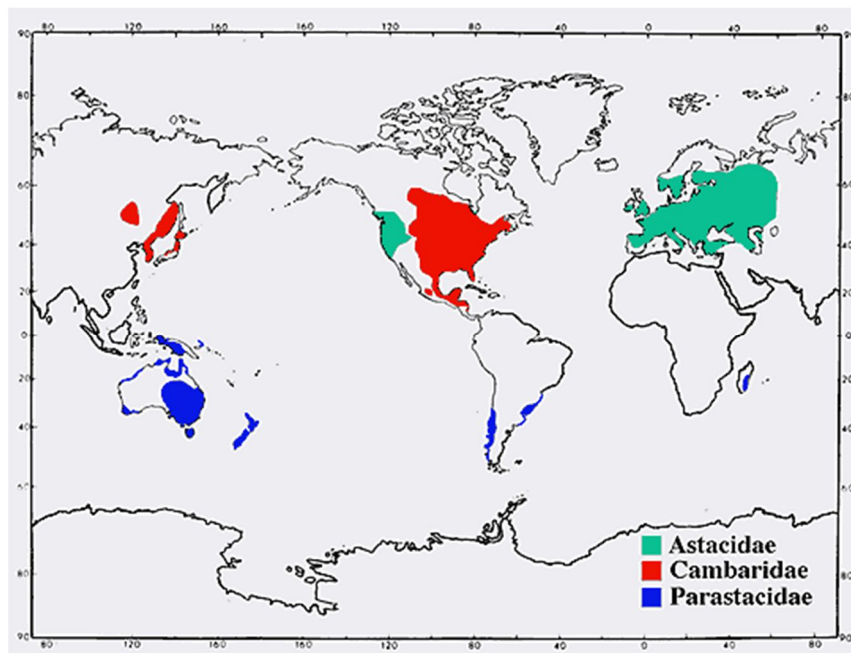
1.2. Rakovi (Crustacea)

Rakovi (Crustacea) su, gledajući morfologiju i veličinu, jako raznolika skupina organizama. U Europi se proučavaju od davnina, Aristotel ih spominje još 300. g.p.n.e. Ljudi su odavno poznavali rakove i koristili ih kao hranu (Westmann 1991), a kasnije ih Linne naziva insektima neprikladnim za prehranu. Poznavanje rakova ostavilo je traga u mitovima, astrologiji, basnama, umjetnosti, a korišteni su i kao lijek protiv raka (Maguire, 2002). Trenutno je opisano oko 67 000 živućih vrsta rakova (Brusca i Brusca, 2003), a još će zasigurno velik broj vrsta tek biti otkriven. Rakovi su najčešće morske ili slatkovodne životinje, koje nastanjuju lotička, lentička i podzemna staništa, a ima i terestričkih oblika.

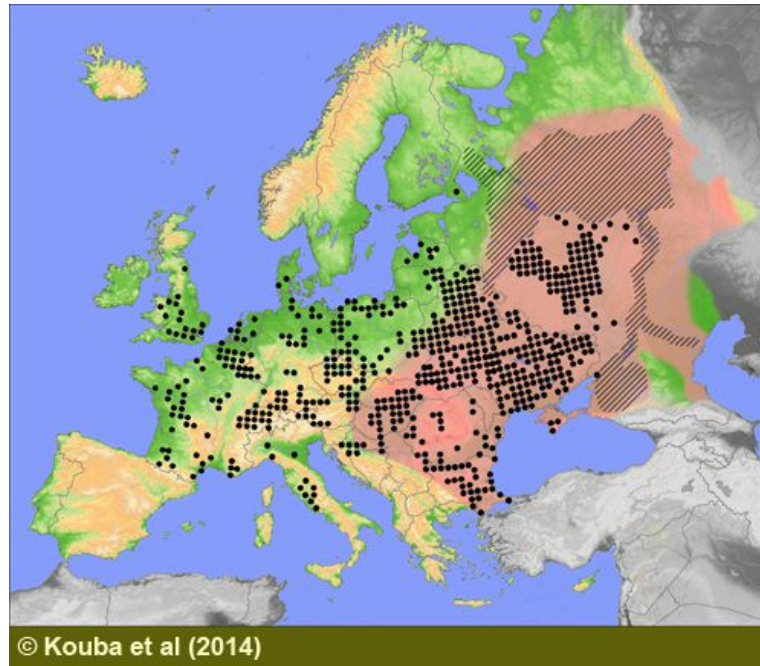
1.2.1. Porodica Astacidae i njezina rasprostranjenost u Europi i Hrvatskoj

U 19. stoljeću započinje se intenzivnije izlovljavati i uzgajati slatkovodne rakove zbog korištenja u ishrani, a 1879. godine, izdanjem knjige "The crayfish - An introduction to the study of zoology" T. H. Huxleya, započinje period znanstvenog istraživanja ove skupine životinja. Period intenzivnog znanstvenog istraživanja rakova traje i danas te je okrunjen osnivanjem međunarodnog udruženja astakologa, IAA (International Association of Astacology). Mnogim obavljenim radovima i knjigama znanje o rakovima stalno se nadograđuje. Slatkovodni rakovi su monofiletska grupa (Crandall i sur., 2000), a po sistematskoj podjeli pripadaju koljenu Arthropoda, podkoljenu Crustacea, razredu Malacostraca, koji sadrži oko 25 000 vrsta unutar podrazreda Eumalacostraca i nadreda Eucarida (Longshaw i Stebbing, 2016). Unutar reda Decapoda nalazi se podred Astacida unutar kojeg je opisano preko 640 vrsta (Crandall i Buhay, 2008). Podred obuhvaća dvije nadporodice, nadporodicu Astacoidea i nadporodicu Parastacoidea. Rasprostranjenost ove dvije nadporodice je prikazana na Slici 1. Nadporodica Astacoidea, koja je rasprostranjena na području Sjeverne hemisfere, obuhvaća dvije porodice: Cambaridae i Astacidae (Crandall i Buhay, 2008). Areal porodice Astacidae čine Azija, Europa i Sjeverna Amerika. Na području Europe, zapadno od Urala, prirodno obitava samo porodica Astacidae (Latreille, 1802) zastupljena s dva autohtona roda: *Astacus* (Fabricius, 1775) i *Austropotamobius* (Skorikov, 1907), dok je zabilježena i prisutnost trećeg roda *Pacifastacus* (Bott, 1950). Vrsta *Pacifastacus leniusculus* (Dana, 1852) prirodno je rasprostranjena na prostoru Sjeverne Amerike, a u Europi je unesena i dokazano invazivna vrsta (Maguire, 2010). Pet autohtonih vrsta slatkovodnih rakova iz porodice Astacidae (Holdich, 2002) su *Astacus astacus* (Linnaeus, 1758) - riječni ili plemeniti rak, *Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823 - uskoškari, turski ili barski rak, *Astacus pachypus* (Rathke, 1837), *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet, 1858) - bjelonogi ili primorski rak i *Austropotamobius torrentium* (Schrank, 1803) - potočni rak ili rak kamenjar. Plemeniti rak, *A. astacus*, ima široki areal rasprostranjenosti u Europi, od Francuske na jugozapadu, Rusije na istoku, Italije, Albanije i Grčke na jugu, do Skandinavije na sjeveru (Cukerzis 1988, Skurdal i Taugbol, 2002). Kako je njegov areal bio mnogo širi prije pojave račje kuge, bolesti koju uzrokuje patogen *Aphanomyces astaci*, Schikora, 1903, a zaslužna je za smanjenje broja populacija plemenitog raka u Europi (Holdich i sur. 2009), mnoge države imaju zakonom reguliranu njihovu zaštitu i hvatanje. Uskoškari rak, *A. leptodactylus*, koji je istraživan u ovom diplomskom radu, također je rasprostranjen širom Europe (Slika 2.), najviše u istočnoj Europi, iako je unesen i u druge zemlje te se širi prema zapadu (Kouba i sur., 2014). Vrsta *A. pachypus*

obitava oko Kaspijskog jezera te Crnog i Azovskog mora, a autohtona je u Rusiji, Ukrajini, Azerbajdžanu, Turkmenistanu i Kazahstanu (Machino i Holdich, 2006, Holdich i sur., 2009). Vrste roda *Autropotamobius* široko su rasprostranjene u Europi, vrsta *A. torrentium* rasprostranjena je na području srednje i jugoistočne Europe, dok vrsta *A. pallipes* naseljava zapadnu i južnu Europu, uključujući i Britansko otočje (Holdich i Lowery, 1988). Osim autohtonih rakova, Europu nastanjuju i strane invazivne vrste slatkovodnih deseteronožnih rakova. Među njima razlikujemo stare invazivne vrste koje su unesene u Europu prije 1980-ih godina te su na području Europe najraširenije. To su, *P. leniusculus* – signalni rak, vrsta koja pripada porodici Astacidae, te vrste *Oroconectes limosus* (Rafinesque, 1817) – bodljobradi rak i *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) koje pripadaju porodici Cambaridae. Strane vrste unesene nakon 1980-ih godina u Europu još se nazivaju nove strane invazivne vrste, a to su australske vrste roda *Cherax*: *Cherax destructor* (Clark, 1936) i *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868). Također, unesene su i nove strane invazivne vrste roda *Orconectes* podrijetlom iz Sjeverne Amerike: vrsta *Orconectes immunis* (Hagen, 1870), *Orconectes juvenilis* (Hagen, 1870) te *Orconectes* cf. *virilis*. Osim roda *Cherax* i *Orconectes* unesene su i 3 strane vrste roda *Procambarus*: *Procambarus* cf. *acutus*, *Procambarus fallax* f. *virginalis* te *Procambarus alleni* (Kouba i sur., 2014).



Slika 1. Distribucija tri porodice slatkovodnih rakova u svijetu. (Izvor: <http://tolweb.org/Astacidea>)



Slika 2. Rasprostranjenost vrste *Astacus leptodactylus* na području Europe. (Izvor: Kouba i sur., 2014.; <http://www.crayfish.ro/distribution.html>). Crvenom bojom je označen prirodni areal.

U Hrvatskoj su, prema dosadašnjim provedenim istraživanjima, zabilježene četiri autohtone vrste deseteronožnih slatkovodnih rakova porodice Astacidae: *A. pallipes*, *A. torrentium*, *A. astacus* i *A. leptodactylus* (Maguire i Gottstein Matočec, 2004). U južnom i jugozapadnom dijelu Hrvatske, na prostorima Like, Dalmacije, Istre te pojedinim otocima u Jadranskom moru, rasprostranjena je vrsta *A. pallipes* dok vrstu *A. torrentium* možemo naći u rijekama kontinentalne Hrvatske na višim nadmorskim visinama. Vrsta *A. astacus*, rasprostranjena u kontinentalnom dijelu Hrvatske, dolazi u rijekama dunavskog sliva. Također je zabilježena u rijekama jadranskog sliva, u koje je antropogeno unesena (Maguire i sur., 2011). Vrsta *A. leptodactylus* prirodno je rasprostranjena u istočnoj i središnjoj Hrvatskoj, u rijekama savskog i dravskog sliva te je zabilježeno njezino širenje prema jugu (Maguire, 2010). Zabilježene su i tri alohtone invazivne vrste rakova porijeklom iz Sjeverne Amerike: *O. limosus* (bodljobrادي rak), *P. leniusculus* (signalni rak) (Maguire i sur., 2011) te *Procambarus fallax* f. *virginialis* (mramorni rak) (Samardžić i sur., 2014).

1.3. Vrsta *Astacus leptodactylus*

1.3.1. Sistematika

Sistematska podjela do vrste *A. leptodactylus* prema Brusca i Brusca (2003) prikazana je u Tablici 1.

Tablica 1. Sistematika vrste *A. leptodactylus*

| | |
|--------------------|---|
| CARSTVO | Animalia |
| PODCARSTVO | Metazoa |
| ODJELJAK | Eumetazoa |
| PODODJELJAK | Bilateria |
| NADKOLJENO | Ecdysozoa |
| KOLJENO | Arthropoda |
| PODKOLJENO | Crustacea |
| RAZRED | Malacostraca |
| PODRAZRED | Eumalacostraca |
| NADRED | Eucarida |
| RED | Decapoda |
| PODRED | Pleocyemata |
| MEĐURED | Astacidea |
| NADPORODICA | Astacoidea |
| PORODICA | Astacidae |
| ROD | <i>Astacus</i> |
| VRSTA | <i>Astacus leptodactylus</i> Eschscholtz, 1823. |

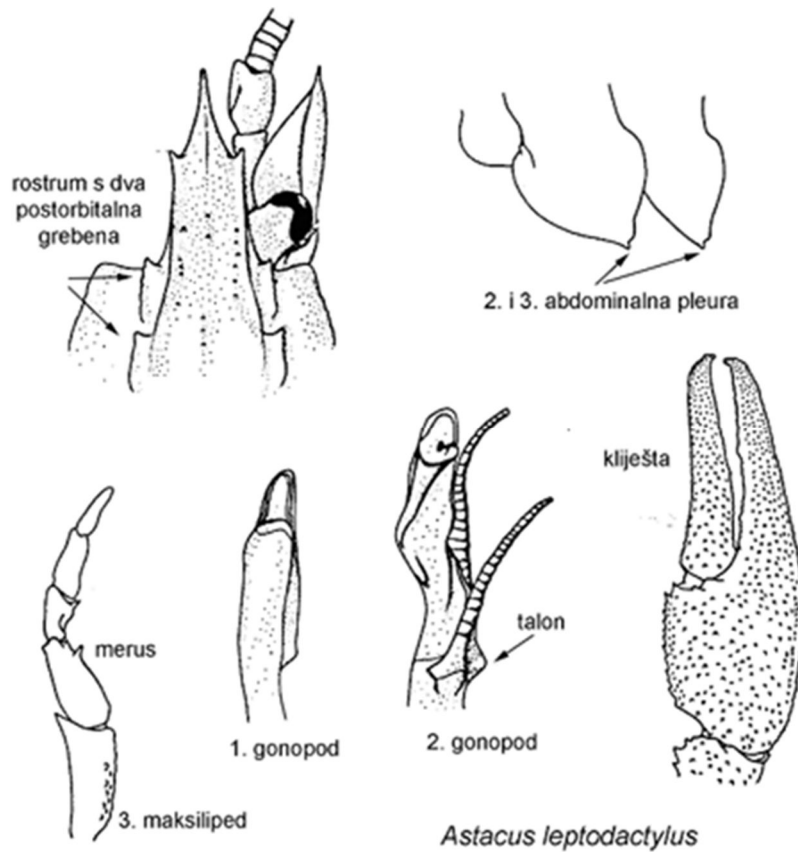
1.3.2. Morfološke značajke vrste *A. leptodactylus*

Jedinke vrste *A. leptodactylus* (Slika 3.) narastu najčešće ukupne dužine tijela (ukupna dužina - od vrha rostruma do kraja telzona) do 15 cm, iako mogu narasti i do ukupne dužine od 30 cm. S leđne strane obojeni su žutosmeđe i maslinastozeleno, dok su s ventralne strane blijedo žute boje. Boja i oblik tijela jedinke može varirati ovisno o okolišu u kojem se nalazi i na koji se adaptirala. Vrsta *A. leptodactylus* prepoznatljiva je po izrazitoj trnovitosti tijela koja je najizraženija iza cervikalne brazde. Abdominalne pleure završavaju trnom. Za vrstu je karakterističan izrazito dugačak rostrum s velikim i šiljastim rostralnim trnovima (rubovi rostruma su nazubljeni i gotovo paralelni). Rostralna rebra dobro su uočljiva, a mogu biti paralelna ili konkavna. Apeks rostruma dugačak je i istaknut. Prepoznatljiva karakteristika vrste

su i izrazito uska, dugačka kliješta s produljenim prstima bez udubljenja na nepokretnom prstu kliješta. Detalji bitni za determinaciju vrste prikazani su na Slici 4. Kod vrste *A. leptodactylus* izražen je spolni dimorfizam između mužjaka i ženki. Mužjaci ove vrste nakon postizanja spolne zrelosti, imaju produljene prste kliješta koji su puno duži od onih kod ženki, a ženke imaju širi abdomen (Maguire, 2010).



Slika 3. Vrsta *Astacus leptodactylus* (Izvor: <http://www.iucnredlist.org>)



Slika 4. Detalji vrste *Astacus leptodactylus* bitni za determinaciju (Izvor: <http://rakovi.biol.pmf.unizg.hr/rakovi/kljuc.htm>)

1.3.3. Biologija i životni ciklus

Rakovi ove vrste su omnivori te zbog svoje veličine tijela i dugog životnog vijeka čine ključnu kariku u hranidbenim mrežama slatkovodnih ekosustava. Svojim trofičkim aktivnostima te fizičkim promjenama staništa izravno utječu na stanište kao i na ostale slatkovodne organizme. Hrane se konzumirajući vodenu i poluvodenu vegetaciju, beskralježnjake bentosa te detritus. Uskoškari rakovi aktivni su i danju i noću što ih razlikuje od ostalih vrsta porodice Astacidae. Samim time, unose više hranjivih tvari u organizam, što je uzrok bržeg rasta u usporedbi s ostalim vrstama porodice Astacidae (Holdich, 2002). Mužjaci i ženke dosežu spolnu zrelost u trećoj godini života pri čemu dosežu ukupnu dužinu do 8,5 cm. Razmnožavanje se odvija u jesen, a reprodukcijski ciklus ovisi o klimatskim uvjetima i uvjetima staništa. Parenje započinje s padom temperature u jesen te su mužjaci i ženke u to doba aktivniji. Primijećeno je da povišena temperatura odgađa početak parenja. Sezona parenja traje od

listopada do prosinca, iako se zbog pomaka u životnom ciklusu mogu pariti i u veljači i ožujku. Oplođena ženka nosi oplođena jaja između pleopodnih nožica do sljedećeg ljeta, a broj jaja ovisi o veličini ženke. Veće ženke nose više jaja. Vrsta *A. leptodactylus* je najplodnija vrsta od svih autohtonih europskih vrsta rakova, ženke ove vrste mogu proizvesti oko 200 – 400 jaja (Hofmann, 1971). Ženke nose oplođena jaja najčešće 5 do 8 mjeseci. Nakon izlijeganja, juvenilni rakovi ostaju uz majku te nakon prvog presvlačenja započinju samostalan život (Holdich, 2002). Prisutan je spolni dimorfizam i alometrijski rast pri čemu kliješta mužjaka i abdomen ženki rastu brže od ostalih dijelova tijela (Lowery, 1988; Grandjean i sur., 1997; Streissl i Hödl, 2002; Maguire i Klobučar, 2011). Životni ciklus rakova nastavlja se periodičnim presvlačenjima u toplijem dobu godine, kada životinje rastu. Broj presvlačenja i prirast u veličini, po presvlačenju, ovise o temperaturi i količini dostupne hrane. Starije životinje i ženke koje nose jaja presvlače se manji broj puta godišnje.

1.3.4. Stanište

Rakovi iz roda *Astacus* zauzimaju raznolika staništa. Sve vrste preferiraju staništa koja pružaju mnoštvo povoljnih zaklona. Uskoškari rakovi žive u nizinskim rijekama s mekanim muljevitim dnom, estuarijima, jezerima, bočatim vodama te močvarama. Vole se skrivati tokom dana, a svoje sklonište nalaze pod kamenjem, korijenjem ili rupama koje izbuše u obalama potoka, rijeka, jezera ili unutar vodene vegetacije ili drugih objekata u vodi. Vrsta *A. leptodactylus* tolerantnija je na širi raspon ekoloških uvjeta u odnosu na druge autohtone europske vrste. Dobro podnosi lošije fizikalno – kemijske uvjete u slatkovodnim ekosustavima, eutrofne uvjete, muljevita dna, te može preživjeti pri vrlo lošoj kvaliteti vode, s velikim oscilacijama kisika i temperature (Holdich, 2002). U Hrvatskoj je vrsta *A. leptodactylus* rasprostranjena u rijekama savskog i dravskog slijeva te je zabilježeno njezino širenje prema jugu (Maguire, 2010).

1.3.5. Ugroženost

Uzroci ugroženosti autohtonih europskih vrsta rakova, pa tako i uskoškarog raka, su velike količine otpadnih tvari u vodenim ekosustavima, regulacija vodenih tokova (uređivanje riječnih obala, kanaliziranje i obzidavanje obala) i prekomjerni nekontrolirani izlov. Nadalje, vrsta *A. leptodactylus* ugrožena je širenjem alohtonih invazivnih američkih vrsta rakova koji sa sobom nose opasnu bolest račju kugu, na koju su sami otporni, ali zato europske vrste od nje

ugibaju u velikom broju. Američke vrste agresivnije su od autohtonih europskih vrsta pa ih u kompeticiji za prostor i hranu istiskuju iz njihovih staništa. No, uskoškari rak je najotpornija i najrobusnija autohtona vrsta slatkovodnog deseteronožnog raka na području Europe te je također, od svih autohtonih vrsta slatkovodnih rakova, najotpornija na bolesti poput primjerice račje kuge (Hudina i sur., 2016). Zbog visokog fekunditeta, brzog životnog ciklusa i veličine tijela izrazito je kompetitivna te istiskuje ostale autohtone rakove iz njihovih staništa. Također, u mogućnosti je koegzistirati sa stranim invazivnim vrstama rakova, poput vrste *O. limosus* te ju čak može nadvladati u kompeticiji za resurse staništa. Iako je ugrožena antropogenim utjecajem i pojedinim invazivnim vrstama rakova zbog navedenih karakteristika i širenja areala rasprostranjenosti, nije zaštićena na globalnoj i nacionalnoj razini, dok je na IUCN – ovoj crvenoj listi proglašena kao najmanje zabrinjavajuća vrsta (IUCN, 2016). Uskoškari rak, zaštićen je lokalnim zakonodavstvom u pojedinim zemljama Europe, a u Hrvatskoj Zakonom o zaštiti prirode nije zaštićen.

2. CILJ ISTRAŽIVANJA

S obzirom da općenito nedostaju podaci o vrsti *A. leptodactylus* na europskom nivou, cilj ovog diplomskog rada je:

1. istražiti morfometrijske značajke ove vrste
2. analizama morfometrijskih značajki utvrditi postoje li razlike između populacija ove vrste skupljenih na nekoliko različitih lokaliteta u sjeverozapadnoj Hrvatskoj
3. ukoliko razlike postoje, utvrditi one morfometrijske značajke po kojima se rakovi različitih populacija značajno razlikuju
4. usporediti rezultat morfometrijskih analiza s prethodno dobivenim rezultatima molekularnih analiza, kako bi se utvrdilo postoji li njihovo preklapanje.

Dobiveni podaci će poslužiti u daljnjim istraživanjima ove vrste, kako na području Hrvatske, tako i na području Europe.

Prije samog istraživanja postavljene su tri hipoteze:

- Hipoteza 1.: Ženke i mužjaci rakova vrste *A. leptodactylus* morfološki se značajno razlikuju.
- Hipoteza 2.: Rakovi iste vrste (*A. leptodactylus*), a različitih populacija, morfološki se značajno razlikuju.

- Hipoteza 3.: Intraspecijska divergencija, koja je zabilježena za ovu vrstu prema rezultatima molekularno filogenetskih istraživanja, među različitim populacijama, vidljiva je i u njihovim morfometrijskim značajkama (postoje razlike u morfometrijskim značajkama između jedinki iz različitih populacija).

3. MATERIJALI I METODE

3.1. Područja uzorkovanja

Područja s kojih su prikupljeni uzorci rakova vrste *A. leptodactylus* lokaliteti su u sjeverozapadnoj Hrvatskoj (Slika 5.) : rijeka Mrežnica, Treće maksimirsko jezero te jezero Rakitje.

GPS koordinate lokaliteta s kojih su prikupljeni uzorci (Slika 5. - prikazano crvenim točkama na uvećanom prikazu):

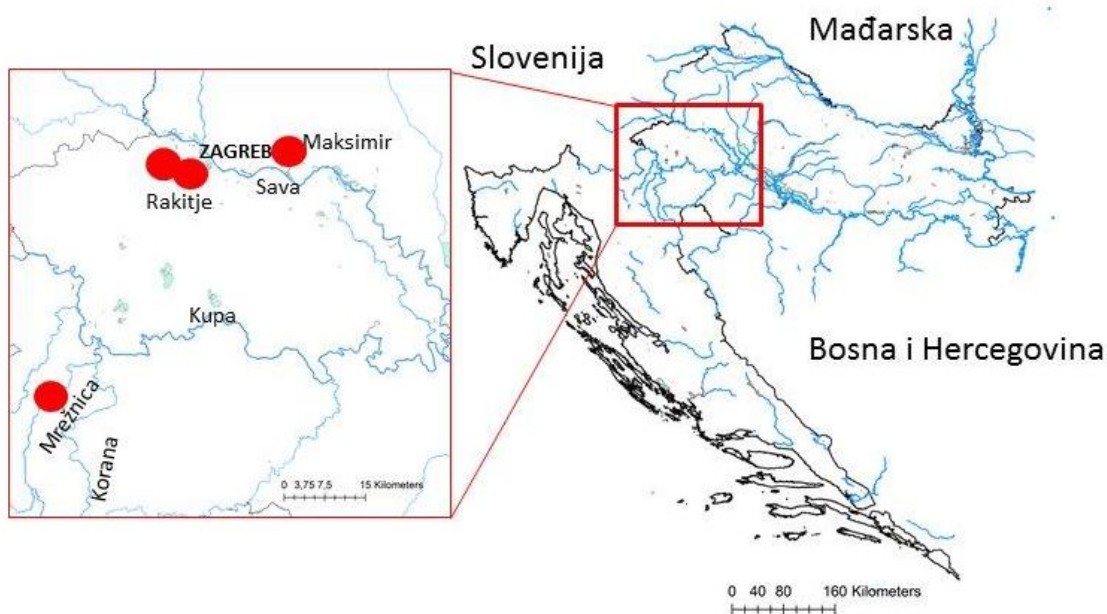
Mrežnica 5537219, 5029051

Rakitje – 1. dio jezera 5565672, 5071502

Rakitje – 2. dio jezera 5565443, 5072879

Treće maksimirsko jezero 5579669, 5075632

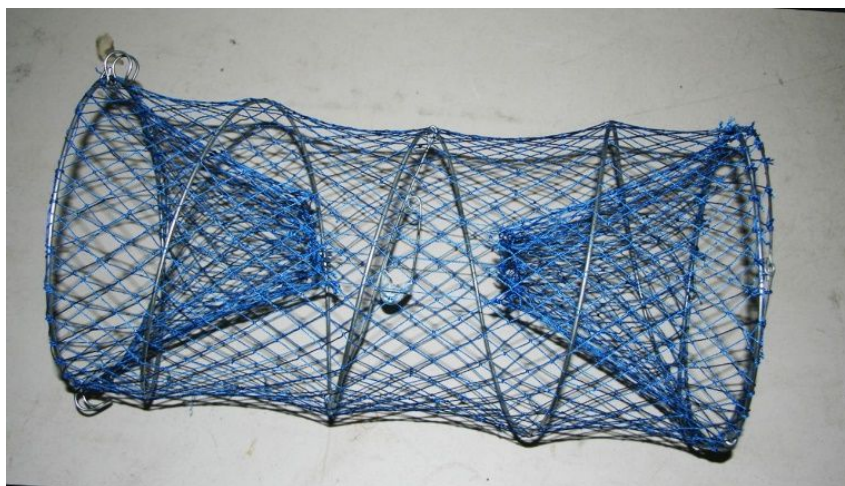
Rijeka Mrežnica relativno je mala rijeka, lijevi je pritok rijeke Korane, a teče kroz krško područje. Izvire kod Slunja u Kordunu, a ulijeva se u Koranu kod Karlovca. Treće maksimirsko jezero jedno je od 5 umjetnih jezera na području Parka Maksimir. Nalazi se zapadno od Prvog i Drugog te je najmlađe jezero parka. Dubine je od 1 do 4 m. Jezero Rakitje obuhvaća 4 dijela, to jest čine ga 4 manja jezera - Finzula, Votok, Juš i Nadolez. Ukupna površina jezera je 210 ha, nalazi se u mjestu Rakitje, Grad Sveta Nedjelja, na zapadnom dijelu grada Zagreba. Prosječna dubina je 2,5 m, a najveća 5,0 m. Smatra se jednim od najpoželjnijih mjesta za sportski ribolov zbog velike količine kapitalnih primjeraka slatkododne ribe, posebno šarana.



Slika 5. Područja uzorkovanja prikazana na karti u koordinatnom sustavu GK5, Mercatorova projekcija. Karta je napravljena u programskom paketu ArcGis 10.3

3.2. Lov i uzorkovanje rakova

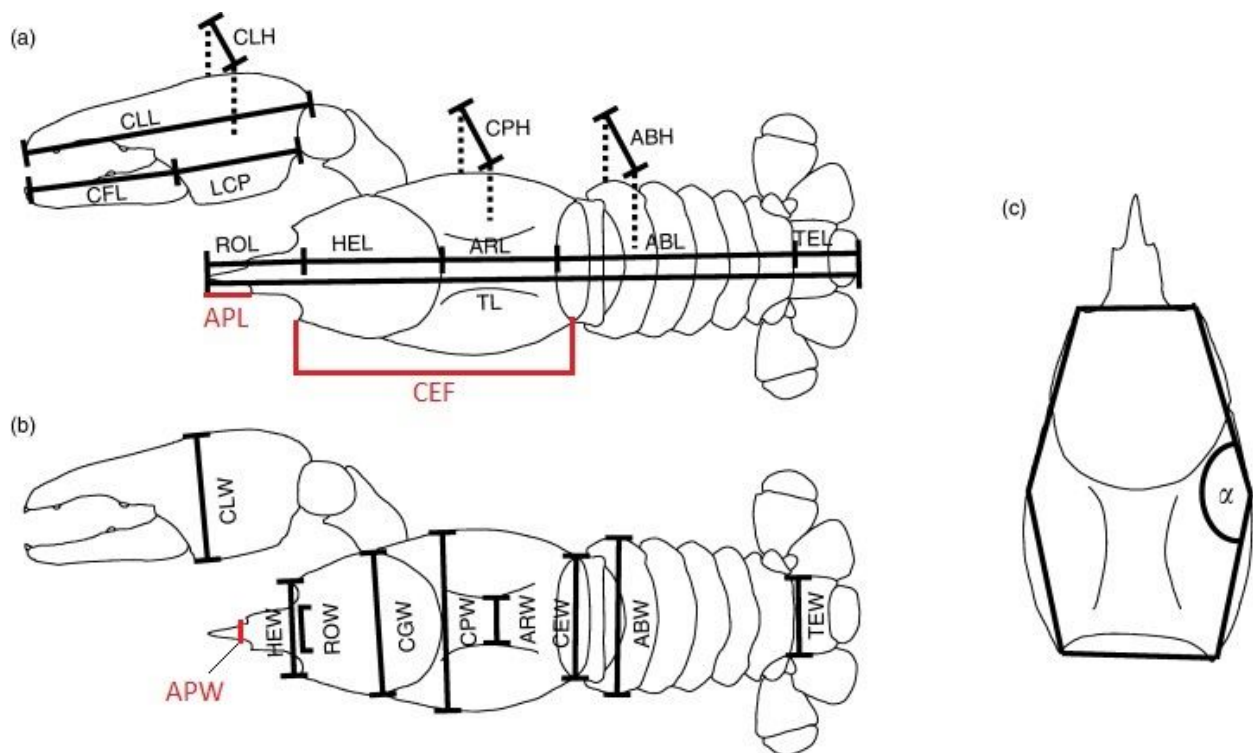
Uzorci rakova vrste *A. leptodactylus* prikupljeni su krajem lipnja 2016. godine s tri lokaliteta: rijeka Mrežnica, Treće maksimirsko jezero te jezero Rakitje. Za lov rakova korištene su LiNi vrše (Slika 6.) (Westman i sur., 1978). LiNi vrše su profesionalno izrađene sklopive zamke za lov rakova u većim vodenim tijelima. Napravljene su od mreže s veličinom oka od 14 mm i metalne žice cilindričnog oblika s dva ljevkasta ulaza. Vrše s mamcem postavljene su uz rub jezera i rijeke te ostavljene preko noći. Vrše su provjerene drugo jutro, a ulovljeni rakovi stavljani su u posebno označene posude prije daljnje obrade.



Slika 6. Profesionalna LiNi vrša za lov rakova u jezerima i dubljim rijekama (Izvor: <http://www.trapperarne.com>)

3.3. Određivanje vrste, spola i morfometrijskih značajki rakova

Uzorci rakova su determinirani do razine vrste pomoću ključa za determinaciju rakova porodice Astacidae (Maguire, 2010) te su sve jedinke vrste *A. leptodactylus* konzervirane u 95%-tnom alkoholu. Tijekom morfometrijske analize u laboratoriju svakoj jedinki najprije je određen spol prema prisutnosti, odnosno odsutnosti, prvih začanih nogu. Mužjaci imaju prva dva para pleopodija preobraženih u organe za kopulaciju – gonopode, dok je kod ženki prvi par začanih nogu reduciran. Nakon određivanja spola, kao opaske, bilježeni su svi fizički nedostaci jedinke, poput nedostataka pojedinog tjelesnog nastavka, prisutnost simptoma bolesti i melanizacije. Naposljetku, mjerena je 21 morfometrijska značajka, preuzeta iz Sint i sur. (2005) (Slika 7.), pomoću digitalnog pomičnog mjerila (Slika 8.) Mjerene morfometrijske značajke prikazane su u Tablici 2. Dodatne mjere (označeno crvenom bojom na Slici 6.) su uključivale dužinu cefalotoraksa (CEF), širinu apeksa rostruma (APW) i duljinu apeksa rostruma (APL). Bilateralne karakteristike (CEF, CLL, CLW, CLH, CPL i CFL) mjerene su s obje strane tijela. S obzirom da se morfološka obilježja karapaksa mogu pokazati korisnima pri razlikovanju populacija (Sint i sur., 2005) u daljnje analize uključena je i bočna zakrivljenost karapaksa izražena kao kut α , a izračunata je prema formuli $\alpha = \arctan(\text{HEL}/((\text{CPW} - \text{HEW})/2)) + \arctan(\text{ARL}/((\text{CPW} - \text{CEW})/2))$.



Slika 7. Pozicija mjerenih morfometrijskih značajki na uskoškarom raku. Označene mjere: a) duljina i visina, b) mjere širina, c) kut α , mjera bočne zakrivljenosti karapaksa (Izvor: Sint i sur., 2005). Crvenom bojom označena je pozicija dodatnih mjerenih morfometrijskih značajki (APL, APW, CEF).



Slika 8. Digitalno pomično mjerilo (Izvor : <https://www.amazon.com/>)

Tablica 2. Opis i oznaka 21 morfometrijske značajke preuzete iz Sint i sur. (2005)

| Oznaka | Opis |
|--------|---------------------------------------|
| CLL | duljina nepomičnog prsta kliješta |
| CLW | širina kliješta |
| CLH | debljina kliješta |
| CPL | duljina dlana kliješta |
| CFL | duljina pomičnog prsta kliješta |
| ROL | duljina rostruma |
| ROW | širina rostruma |
| HEL | duljina glave |
| HEW | širina glave iza očiju |
| ARL | duljina prsa |
| ARW | širina areole |
| ABL | duljina abdomena |
| ABW | širina 1. začanog kolutića |
| ABH | debljina abdomena |
| TEL | duljina telzona |
| TEW | širina telzona |
| CPW | širina prsa iza cervikalne brazde |
| CGW | širina glave ispred cervikalne brazde |
| CEW | širina cefalotoraksa prije abdomena |
| CPH | debljina prsa |
| TL | totalna duljina |

3.4. Statistička obrada podataka

Svi podaci za morfometrijska obilježja uneseni su u tablicu u računalni program Microsoft Excel. Kod korištenja morfometrijskih analiza za razlikovanje populacija ili vrsta mogu se pojaviti problemi zbog varijacija u ukupnoj veličini jedinki i zbog toga se sve linearne mjere moraju normalizirati konverzijom u specifične omjere (Chambers i sur., 1979). Upravo zato, svi podaci su normalizirani tako što im je vrijednost podijeljena s odgovarajućom postorbitalnom duljinom ($POL = HEL + ARL$). Prije samih statističkih analiza, testirano je odgovaraju li dobiveni podaci normalnoj raspodjeli. Podaci su odgovarali normalnoj raspodjeli te su obrađeni parametrijskim metodama. Konačno, koristeći računalni program za analizu podataka Statistica (verzija 13.1), napravljena je statistička analiza podataka. Sve morfometrijske značajke opisane su najprije deskriptivnom analizom (broj jedinki, minimalna i maksimalna vrijednost, srednja vrijednost, standardna devijacija) za svaki lokalitet, a potom analizirano je postoje li značajne razlike između spolova u svim mjerenim i izračunatim parametrima morfometrijskih obilježja pomoću t-testa. S obzirom da je utvrđeno da postoje značajne razlike između spolova, daljnje analize rađene su posebno za mužjake i posebno za ženke. Isto tako, pomoću t-testa istraženo je postoji li značajna razlika između bilateralnih značajki. Budući da značajna razlika nije utvrđena niti za jednu bilateralnu mjeru, u daljnju analizu uključene su značajke desne strane tijela. Razlike u svim mjerenim parametrima između ispitivanih lokaliteta/populacija analizirane su pomoću ANOVA testa, zasebno za mužjake i ženke. Općenito, analiza varijance (ANOVA test) je analitički model za testiranje značajnosti razlike i koristi se kada imamo više od dvije grupe uzoraka. Prednost ove metode je u tome što u model ulaze u obzir sve varijable, kao i njihov međusobni utjecaj, što je nemoguće procijeniti na drugi način. Logika jednostavne analize varijance počiva na odstupanjima pojedinačnih rezultata od vlastite aritmetičke sredine i od zajedničke aritmetičke sredine svih skupina rezultata. U ovom radu provedena je jednosmjerna analiza (Breakdown and one-way ANOVA) varijance. Uz ANOVU, analizirano je, također posebno za svaki spol, između kojih populacija ženki odnosno mužjaka, postoje razlike u mjerenih morfometrijskim značajkama, pomoću post-hoc testa. Proveden je Tukey HSD (honestly significant difference) test za nejednaki broj jedinki (N) u populacijama kako bi se usporedile sve populacije, a odabran je jer je prikladan kod većeg uzorka jedinki, u ovom slučaju rakova. Naposljetku, provedena je multipla diskriminativna analiza, kako bi se utvrdilo koje varijable (morfometrijske značajke) najviše pridonose razdvajanju mužjaka odnosno ženki proučavanih populacija. Kako bi se dobio

grafički prikaz diskriminativne analize provedene na morfometrijskim značajkama rakova vrste *A. leptodactylus*, urađena je kanonička analiza.

4. REZULTATI

Tijekom istraživanja uhvaćeno je ukupno 214 jedinki vrste *A. leptodactylus* iz četiri populacije. Broj ulovljenih jedinki vrste *A. leptodactylus*, broj mužjaka i ženki po istraživanim lokalitetima prikazan je u Tablici 3.

Tablica 3. Broj ulovljenih jedinki vrste *Astacus leptodactylus*, broj mužjaka i ženki po istraživanim lokalitetima.

| Istraživani lokalitet | Broj ulovljenih jedinki | Broj mužjaka | Broj ženki |
|----------------------------|-------------------------|--------------|------------|
| Mrežnica | 83 | 42 | 41 |
| Rakitje (prvi dio jezera) | 20 | 8 | 12 |
| Rakitje (drugi dio jezera) | 48 | 11 | 37 |
| Treće maksimirsko jezero | 63 | 30 | 33 |

4.1. Deskriptivna statistika morfometrijskih značajki

Tijekom deskriptivne statističke analize korišteni su sirovi podaci (ne standardizirani/ne normalizirani). U populaciji uskoškarog raka u Mrežnici (Prilog 1.) najduži mužjak imao je ukupnu dužinu tijela 127,32 mm, dok je ukupna dužina tijela najveće ulovljene ženke na istom lokalitetu nešto manja, 117,36 mm. Ukupna dužina tijela najmanje ulovljene ženke na istom lokalitetu iznosi 61,83 mm, a najmanjeg mužjaka 68,30 mm. U populaciji jezera Rakitje (1. dio jezera) (Prilog 2.) najdulji mužjak bio je dug 114,49 mm, dok je ukupna dužina najveće ženke ulovljene na istom lokalitetu nešto veća, 119,94 mm. Ukupna dužina najmanjeg mužjaka je 75,29 mm, a najmanje ženke 69,86 mm. U populaciji jezera Rakitje (2. dio jezera) (Prilog 3.) najveći ulovljeni mužjak bio je dug 96,09 mm, dok je ukupna dužina tijela najveće ulovljene ženke na istom lokalitetu nešto veća, 110,46 mm. Ukupna dužina najmanjeg mužjaka je 68,00 mm, a najmanje ženke 65,69 mm. U populaciji Trećeg maksimirskog jezera (Prilog 4.) najveći ulovljeni mužjak bio je dug 137,90 mm, dok je ukupna dužina najveće ulovljene ženke na istom lokalitetu manja, 102,22 mm. Najmanji mužjak ulovljen na istom lokalitetu ukupne je dužine 56,59 mm, a najmanja ženka 46,96 mm. Zaključno, najveći mužjak, na svim istraživanim lokalitetima, uhvaćen je u Trećem maksimirskom jezeru (TL = 137,90 mm), dok je najveća

ženka uhvaćena u prvom dijelu jezera Rakitje (TL = 119,94 mm). Također, uz najvećeg mužjaka, u Trećem maksimirskom jezeru ulovljen je i najmanji mužjak (TL = 56,59mm) te najmanja ženka (TL = 46,96 mm).

4.1.1. T- test

Rezultati t-testa za nezavisne uzorke, od kojih jedan uzorak predstavljaju mužjaci rakova, a drugi ženke rakova vrste *A. leptodactylus*, pokazali su da postoje statistički značajne razlike između mužjaka (91 jedinka ukupno) i ženki (123 jedinke ukupno). Značajna razlika postoji u slijedećim mjerenim morfometrijskim značajkama za sve lokalitete zajedno ($p \leq 0.05$): TL, ROL, HEL, ARL, ABL, TEL, CLL, CFL, CLH, CPH, ABH, HEW, ROW, ARW, CEW, ABW, TEW, APL, APW (Prilog 5.). Mužjaci (42 jedinke) i ženke (41 jedinka) populacije rijeke Mrežnice razlikuju se u mjerenim morfometrijskim značajkama ($p \leq 0.05$): TL, ROL, HEL, ARL, ABL, TEL, CLL, CFL, CPL, CLH, CPH, ABH, HEW, ROW, CEW, ABW, TEW, APL, APW (Prilog 6.) Mužjaci (8 jedinki) i ženke (12 jedinki) populacije jezera Rakitje (1. dio jezera) razlikuju se u mjerenim morfometrijskim značajkama ($p \leq 0.05$): TEL, ABW, TEW i APW (Prilog 7.) Mužjaci (11 jedinki) i ženke (37 jedinki) populacije jezera Rakitje (2. dio jezera) razlikuju se u mjerenim morfometrijskim značajkama ($p \leq 0.05$): TL, ABL, TEL, ABH, HEW, ROW, ARW, CEW, ABW, TEW, CEF (Prilog 8.). Mužjaci (30 jedinki) i ženke (33 jedinke) populacije Trećeg maksimirskog jezera razlikuju se u mjerenim morfometrijskim značajkama ($p \leq 0.05$): ABL, TEL, ABH, CEW, ABW, TEW (Prilog 9.). U mjerenim morfometrijskim značajkama u kojima se mužjaci i ženke svih grupa razlikuju, ženke su veće od mužjaka u mjerama TL, ROL, ARL, ABL, TEL, CPH, ABH, HEW, ROW, ARW, CEW, ABW, TEW, APL i APW, dok su mužjaci veći od ženki u mjerama HEL, CLL, CFL i CLH. Ovim analizama utvrđeno je da se mužjaci i ženke značajno razlikuju u mjerenim morfometrijskim obilježjima te su daljnje analize provedene odvojeno za svaki spol.

4.2. Analiza varijance

Rezultati ANOVA testa pokazali su da postoje značajne razlike u većini mjerenih morfometrijskih karakteristika među populacijama mužjaka i među populacijama ženki. Mužjaci se nisu značajno razlikovali među populacijama samo u 4 mjerene morfometrijske

značajke - CLW, HEW, CPW, ABW (Prilog 10.), dok se ženke nisu značajno razlikovale u samo dvije morfometrijske značajke - ABL, CPH (Prilog 11.) ($p \geq 0.05$).

4.2.1. Post-hoc test

Rezultati post-hoc testa, zasebno za svaki spol, pokazali su u kojim varijablama postoji statistički značajna razlika između mužjaka, odnosno ženki, istraživanih populacija. Rezultati su prikazani u Tablici 4.

Tablica 4. Rezultati post-hoc testa za mužjake i ženke. Rezultati za mužjake prikazani su iznad dijagonale, a za ženke ispod dijagonale.

| Lokaliteti/populacije | 3. maksimirsko jezero | Rakitje 1 | Rakitje 2 | Mrežnica |
|-----------------------|--|--|--|---|
| 3. maksimirsko jezero | X | TL, ROL, HEL, ARL, CFL, CPH, ROW, CGW, CEF | TL, ROL, HEL, ARL, ABH, ROW, CGW, CEW, APL | HEL, ARL, CLL, CFL, CPL, CLH, ABH, ROW, CGW, CEW, TEW, CEF, APW, kut α |
| Rakitje 1 | HEL, ARL, CLL, TEL, CFL, CPL, CLH, CLW, ABH, ROW, CGW, CEW, ABW, CEF, APL | X | CPH | CPH, TEW, APL, APW |
| Rakitje 2 | TL, ROL, HEL, ARL, CLL, TEL, CFL, CPL, CLH, CLW, ABH, ROW, HEW, CGW, ARW, CEW, ABW, CEF, APL, kut α | | X | TEW, APW, APL |
| Mrežnica | TL, HEL, ARL, CLL, TEL, CFL, CPL, CLH, ABH, ROW, CGW, CPW, CEW, ABW, CEF, APL, APW, kut α | CLW, ABW, APW, CPL | CLL, TEL, CLH, CLW, ROW, ABW, TEW, APL, APW, CPL | X |

4.3. Multipla diskriminativna analiza

Budući da su dobivene značajne razlike u mjerenim morfometrijskim karakteristikama između populacija, za mužjake i za ženke, provedena je multipla diskriminativna analiza kako bi se utvrdilo koje morfometrijske karakteristike najviše pridonose razdvajanju mužjaka, odnosno ženki, proučavanih populacija. Diskriminacija između mužjaka je statistički značajna (Wilksova lambda = 0,01366, F = 13,437, p < 0,0001). Wilksova lambda je pokazatelj statističke značajnosti diskriminacijske snage modela i poprima vrijednosti od 1 (nema diskriminacijske snage) do 0 (perfektna diskriminativna snaga). Vrijednosti u 1. stupcu tablice Prilog 12. pokazuju vrijednost Wilksove lambda kada je određena varijabla "ušla" u model. Parcijalna Wilksova lambda, mjera je pojedinačnog doprinosa varijable u diskriminaciji grupa i što je manja njegova vrijednost to je veći pojedinačni doprinos varijable u diskriminaciji. Dakle od 17 diskriminativnih morfometrijskih značajki korištenih u analizi, morfometrijske značajke koje imaju velik pojedinačni doprinos diskriminaciji mužjaka, od najvećeg prema manjem, su : ROW, CLW, TEL, TEW, CPH, ABH, APL, CLH i ARL (Prilog 12.). Diskriminacija između ženki je statistički značajna (Wilksova lambda = 0,01287, F = 21,455, p < 0,0001). Od 16 diskriminativnih morfometrijskih značajki korištenih u analizi, morfometrijske značajke koje imaju velik pojedinačni doprinos diskriminaciji ženki, od najvećeg prema manjem su : ABW, ROW, CEW, CLH, TEL, CLW, ARL, ABH, APW i TL (Prilog 13.).

Diskriminativnom analizom po koracima dobiveni su visoki postoci ispravnih klasifikacija za mužjake i ženke *A. leptodactylus* (Tablica 5. i 6.). Ukupno je točno klasificirano 96,70% mužjaka i 91,06% ženki. Postotak po populaciji kretao se od 87,50% do 100% za mužjake, a od 41,67% do 100% za ženke.

Tablica 5. Postotak ispravno klasificiranih jedinki mužjaka *A. leptodactylus* na temelju funkcija odgovarajućih diskriminativnih analiza

| lokaliteti | % točno klasificiranih | Mrežnica p=,46154 | Rakitje – 1. dio j. p=,08791 | Rakitje – 2. dio j. p=,12088 | 3. maksimirsko j. p=,32967 |
|---------------------|------------------------|----------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| Mrežnica | 97,62 | 41 | 1 | 0 | 0 |
| Rakitje - 1. dio j. | 87,50 | 0 | 7 | 1 | 0 |
| Rakitje - 2. dio j. | 90,91 | 0 | 1 | 10 | 0 |
| 3. maksimirsko j. | 100,00 | 0 | 0 | 0 | 30 |
| ukupno | 96,70 | 41 | 9 | 11 | 30 |

Tablica 6. Postotak ispravno klasificiranih jedinki ženki *A. leptodactylus* na temelju funkcija odgovarajućih diskriminativnih analiza

| lokaliteti | % točno klasificiranih | Mrežnica p=,33333 | Rakitje – 1. dio j. p=,09756 | Rakitje – 2. dio j. p=,30081 | 3. maksimirsko j. p=,26829 |
|---------------------|------------------------|----------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| Mrežnica | 92,68 | 38 | 2 | 1 | 0 |
| Rakitje – 1. dio j. | 41,67 | 1 | 5 | 6 | 0 |
| Rakitje – 2. dio j. | 97,30 | 0 | 1 | 36 | 0 |
| 3. maksimirsko j. | 100,00 | 0 | 0 | 0 | 33 |
| ukupno | 91,06 | 39 | 8 | 43 | 33 |

5.1.1. Kanonička analiza

Izvršena je kanonička diskriminativna analiza na osnovi karakterističnih korjenova. Dobivene su tri diskriminativne funkcije. Test funkcija napravljen je Hi-kvadrat (Chi – square) testom (Tablica 7. i 8.). Prva i druga kanonička diskriminativna funkcija statistički su značajne, dok treća to nije pa se preko nje u ovom radu neće tumačiti rezultati.

Tablica 7. Hi-kvadrat (Chi – square) test sa izvađenim korijenima za mužjake

| Izvađeni korijen | Svojstvena vrijednost | kanonički R | Wilksova Lambda | Hi-kvadrat. | Stup.slob. | p-vrij. |
|------------------|-----------------------|-------------|-----------------|-------------|------------|---------|
| 0 | 16,87 | 0,97 | 0,01 | 341,33 | 51 | ≥ 0,01 |
| 1 | 1,72 | 0,79 | 0,24 | 112,14 | 32 | ≥ 0,01 |
| 2 | 0,51 | 0,58 | 0,66 | 32,72 | 15 | ≥ 0,10 |

Tablica 8. Hi-kvadrat (Chi – square) test sa izvađenim korijenima za ženke

| Izvađeni korijen | Svojstvena vrijednost | kanonički R | Wilksova Lambda | Hi-hvadrat | Stup.slob. | p-vrij. |
|------------------|-----------------------|-------------|-----------------|------------|------------|---------|
| 0 | 16,42 | 0,97 | 0,01 | 487,50 | 48 | ≥ 0,01 |
| 1 | 2,91 | 0,86 | 0,22 | 167,44 | 30 | ≥ 0,01 |
| 2 | 0,14 | 0,35 | 0,88 | 14,75 | 14 | ≥ 0,39 |

Izračunata je struktura diskriminativne funkcije, odnosno standardizirani kanonički koeficijenti, svojstvena vrijednost i objašnjena varijanca za kanoničku diskriminativnu funkciju (Tablica 9. i 10.). Varijable koje najviše pridonose razdvajanju mužjaka u funkciji 1 su: ROW, CLW i TEL. U funkciji 2 to su varijable: APL, CLW i TEW. Varijable koje najviše pridonose

razdvajanju ženki u funkciji 1 su: CLH, ROW i CEW. U funkciji 2 to su varijable: ABW, APL i ROW.

Tablica 9. Standardizirani kanonički koeficijenti za kanoničku diskriminativnu funkciju za mužjake *A. leptodactylus*

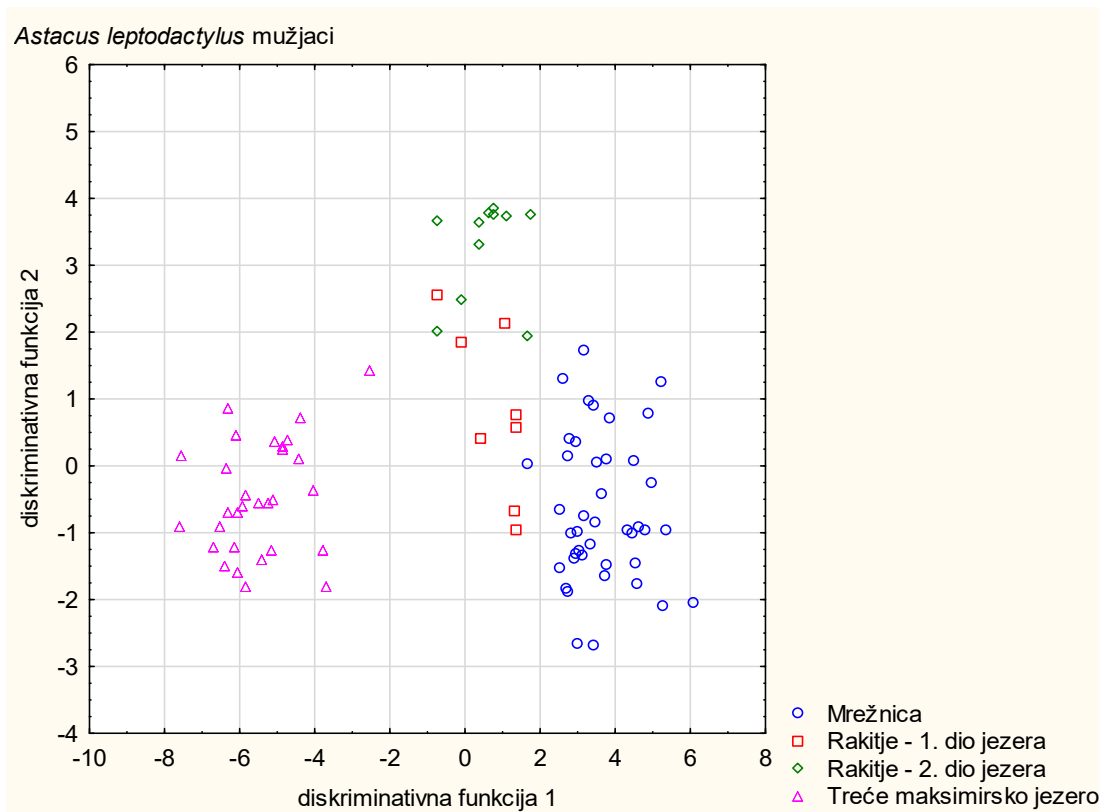
| Morfometrijska značajka | korijen 1 | korijen 2 | korijen 3 |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|
| ABH | -0,45 | -0,46 | 0,21 |
| ROW | 1,28 | -0,66 | -0,48 |
| APW | -0,57 | 0,27 | 0,44 |
| TEW | -0,37 | 0,75 | -0,19 |
| ROL | 0,16 | -0,02 | -0,42 |
| CLH | 0,65 | 0,65 | -0,78 |
| ARL | 0,10 | 0,57 | 0,34 |
| CLW | -1,51 | -0,87 | -1,57 |
| APL | 0,62 | 1,12 | -0,09 |
| CPH | -0,49 | 0,01 | -0,78 |
| CGW | 0,43 | -0,02 | 0,23 |
| CEW | -0,40 | 0,04 | 0,30 |
| TEL | 1,12 | 0,70 | 1,58 |
| CLL | 0,67 | -0,22 | 0,57 |
| CEF | 0,27 | -0,26 | -0,29 |
| ABL | -0,41 | -0,25 | -0,10 |
| CPL | 0,23 | 0,61 | 0,82 |
| Svojtvena vrijednost | 16,87 | 1,72 | 0,51 |
| Objašnjena varijanca | 0,88 | 0,97 | 1,00 |

Tablica 10. Standardizirani kanonički koeficijenti za kanoničku diskriminativnu funkciju za ženke *A.leptodactylus*

| Morfometrijske značajke | korijen 1 | korijen 2 | korijen 3 |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|
| TEL | 0,41 | -0,32 | -0,25 |
| ABW | 0,31 | 0,83 | -0,23 |
| ROW | 0,69 | 0,47 | -0,21 |
| CLL | 0,23 | -0,15 | -0,02 |
| CEW | -0,68 | 0,08 | 0,12 |
| CLW | -0,67 | -0,10 | -0,71 |
| APL | 0,24 | -0,48 | 0,69 |
| CLH | 0,73 | -0,34 | 0,27 |
| ABH | -0,45 | 0,15 | 0,27 |

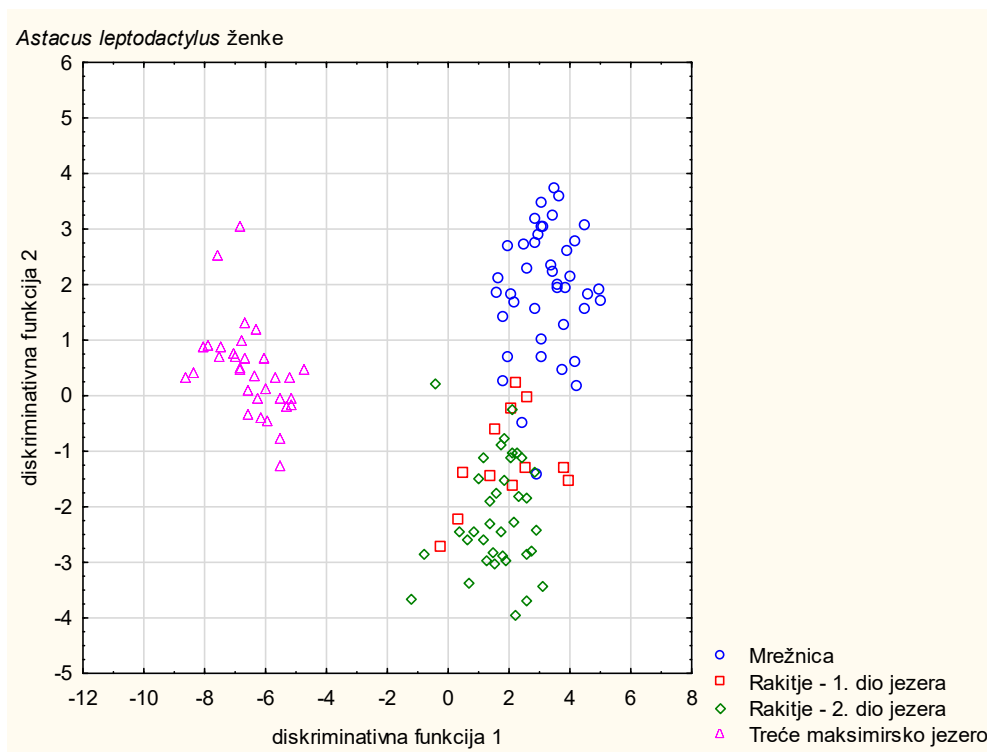
| | | | |
|----------------------|-------|-------|-------|
| ARL | 0,43 | -0,20 | 0,55 |
| TEW | 0,16 | -0,34 | -0,15 |
| APW | -0,39 | 0,01 | -0,55 |
| ARW | -0,04 | -0,11 | 0,57 |
| TL | 0,56 | -0,01 | 0,26 |
| ROL | -0,40 | 0,17 | -0,16 |
| CEF | -0,11 | -0,30 | -0,02 |
| Svojtvena vrijednost | 16,42 | 2,91 | 0,14 |
| Objašnjena varijanca | 0,84 | 0,99 | 1,00 |

Napravljen je grafički prikaz prvih dviju kanoničkih diskriminativnih funkcija za bolju vizualizaciju razdvojenih populacija za mužjake (Slika 9.) i za ženke (Slika 10.) Na grafičkom prikazu kanoničke analize provedene na morfometrijskim značajkama mužjaka rakova vrste *A. leptodactylus*, prva diskriminativna funkcija najviše odvađa mužjake Rakitja (2. dio jezera) od ostalih populacija. Kako je prva diskriminativna funkcija obilježena visokim negativnim opterećenjem za varijablu CLW, a visokim pozitivnim opterećenjem za varijable ROW i TEL, možemo reći da što su manje vrijednosti CLW, mužjaci rakova najvjerojatnije pripadaju populaciji Mrežnice ili Trećeg maksimirskog jezera, a što su veće vrijednosti ROW i TEL, možemo reći da mužjaci rakova najvjerojatnije pripadaju populaciji Rakitje (2. dio jezera). Na isti način možemo objasniti diskriminaciju mužjaka prema drugoj diskriminativnoj funkciji. Druga diskriminativna funkcija najviše odvađa mužjake Trećeg maksimirskog jezera i u nekoj mjeri, mužjake Mrežnice od ostalih populacija. Kako je druga diskriminativna funkcija obilježena visokim negativnim opterećenjem za varijablu CLW, a visokim pozitivnim opterećenjem za varijable APL i TEW, možemo reći da što su manje vrijednosti CLW, mužjaci rakova najvjerojatnije pripadaju populaciji Trećeg maksimirskog jezera, a što su veće vrijednosti APL i TEW, možemo reći da mužjaci rakova najvjerojatnije pripadaju populacijama jezera Rakitje ili Mrežnice.



Slika 9. Kanonički prikaz diskriminativne analize provedene na morfometrijskim značajkama mužjaka rakova vrste *A. leptodactylus*.

Za ženke, kako je vidljivo na grafičkom prikazu diskriminativne analize (Slika 10.) provedene na morfometrijskim značajkama, prva diskriminativna funkcija najviše odvaja ženke populacije Mrežnice. Kako je prva diskriminativna funkcija obilježena visokim negativnim opterećenjem za varijablu CEW, a visokim pozitivnim opterećenjem za varijable ROW i CLH, možemo reći da što su niže vrijednosti CEW, ženke rakova najvjerojatnije pripadaju populacijama jezera Rakitje ili Trećeg maksimirskog jezera, a što su više vrijednosti ROW i CLH, možemo reći da ženke rakova najvjerojatnije pripadaju populaciji Mrežnice. Na isti način možemo objasniti diskriminaciju ženki prema drugoj diskriminativnoj funkciji. Druga diskriminativna funkcija najviše odvaja ženke Trećeg maksimirskog jezera od ostalih populacija. Kako je druga diskriminativna funkcija obilježena relativno visokim negativnim opterećenjem za varijablu APL, a visokim pozitivnim opterećenjem za varijable ROW i ABW, možemo reći da što su manje vrijednosti APL, ženke rakova najvjerojatnije pripadaju populaciji Trećeg maksimirskog jezera, a što su veće vrijednosti ROW i ABW, možemo reći da ženke rakova najvjerojatnije pripadaju populacijama jezera Rakitje ili Mrežnice.



Slika 10. Kanonički prikaz diskriminativne analize provedene na morfometrijskim značajkama ženki rakova vrste *A. leptodactylus*.

5. RASPRAVA

5.1. Općenite karakteristike populacija

Vrsta *A. leptodactylus* – uskoškari rak, vrsta je slatkovodnog raka koja je u sklopu ovog diplomskog rada proučavana na tri lokaliteta; u Trećem maksimirskom jezeru, u rijeci Mrežnici i u jezeru Rakitje. U jezeru Rakitje proučavane su dvije populacije, jedna s prvog, a druga s drugog dijela jezera. Prema očekivanjima, najveći broj ulovljenih jedinki rakova vrste *A. leptodactylus* bio je u rijeci Mrežnici - 83 jedinke, a najmanji u 1. dijelu jezera Rakitje - 20 jedinki. Najveća populacija uskoškariog raka je na lokalitetu Mrežnice, što možemo pripisati dobrim karakteristikama staništa koje pruža raznolikost zaklona i dovoljno resursa te relativnu izoliranost od antropogenih utjecaja za razliku od jezera Rakitje i Trećeg maksimirskog jezera koji su podložni stalnom snažnom antropogenom utjecaju. Naime, nemoguće je pouzdano utvrditi veličine populacija, ali možemo zaključiti, s obzirom na broj ulovljenih jedinki na svim lokalitetima, da su populacije ove vrste relativno brojne na svim istraživanim lokalitetima. Da

bi rezultati bili realniji potrebno je ponoviti istraživanje vjerojatnije kroz duži vremenski period. Također, u obzir treba uzeti da su mužjaci i ženke vrste *A. leptodactylus* najaktivniji u vrijeme parenja kada su u potrazi za partnerom (Souty-Grosset i sur., 2006). Budući da su uzorci za ovo istraživanje skupljeni krajem lipnja, a sezona parenja vrste *A. leptodactylus* odvija se u jesen, od listopada do prosinca, te su tih mjeseci jedinke najaktivnije (Holdich, 2002), vjerojatno je da bi broj ulovljenih jedinki u to vrijeme godine bio još veći. Osim navedenog da ulov može ovisiti o karakteristikama staništa i vremenu uzrokovanja, važno je napomenuti da ulov može ovisiti i o vrsti i dizajnu zamke te mamcu kojeg koristimo (Romaine, 1995).

Ulovljene jedinke vrste *A. leptodactylus* bile su ispod i iznad granica spolne zrelosti. Mužjaci i ženke ove vrste postaju spolno zreli pri 7,5 – 8,5 cm ukupne dužine tijela (Holdich, 2002). Ukupna dužina tijela najmanje ulovljene ženke na lokalitetu rijeke Mrežnice iznosi 61,83 mm, a najmanjeg mužjaka 68,30 mm, što znači da su obje ulovljene jedinke bile ispod granice spolne zrelosti. Ukupna dužina najmanjeg mužjaka na lokalitetu 1. dijela jezera Rakitje je 75,29 mm, a najmanje ženke 69,86 mm, što znači da je ulovljeni mužjak bio spolno zreli dok je ženka bila ispod granice spolne zrelosti. Ukupna dužina najmanjeg mužjaka na lokalitetu 2. dijela jezera Rakitje je 68,00 mm, a najmanje ženke 65,69 mm, što znači da su obje jedinke bile ispod granice spolne zrelosti. Najmanji mužjak ulovljen na lokalitetu Trećeg maksimirskog jezera ukupne je dužine 56,59 mm, a najmanja ženka 46,96 mm, što znači da su obje jedinke bile ispod granice spolne zrelosti. Veličina ulovljenih jedinki vjerojatno ovisi o načinu lova. Po vrijednostima TL jedinki po lokalitetima vidimo da su ipak većinom ulovljene veće životinje, što je bilo očekivano s obzirom da su u istraživanju korištene LiNi vrše (Westman i sur., 1978) koje imaju otvor promjera 6 cm (Hogger, 1988) te su predviđene za lov jedinki većih od 6 cm.

Analizom omjera spolova možemo dobiti dodatne podatke o istraživanim populacijama. Uvidom u omjer spolova možemo odrediti jesu li proučavane populacije stabilne, što je od velike važnosti. Stabilne populacije rakova, prema Maguire (2013), sastoje se od većeg broja manjih uzrasnih kategorija i podjednagog omjera mužjaka i ženki. Općenito, ukupni omjer spolova u populaciji uravnotežen je ukoliko omjer mužjaka naspram ženki iznosi približno 1:1 (Lewis, 2002). Također, omjer spolova u većini prirodnih populacija slatkovodnih rakova je blizu 1:1 (Mason, 1975). Na svim lokalitetima uhvaćen je skoro podjednak broj mužjaka i ženki vrste *A. leptodactylus* uz malu razliku u populaciji drugog dijela jezera Rakitje gdje je uhvaćeno 11 mužjaka i 37 ženki. Moguće promjene omjera mužjaka naspram ženki u ulovu, kako je dosadašnjim istraživanjima utvrđeno, posljedica su različite aktivnosti mužjaka i ženki koje ovise o godišnjem ciklusu. Ustanovljeno je kako su ženke slabije aktivne od jeseni do proljeća

kada nose jaja (Bubb i sur., 2004), dok su oba spola najaktivnija u jesen odnosno u doba parenja i u potrazi za partnerom (Souty-Grosset i sur., 2006). U populacijama Mrežnice, 1. dijela jezera Rakitje i Trećeg maksimirskog jezera ove vrste nije bilo statistički značajne razlike između broja ulovljenih mužjaka i ženki što ukazuje na ujednačen omjer spolova i na stabilnost tih populacija. Populacije vrste *A. leptodactylus* istraživane su krajem lipnja, u razdoblju nakon što su ženke otpustile mlade, odnosno kada su oba spola bila podjednako aktivna, što nam ide u prilog. Otpuštanje juvenilnih, ovisno o temperaturi, odvija se kod vrste *A. leptodactylus* krajem svibnja, iako se može produžiti do kraja lipnja (Holdich, 2002). Na lokalitetu 2. dijela jezera Rakitje zabilježen je neuravnoteženi omjer mužjaka i ženki, u prilog ženkama, što možemo pripisati uvjetima na staništu, vremenu uzrokovanja, kvaliteti vode, dubini vode te načinu postavljanja zamke. Za dobivanje pravog uvida u omjer spolova unutar promatranih populacija bilo bi poželjno pratiti populacije ove vrste barem godinu dana kako bi se prikupili i podaci o njihovom godišnjem ciklusu.

5.2. Morfometrijske značajke

Provedeno je istraživanje morfometrijskih značajki uskoškarih rakova, te je ustanovljeno kako je najdulji ulovljeni mužjak bio dug 137,90 mm (uhvaćen u Trećem maksimirskom jezeru), a najdulja uhvaćena ženka 119,94 mm (uhvaćena u 1. dijelu jezera Rakitje), što odgovara podacima iz literature o rasponu dužine uskoškaraog raka. Jedinke uskoškaraog raka mogu narasti do 30 cm ukupne duljine, ali prosječnih su duljina do 15 cm (Alekhnovich i sur., 1999).

Ovim su istraživanjem zabilježene značajne razlike između spolova u mjerenim morfometrijskim parametrima. Dobiveni rezultati t - testa za morfometrijske značajke mužjaka i ženki rakova vrste *A. leptodactylus*, koji su potvrdili da postoje statistički značajne razlike između spolova, bili su očekivani. Morfometrijske razlike mužjaka i ženki vjerojatno su posljedica alometrijskog rasta koji za posljedicu ima spolni dimorfizam, gdje nakon postizanja spolne zrelosti kliješta mužjaka i abdomen ženki rastu brže od ostalih dijelova tijela (Lowery, 1988; Grandjean i sur., 1997; Streissl i Hödl, 2002; Maguire i Klobučar, 2011). Shodno tome, mužjaci vrste *A. leptodactylus* imali su duža kliješta od ženki svoje vrste, dok su ženke imale duži i širi abdomen. Time smo potvrdili postojanje spolnog dimorfizma kod rakova ove vrste i prvu postavljenu hipotezu postavljenu u poglavlju Ciljevi istraživanja. U prosjeku su ulovljene ženke bile veće u ukupnoj dužini tijela, što nije bilo u skladu s očekivanjima da su mužjaci veći

jer rastom tijela i postizanjem spolne zrelosti spolni dimorfizam u rakova postaje sve izraženiji kao posljedica alometrijskog rasta (Skurdal i Taugbøl, 2002). No, kako su ulovljene i manje jedinke koje još nisu spolno zrele, zabilježeni rezultat možemo pripisati tome. Zato smo sve parametre promatrali zasebno i sve analize provodili posebno za mužjake i za ženke.

Razlike u morfologiji rakova ne moraju biti samo na razini vrste i spola već i između populacija iste vrste na različitim staništima, koje su rezultat prilagodbi na uvjete u okolišu (Souty-Grosset, 2000; Sint i sur., 2006). Uključivanjem velikog broja mjerenih morfometrijskih značajki na velikom uzorku, morfometrijska analiza postala je široko korišten i pouzdan alat u usporedbama populacija i utvrđivanju značajnih razlika između njih (Sint i sur., 2005; Maguire i Dakić, 2011; Mijošek i sur., 2017; Maguire i sur., 2017). Stoga je nakon usporedbe spolova rađena usporedba populacija između istraživanih lokaliteta. Provedena analiza varijanci (ANOVA), odvojeno za mužjake i ženke, pokazala je kako među istraživanim populacijama postoje statistički značajne razlika u većini mjerenih morfometrijskih karakteristika među populacijama mužjaka i među populacijama ženki. Time je dokazana druga hipoteza postavljena u poglavlju Ciljevi istraživanja. Dokazano je da postoje veće razlike između ženki ispitivanih populacija nego između mužjaka, što se ne slaže s prethodnim istraživanjima provedenih od strane Sint i sur. (2005, 2007) u kojima su dobiveni rezultati da se mužjaci razlikuju u više morfometrijskih značajki od ženki. U ovom istraživanju ženke su se značajno razlikovale u 23 morfometrijske značajke od ukupno 25 mjerenih morfometrijskih značajki, dok su se mužjaci razlikovali u 21 morfometrijskoj značajki od mjerenih 25 ukupno. Mužjaci se nisu značajno razlikovali među populacijama samo u 4 mjerene morfometrijske značajke (Prilog 10.), a ženke u samo dvije morfometrijske značajke (Prilog 11.). Najmanje p-vrijednosti u analizi mužjaka dobivene su za 8 morfometrijskih karakteristika: HEL, ARL, CFL, ABH, ROW, CGW, APL i APW; što ih čini statistički najznačajnijima u razlikovanju mužjaka ovih populacija. Najmanje p-vrijednosti u analizi ženki dobivene su za 15 morfometrijskih karakteristika: HEL, ARL, TEL, ABH, ROW, CGW, CEW, ABW, CEF, APL i za sve mjere kliješta; što ih čini statistički najznačajnijima u razlikovanju ženki ovih populacija. Uz ANOVU proveden je post-hoc test, zasebno za svaki spol, koji je pokazao u kojim se morfometrijskim značajkama koja populacija razlikuje od koje. Među populacijama ženki, populacije koje se razlikuju u najvećem broju mjerenih morfometrijskih značajki su Treće maksimirsko jezero i 2. dio jezera Rakitje, u 20 morfometrijskih značajki. Između populacija ženki 1. i 2. dijela jezera Rakitje nije bilo razlika u mjerenim morfometrijskim značajkama. Među populacijama mužjaka, populacije koje se razlikuju u najvećem broju mjerenih morfometrijskih značajki su

rijeka Mrežnica i Treće maksimirsko jezero. Najmanja razlika u broju mjerenih morfometrijskih značajki među populacijama ženki je između 1. i 2. dijela jezera Rakitje, u samo jednoj značajki – CPH. Naposljetku, multiplom diskriminativnom analizom utvrdili smo koje morfometrijske značajke najviše pridonose razdvajanju mužjaka (Prilog 12.), odnosno ženki (Prilog 13.), proučavanih populacija. Također, grafičkim prikazom kanoničke diskriminativne analize vidljivo je da se u slučaju oba spola, populacija Trećeg maksimirskog jezera najviše izdvaja, Mrežnica nešto manje, a između populacija 1. i 2. dijela jezera ima najvećeg preklapanja. Dakle, potvrđena je treća hipoteza, postavljena u poglavlju Ciljevi istraživanja, da je intraspecijska divergencija među različitim populacijama vidljiva i u morfometrijskim značajkama. Rezultati ovog istraživanja pokazali su da razlike u morfometrijskim karakteristikama između populacija, jednako za mužjake i za ženke, reflektiraju geografsku udaljenost, što je slično rezultatima koje su dobili Sint i sur. (2005). Diskriminativna analiza je pokazala dobru razdvojenost između geografski udaljenijih populacija Mrežnice i Trećeg maksimirskog jezera i slabu diskriminaciju između geografski jako bliskih populacija 1. dijela jezera Rakitje i 2. dijela jezera Rakitje.

Dobiveni su visoki postoci točno klasificiranih jedinki te su viši postoci dobiveni za točno klasificirane mužjake, što opet odstupa od rezultata istraživanja provedenog od strane Sint i sur. (2005) gdje su dobiveni viši postoci točno klasificiranih ženki naspram mužjaka. Usporedbom postotaka točno klasificiranih jedinki po lokalitetima s geografskim razdvajanjem, vidljivo je da su skupine s većom geografskom udaljenosti, Mrežnica i Treće maksimirsko jezero, pokazivale veće postotke ispravne klasifikacije. Zabilježene razlike u morfometrijskim značajkama mogu biti posljedicom razlika u genomu. Genetska istraživanja provedena na populacijama slatkovodnih rakova podrijetlom iz geografski različitih lokacija pokazuju korelaciju između matrica zemljopisne i genetske udaljenosti (Gouin i sur., 2001; Schulz i sur., 2004). Isto tako, prethodna molekularno-filogenetska istraživanja pokazala su da unutar vrste *A. leptodactylus* postoje dvije jasno odvojene linije, jedna koja je prisutna u azijskom dijelu areala i druga koja je zabilježena u Europi (Maguire i sur., 2014). Nadalje, preliminarna molekularna analiza uzoraka uskoškarih rakova iz Trećeg maksimirskog jezera (Maguire i sur., 2017, neobjavljeni podaci) pokazuje njihovu filogenetsku povezanost s azijskom linijom, što govori u prilog pretpostavke o namjernom unosu rakova ove vrste iz neke „azijske populacije“. Vrlo vjerojatno se radi o unosu rakova pribavljenih s tržnice u nedavnoj prošlosti kada je bilo moguće uvesti rakove iz uzgoja (Armenija) zbog prodaje u konzumne svrhe (Maguire, 2017, neobjavljeni podaci). Stoga možemo pretpostaviti da su dobiveni rezultati (značajna razlika u morfometrijskim značajkama mužjaka i ženki Trećeg maksimirskog jezera od ostalih

populacija) posljedica razlike u njihovom genomu. No, varijacije u morfometriji između različitih populacija iste vrste mogu biti i posljedica smanjene genetske varijabilnosti unutar populacije uzrokovane događajima kao što je efekt uskog grla koji nastaje zbog fragmentacije staništa, bolesti ili zagađenja (Saccheri, Nichols & Brakefield, 2006). Isto tako, budući da su sva četiri staništa svih četiriju lokaliteta različita, može se pretpostaviti da su morfometrijske razlike zabilježene među populacijama mogle nastati i zbog prilagodbe rakova specifičnim lokalnim stanišnim i ekološkim uvjetima, kao što je nedavno utvrđeno u istraživanjima Mijošek i sur. (2017). Da bi se u potpunosti rasvijetlio uzrok zabilježenih morfometrijskih razlika, potrebno je provesti daljnja istraživanja i analize s mjerenim morfometrijskim obilježjima u kombinaciji s molekulskim markerima četiriju ispitivanih populacija.

6. ZAKLJUČAK

Ovim istraživanjem utvrdili smo da tri od četiri istraživane populacije imaju relativno ujednačen omjer spolova koji se približava vrijednosti 1:1, što ukazuje na to da su populacije uskoškarih rakova rijeke Mrežnice, 1. dijela jezera Rakitje i Trećeg maksimirskog jezera stabilne populacije. Samo kod 2. dijela jezera Rakitje zabilježena je statistički značajna razlika u brojnosti mužjaka i ženki *A. leptodactylus*.

Statističkom analizom morfometrijskih značajki utvrđeno je da postoje značajne razlike između spolova, čime smo potvrdili postojanje spolnog dimorfizma kod uskoškarih rakova.

Potvrđeno je kako među istraživanim populacijama postoje statistički značajne razlike u većini mjerenih morfometrijskih karakteristika među populacijama mužjaka i među populacijama ženki.

Također, potvrdili smo molekularno - filogenetska istraživanja da u morfometrijskim značajkama rakova *A. leptodactylus* postoji intraspecijska divergencija među različitim populacijama.

Razlike u morfometrijskim značajkama između populacijama uskoškarih rakova najvjerojatnije su posljedica kombinacije genetičkih i okolišnih mehanizama.

Ovim radom potvrđeno je da su morfometrijske analize kombinirane s multivarijantnim statističkim metodama korisne u razlikovanju i razdvajanju populacija rakova, čak i na malim geografskim mjerilima, kao što je područje sjeverozapadne Hrvatske.

7. LITERATURA

1. Alekhnovich A., Kulesh V., Ablov S. (1999): Growth and size structure of narrow-clawed crayfish *Astacus leptodactylus* Esch. in its eastern area. *Freshwater Crayfish*, 12:550–554.
2. Brusca, R.C., Brusca, G. J. (2003): *Invertebrates*. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts
3. Bubb D. H., Thom T. J., Lucas M. C. (2006): Movement, dispersal and refuge use of co-occurring introduced and native crayfish. *Freshwater Biology*, 51: 1359-1368.
4. Chambers, C.L., Payne, J.F., Kennedy, M.L. (1979): Geographic variation in the dwarf crayfish, *Cambarellus puer* Hobbs (Decapoda: Cambaridae). *Crustaceana* 36, 39–55.
5. Crandall, K.A., Buhay, J.E. (2008): Global diversity of crayfish (Astacidae, Cambaridae and Parastacidae – Decapoda) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595, 295-301.
6. Crandall K.A., Harris D.J., Fetzner J.W., (2000): The monophyletic origin of freshwater crayfish estimated from nuclear and mitochondrial DNA sequences. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B*, 267, 1679-1686.
7. Cukerzis J. (1988): *Astacus astacus* in Europe. U: D.M. Holdich i R.S. Lowery (eds) *Freshwater crayfish: biology, managment and exploitation*: 309-340 pp. London: Croom Helm (Chapman i Hall)
8. Gouin, N., Grandjean, F., Bouchon, D., Reynolds, J.D., Souty-Grosset, C. (2001): Population genetic structure of the endangered freshwater crayfish *Austropotamobius pallipes*, assessed using RAPD markers. *Heredity* 87, 80–87.
9. Grandjean F., Romain D., Avila-Zarza C., Bramard M., Souty-Grosset C., Mocquard J.P. (1997): Morphometry, sexual dimorphism and size at maturity of the white-clawed crayfish *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet) from a wild French population at Deux-S`evres (Decapoda: Astacidea). *Crustaceana* 70 (1): 31–44.

10. Hogger, J. B. (1988): Ecology, population biology and behaviour. U: Holdich D. M. i Lowery R. S. (ur.) *Freshwater crayfish: Biology, Management and Exploitation*. The University Press, Cambridge, 114–144.
11. Holdich, D.M., Lowery, R.S. (1988): *Freshwater crayfish - biology, management and exploitation*. University Press, Cambridge, 498
12. Holdich, D.M. (2002): *Biology of Freshwater Crayfish*. Blackwell Science, Oxford, 720.
13. Holdich D. M., Reynolds J. D., Souty-Grosset C., Sibley P. J. (2009): A review of the ever increasing threat to European crayfish from non-indigenous crayfish species. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 394-395, art. no. 11.
14. Hudina, S., Hock, K., Radović, A., Klobučar, G., Petković, J., Jelić, M., Maguire, I. (2016): Species-specific differences in dynamics of agonistic interactions may contribute to the competitive advantage of the invasive signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) over the native narrow-clawed crayfish (*Astacus leptodactylus*). *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, 49 (3), 147-157.
15. International Union for Conservation of Nature. Red List of Threatened Species. <http://www.iucnredlist.org/details/153745/0>, pristupljeno: 10. svibnja 2017.
16. Kouba, A., Petrusek, A., Kozák, P. (2014): Continental-wide distribution of crayfish species in Europe: update and maps, *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 401, 31.
17. Lewis, S. (2002): *Pacifastacus*. U: Holdich, D. (ur.) *Biology of Freshwater Crayfish*, Blackwell Science, London, str. 511-534.
18. Longshaw, M., Stebbing, P. (2016): *Biology and Ecology of crayfish*, CRC Press

19. Lowery, R. S. (1988): Growth, moulting and reproduction. U: Holdich D. M. i Lowery R. S. (ur.) *Freshwater Crayfish: Biology, Management and Exploitation*. Croom Helm, London, 83113.
20. Maguire, I. (2002): Porodica Astacidae u sjeverozapadnoj Hrvatskoj, 1-128
21. Maguire, I. (2013): Plemeniti ili riječni rak (*Astacus astacus*). Nacionalni programi za praćenje stanja očuvanosti vrsta u Hrvatskoj, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb, 22.
22. Maguire, I., Dakić, L. (2011) Comparative analyses of *Astacus leptodactylus* morphological characteristics from Croatia and Armenia. *Biologia* 66 (3), 491-498.
23. Maguire, I., Gottstein-Matočec, S. (2004): The distribution pattern of freshwater crayfish in Croatia. *Crustaceana*, 77 (1), 25-49.
24. Maguire, I., Jelić, M., Klobučar, G. (2011): Update on the distribution of freshwater crayfish in Croatia. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 401, 31-41.
25. Maguire I, Marn N, Klobučar G. (2017): Morphological evidence for hidden diversity in the threatened stone crayfish *Austropotamobius torrentium* (Schrank, 1803) (Decapoda: Astacoidea: Astacidae) in Croatia. *Journal of Crustacean Biology* 37(1): 7-15.
26. 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 (2): 117-123.
27. Maguire, I. (2010): Slatkovodni rakovi, Priručnik za inventarizaciju i praćenje stanja. Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb, 44.

28. Mijošek T, Jelić M, Mijošek V, Maguire I (2017): Molecular and morphometric characterisation of the invasive signal crayfish populations in Croatia. *Limnologia* 63: 107-118.
29. Mason, J.C. (1975): Crayfish production in a small woodland stream. *Freshwater crayfish*, 2: 449-479.
30. Romaine, R.P. (1995): Harvesting methods and strategies used commercial procambarid crawfish aquaculture. *Journal of Shellfish Research*, 14: 545-551.
31. Saccheri, I.J., Nichols, R.A., Brakefield, P.M. (2006): Morphological differentiation following experimental bottlenecks in the butterfly *Bicyclus anynana* (Nymphalidae). *Biol. J. Linn. Soc.* 89, 107–115.
32. Samardžić M, Lucić A, Maguire I, Hudina S. (2014): The First Record of the Marbled Crayfish (*Procambarus fallax* (Hagen, 1870) f. *virginalis*) in Croatia. *Crayfish News* 36, 4: 4-4.
33. Schulz, R., Schulz, H.K. (2004): Threats to indigenous crayfish populations – studies on a landscape level. In *European native crayfish with a special focus on *Astacus astacus*: linking socioeconomics and conservation*, CRAYNET, Vol 2. Taugbol, T. and Souty-Grosset, C. (Eds). *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 372–373, 449–456.
34. Sint, D., Dalla Via, J. & Füreder, L. (2005): Morphological variations in *Astacus astacus* L. and *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet) populations. In: *European native crayfish in relation to land-use and habitat deterioration with a special focus on *Austropotamobius torrentium**, CRAYNET, Vol 4. Füreder, L. and Souty Grosset, C. (Eds). *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 376–377, 637–652.
35. Sint D., Dalla Via J., Füreder L. (2006): The genus *Austropotamobius* in the Ausserfern region (Tyrol, Austria) with an overlap in the distribution of *A. torrentium* and *A. pallipes* populations. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 380 – 381:1029–1040.

36. Sint D., Dalla Via J., Füreder L. (2007): Phenotypical characterization of indigenous freshwater crayfish populations. *J.Zool.* 273: 210–219.
37. Skurdal, J., Taugbøl, T. (2002): *Astacus*. U: Holdich, D.M. (ur.) *Biology of freshwater crayfish*. Blackwell Science, Oxford, 467-510.
38. Souty-Grosset C., Holdich D.M., Noel P. Y., Reynolds J.D., Haffner P. (2006): *Atlas of crayfish in Europe*, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris
39. Streissl, F., Hödl, W. (2002): Growth, morphometrics, size at maturity, sexual dimorphism and condition index of *Austropotamobius torrentium* Schrank. *Hydrobiologia*, 477, 201-208.
40. Westman K. (1991) The crayfish fishery in Finland - its past, present and future. *Finnish Fisheries Research* 12: 187-216.
41. Westman, K., Pursiainen, M., Vilkmann, R. (1978): A new folding trap model which prevents crayfish from escaping. *Freshwater Crayfish*, 4, 235–242.

8. PRILOZI:

1. Srednje vrijednosti, minimuma, maksimuma i standardnih devijacija morfometrijskih značajki vrste *Astacus leptodactylus* za lokalitet Mrežnica
2. Srednje vrijednosti, minimuma, maksimuma i standardnih devijacija morfometrijskih značajki vrste *Astacus leptodactylus* za lokalitet Rakitje - 1. dio jezera
3. Srednje vrijednosti, minimuma, maksimuma i standardnih devijacija morfometrijskih značajki vrste *Astacus leptodactylus* za lokalitet Rakitje - 2. dio jezera
4. Srednje vrijednosti, minimuma, maksimuma i standardnih devijacija morfometrijskih značajki vrste *Astacus leptodactylus* za lokalitet Treće maksimirsko jezero
5. Rezultati t-testa za sve lokalitete zajedno - crveno su označeni podaci koji se razlikuju.
6. Rezultati t-testa za populaciju rijeke Mrežnice - crveno su označeni podaci koji se razlikuju.
7. Rezultati t-testa za populaciju jezera Rakitje (1. dio jezera) - crveno su označeni podaci koji se razlikuju.
8. Rezultati t-testa za populaciju jezera Rakitje (2. dio jezera) - crveno su označeni podaci koji se razlikuju.
9. Rezultati t-testa za populaciju Trećeg maksimirskog jezera - crveno su označeni podaci koji se razlikuju
10. Analiza varijance za mužjake; mjerene morfometrijske značajke koje se značajno razlikuju označene su crvenom bojom ($p < 0,05$).
11. Analiza varijance za ženke; mjerene morfometrijske značajke koje se značajno razlikuju označene su crvenom bojom ($p < 0,05$).

12. Rezultati diskriminativne analize za mušjake

13. Rezultati diskriminativne analize za ženke

Prilog 1. Srednje vrijednosti, minimuma, maksimuma i standardnih devijacija morfolometrijskih značajki vrste *Astacus leptodactylus* za lokalitet Mrežnica

| spol | Mužjaci (42 jedinke) | | | | Ženke (41 jedinka) | | | |
|--------------|----------------------|-------|--------|-------|--------------------|-------|--------|------|
| | SV | Min. | Max. | SD | SV | Min. | Max. | SD |
| TL | 103,31 | 68,30 | 127,32 | 13,64 | 95,59 | 61,83 | 117,36 | 9,10 |
| ROL | 14,83 | 7,78 | 20,41 | 2,37 | 13,56 | 9,69 | 17,01 | 1,51 |
| HEL | 19,57 | 13,13 | 26,04 | 3,45 | 16,14 | 10,87 | 21,17 | 2,22 |
| ARL | 17,76 | 13,13 | 25,29 | 2,61 | 15,40 | 9,92 | 19,08 | 1,66 |
| ABL | 32,67 | 20,37 | 51,18 | 6,99 | 34,58 | 21,18 | 47,99 | 5,78 |
| TEL | 14,79 | 10,64 | 33,21 | 3,45 | 13,84 | 9,78 | 18,15 | 1,65 |
| CLL | 44,24 | 20,11 | 71,63 | 12,49 | 29,77 | 18,60 | 39,63 | 4,21 |
| CFL | 27,33 | 9,68 | 45,82 | 8,53 | 18,15 | 10,96 | 24,63 | 2,89 |
| CPL | 14,09 | 4,83 | 22,36 | 3,74 | 10,37 | 6,73 | 14,14 | 1,49 |
| CLH | 10,23 | 4,25 | 21,48 | 4,80 | 5,89 | 3,36 | 13,66 | 2,16 |
| CLW | 11,42 | 5,35 | 34,33 | 5,12 | 10,17 | 5,36 | 14,97 | 1,94 |
| CPH | 23,97 | 17,11 | 31,88 | 3,59 | 20,92 | 13,32 | 27,08 | 2,50 |
| ABH | 12,93 | 9,58 | 17,24 | 1,78 | 12,14 | 7,52 | 19,59 | 1,98 |
| HEW | 15,71 | 12,22 | 20,50 | 2,20 | 13,72 | 9,55 | 17,32 | 1,68 |
| ROW | 8,47 | 5,73 | 12,68 | 1,52 | 8,54 | 6,05 | 10,04 | 0,99 |
| CGW | 21,88 | 15,9 | 28,16 | 3,23 | 18,44 | 12,70 | 24,75 | 2,34 |
| CPW | 27,57 | 19,71 | 36,31 | 4,24 | 23,77 | 15,35 | 30,94 | 2,80 |
| ARW | 6,31 | 3,17 | 9,72 | 1,36 | 5,59 | 4,01 | 7,88 | 0,81 |
| CEW | 19,65 | 13,55 | 29,68 | 3,65 | 17,27 | 11,02 | 25,39 | 2,41 |
| ABW | 22,39 | 15,28 | 34,07 | 3,71 | 25,77 | 14,12 | 33,54 | 3,57 |
| TEW | 12,23 | 9,15 | 16,43 | 1,57 | 11,50 | 7,71 | 14,85 | 1,46 |
| CEF | 43,30 | 31,85 | 54,99 | 6,03 | 36,76 | 24,91 | 46,24 | 4,18 |
| APL | 7,25 | 5,46 | 9,31 | 1,13 | 7,07 | 4,45 | 9,42 | 1,11 |
| APW | 2,09 | 0,46 | 4,18 | 0,88 | 2,11 | 0,66 | 3,48 | 0,74 |
| Kut α | 1,57 | 1,39 | 1,77 | 0,08 | 1,55 | 1,43 | 1,66 | 0,05 |

Prilog 2. Srednje vrijednosti, minimuma, maksimuma i standardnih devijacija morfolometrijskih značajki vrste *Astacus leptodactylus* za lokalitet Rakitje - 1. dio jezera

| spol | Mužjaci (8 jedinki) | | | | Ženke (12 jedinki) | | | |
|------|---------------------|-------|--------|-------|--------------------|-------|--------|-------|
| | SV | Min. | Max. | SD | SV | Min. | Max. | SD |
| TL | 89,28 | 75,29 | 114,49 | 16,13 | 93,44 | 69,86 | 119,94 | 16,30 |
| ROL | 13,50 | 10,82 | 16,77 | 1,98 | 13,06 | 9,83 | 17,77 | 2,69 |
| HEL | 16,24 | 13,06 | 22,12 | 3,73 | 15,96 | 11,97 | 21,27 | 2,10 |
| ARL | 14,60 | 11,94 | 18,21 | 2,54 | 15,38 | 11,50 | 21,17 | 3,17 |
| ABL | 31,60 | 26,19 | 40,24 | 5,36 | 33,79 | 25,95 | 41,15 | 5,04 |
| TEL | 12,62 | 9,85 | 16,04 | 2,30 | 14,26 | 10,45 | 19,70 | 2,82 |
| CLL | 35,44 | 25,76 | 50,51 | 9,48 | 33,47 | 22,37 | 46,42 | 8,29 |
| CFL | 22,36 | 15,48 | 34,51 | 7,47 | 19,75 | 13,11 | 27,08 | 5,07 |
| CPL | 12,53 | 9,66 | 18,83 | 3,14 | 12,05 | 8,75 | 16,40 | 2,54 |
| CLH | 7,08 | 5,3 | 11,49 | 2,02 | 6,62 | 4,87 | 8,79 | 1,39 |
| CLW | 13,12 | 9,96 | 20,40 | 3,52 | 13,02 | 9,51 | 17,01 | 2,71 |
| CPH | 21,41 | 17,13 | 29,45 | 5,07 | 21,56 | 16,02 | 26,94 | 4,12 |
| ABH | 11,80 | 9,53 | 15,58 | 2,29 | 11,93 | 8,54 | 15,02 | 2,09 |
| HEW | 13,37 | 11,01 | 17,31 | 2,56 | 13,74 | 10,38 | 17,38 | 2,51 |
| ROW | 7,55 | 5,77 | 10,92 | 2,15 | 7,86 | 5,23 | 10,76 | 1,85 |
| CGW | 18,02 | 14,06 | 24,87 | 4,40 | 18,12 | 13,67 | 22,41 | 3,10 |
| CPW | 22,50 | 18,34 | 30,16 | 4,75 | 23,06 | 17,67 | 29,75 | 4,04 |

| | | | | | | | | |
|--------------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|
| ARW | 5,29 | 4,08 | 8,22 | 1,36 | 5,25 | 3,33 | 6,82 | 1,22 |
| CEW | 16,46 | 13,88 | 20,90 | 2,92 | 17,11 | 13,43 | 22,04 | 2,84 |
| ABW | 19,42 | 15,96 | 26,58 | 4,14 | 23,15 | 16,08 | 30,17 | 4,94 |
| TEW | 11,05 | 9,05 | 14,69 | 2,26 | 11,80 | 9,07 | 14,77 | 2,13 |
| CEF | 37,22 | 29,09 | 49,9 | 7,83 | 36,77 | 27,00 | 47,57 | 6,83 |
| APL | 7,28 | 6,20 | 8,39 | 0,88 | 7,43 | 5,37 | 9,78 | 1,38 |
| APW | 2,28 | 1,89 | 3,08 | 0,40 | 2,73 | 1,74 | 3,45 | 0,57 |
| Kut α | 1,60 | 1,54 | 1,66 | 0,04 | 1,59 | 1,46 | 1,66 | 0,05 |

Prilog 3. Srednje vrijednosti, minimuma, maksimuma i standardnih devijacija morfolometrijskih značajki vrste *Astacus leptodactylus* za lokalitet Rakitje - 2. dio jezera

| spol morfolometrijske značajke | Mužjaci (11 jedinki) | | | | Ženke (37 jedinki) | | | |
|-----------------------------------|----------------------|-------|-------|------|--------------------|-------|--------|-------|
| | SV | Min. | Max. | SD | SV | Min. | Max. | SD |
| TL | 78,77 | 68,00 | 96,09 | 8,59 | 84,33 | 65,69 | 110,46 | 12,11 |
| ROL | 11,91 | 9,34 | 14,21 | 1,54 | 12,27 | 9,59 | 16,03 | 1,80 |
| HEL | 13,85 | 12,72 | 17,42 | 1,55 | 14,12 | 9,97 | 19,15 | 2,29 |
| ARL | 13,47 | 11,17 | 17,88 | 1,97 | 13,94 | 11,05 | 18,59 | 2,16 |
| ABL | 27,55 | 21,72 | 32,12 | 3,04 | 30,81 | 23,72 | 42,01 | 4,42 |
| TEL | 11,88 | 10,23 | 14,90 | 1,68 | 12,89 | 9,34 | 16,85 | 2,21 |
| CLL | 29,46 | 23,93 | 47,21 | 6,63 | 29,10 | 20,41 | 43,93 | 6,16 |
| CFL | 17,78 | 13,88 | 29,26 | 4,31 | 17,52 | 12,41 | 26,67 | 3,81 |
| CPL | 11,03 | 8,44 | 15,43 | 1,88 | 10,76 | 7,36 | 15,14 | 2,01 |
| CLH | 5,85 | 4,06 | 8,27 | 1,16 | 5,96 | 4,00 | 9,60 | 1,20 |
| CLW | 10,84 | 9,06 | 15,14 | 1,72 | 11,32 | 7,76 | 16,59 | 2,23 |
| CPH | 17,85 | 14,46 | 22,13 | 2,36 | 18,92 | 6,73 | 24,45 | 3,51 |
| ABH | 9,66 | 6,85 | 12,41 | 1,46 | 10,85 | 7,63 | 13,40 | 1,57 |
| HEW | 11,82 | 10,26 | 14,78 | 1,49 | 12,46 | 9,70 | 16,35 | 1,83 |
| ROW | 5,92 | 4,59 | 7,78 | 0,87 | 6,78 | 5,15 | 8,60 | 0,90 |
| CGW | 15,47 | 13,19 | 19,70 | 1,89 | 16,41 | 12,76 | 22,07 | 2,34 |
| CPW | 19,47 | 15,61 | 24,32 | 2,64 | 20,66 | 16,25 | 26,83 | 3,13 |
| ARW | 4,61 | 3,52 | 5,72 | 0,62 | 5,25 | 4,10 | 7,44 | 0,77 |
| CEW | 14,58 | 11,64 | 17,08 | 1,65 | 15,58 | 12,61 | 20,11 | 2,22 |
| ABW | 16,60 | 13,73 | 20,55 | 1,83 | 19,79 | 15,45 | 26,28 | 3,55 |
| TEW | 9,80 | 8,71 | 11,86 | 1,06 | 10,68 | 8,62 | 14,37 | 1,64 |
| CEF | 31,10 | 26,93 | 38,42 | 3,78 | 32,93 | 25,45 | 43,81 | 4,94 |
| APL | 7,16 | 5,61 | 8,69 | 0,94 | 7,19 | 5,66 | 9,50 | 0,97 |
| APW | 2,37 | 2,02 | 2,82 | 0,26 | 2,41 | 1,46 | 3,53 | 0,50 |
| Kut α | 1,63 | 1,58 | 1,78 | 0,06 | 1,60 | 1,42 | 1,74 | 0,06 |

Prilog 4. Srednje vrijednosti, minimuma, maksimuma i standardnih devijacija morfolometrijskih značajki vrste *Astacus leptodactylus* za lokalitet Treće maksimirsko jezero

| spol morfolometrijske značajke | Mužjaci (30 jedinki) | | | | Ženke (33 jedinke) | | | |
|-----------------------------------|----------------------|-------|--------|-------|--------------------|-------|--------|---------|
| | SV | Min. | Max. | SD | SV | Min. | Max. | St.dev. |
| TL | 84,09 | 56,59 | 137,90 | 17,45 | 78,73 | 46,96 | 102,22 | 12,51 |
| ROL | 12,09 | 7,03 | 22,53 | 2,95 | 11,53 | 7,43 | 15,19 | 1,75 |
| HEL | 17,28 | 11,47 | 28,96 | 3,81 | 15,61 | 9,33 | 20,36 | 2,54 |
| ARL | 13,90 | 9,39 | 22,55 | 3,11 | 12,55 | 7,53 | 16,30 | 1,97 |
| ABL | 30,65 | 20,69 | 48,33 | 6,28 | 29,60 | 16,44 | 37,68 | 4,99 |
| TEL | 11,27 | 7,56 | 18,05 | 2,33 | 10,57 | 6,20 | 13,68 | 1,81 |
| CLL | 29,31 | 16,23 | 81,13 | 12,65 | 21,74 | 11,65 | 29,27 | 4,08 |
| CFL | 16,63 | 9,21 | 36,29 | 6,45 | 12,94 | 6,72 | 18,15 | 2,82 |
| CPL | 10,61 | 4,24 | 27,16 | 4,45 | 8,29 | 4,95 | 10,60 | 1,51 |
| CLH | 6,03 | 3,33 | 12,90 | 2,07 | 4,77 | 2,72 | 6,61 | 0,91 |
| CLW | 11,35 | 5,02 | 27,70 | 4,38 | 9,44 | 5,41 | 12,54 | 1,70 |
| CPH | 20,39 | 13,10 | 33,83 | 4,57 | 18,43 | 11,41 | 23,77 | 2,75 |
| ABH | 13,26 | 8,47 | 22,62 | 3,18 | 12,80 | 6,59 | 16,23 | 2,52 |
| HEW | 12,95 | 8,21 | 22,65 | 2,98 | 11,88 | 7,41 | 15,53 | 1,80 |
| ROW | 5,30 | 3,75 | 9,59 | 1,16 | 4,90 | 3,10 | 6,51 | 0,76 |
| CGW | 16,72 | 10,78 | 27,16 | 3,59 | 15,38 | 9,39 | 20,32 | 2,39 |
| CPW | 22,45 | 10,08 | 39,97 | 5,86 | 20,17 | 12,13 | 26,62 | 3,44 |
| ARW | 4,79 | 2,85 | 7,80 | 1,10 | 4,59 | 2,00 | 6,30 | 0,86 |
| CEW | 18,13 | 12,22 | 27,63 | 3,56 | 17,12 | 10,01 | 22,53 | 2,73 |
| ABW | 19,01 | 12,58 | 30,43 | 3,98 | 18,50 | 10,22 | 25,52 | 3,27 |
| TEW | 10,86 | 7,38 | 17,35 | 2,23 | 10,44 | 6,22 | 14,68 | 1,84 |
| CEF | 34,40 | 22,10 | 58,42 | 7,68 | 31,26 | 18,42 | 40,68 | 4,85 |
| APL | 5,18 | 3,54 | 8,47 | 1,20 | 5,06 | 3,08 | 6,48 | 0,93 |
| APW | 2,58 | 1,48 | 4,54 | 0,67 | 2,41 | 1,72 | 3,36 | 0,42 |
| Kut α | 1,65 | 1,50 | 2,40 | 0,15 | 1,66 | 1,52 | 2,21 | 0,11 |

Prilog 5. Rezultati t-testa za sve lokalitete zajedno - crveno su označeni podaci koji se razlikuju.

| značajke | SV (m) | SV (f) | t | SS | p | v. N (m) | v. N (f) | SD (m) | SD (f) | F (odnos var.) | p var. |
|----------|----------|----------|---------|-----|----------|----------|----------|----------|----------|----------------|----------|
| TL | 2,779376 | 2,941605 | -4,5284 | 212 | 0,000010 | 91 | 123 | 0,154048 | 0,314868 | 4,177760 | 0,000000 |
| ROL | 0,403820 | 0,424397 | -2,9461 | 212 | 0,003578 | 91 | 123 | 0,045483 | 0,053921 | 1,405440 | 0,089244 |
| HEL | 0,531641 | 0,519997 | 3,2291 | 212 | 0,001439 | 91 | 123 | 0,026408 | 0,025834 | 1,044952 | 0,815475 |
| ARL | 0,468359 | 0,480003 | -3,2291 | 212 | 0,001439 | 91 | 123 | 0,026408 | 0,025834 | 1,044952 | 0,815475 |
| ABL | 0,948610 | 1,088604 | -7,0747 | 212 | 0,000000 | 91 | 123 | 0,155645 | 0,133107 | 1,367314 | 0,107945 |
| TEL | 0,393589 | 0,429554 | -4,2515 | 212 | 0,000032 | 91 | 123 | 0,080785 | 0,041109 | 3,861807 | 0,000000 |
| CLL | 1,031143 | 0,916963 | 3,3976 | 212 | 0,000812 | 91 | 123 | 0,298560 | 0,192071 | 2,416233 | 0,000006 |
| CFL | 0,612296 | 0,551542 | 2,5989 | 212 | 0,010008 | 91 | 123 | 0,217497 | 0,121532 | 3,202773 | 0,000000 |
| CPL | 0,351873 | 0,336760 | 1,3617 | 212 | 0,174741 | 91 | 123 | 0,098653 | 0,063375 | 2,423172 | 0,000006 |
| CLH | 0,224237 | 0,188382 | 3,7669 | 212 | 0,000214 | 91 | 123 | 0,093180 | 0,042768 | 4,746911 | 0,000000 |
| CLW | 0,331046 | 0,354188 | -1,6084 | 212 | 0,109246 | 91 | 123 | 0,137199 | 0,070224 | 3,817114 | 0,000000 |
| CPH | 0,651993 | 0,667071 | -2,6722 | 212 | 0,008120 | 91 | 123 | 0,030071 | 0,047185 | 2,462204 | 0,000011 |
| ABH | 0,377705 | 0,403644 | -3,9970 | 212 | 0,000089 | 91 | 123 | 0,050017 | 0,044525 | 1,261891 | 0,231530 |
| HEW | 0,422476 | 0,435346 | -3,9088 | 212 | 0,000125 | 91 | 123 | 0,026816 | 0,021327 | 1,581003 | 0,018663 |

| | | | | | | | | | | | |
|--------------|----------|----------|----------|-----|----------|----|-----|----------|----------|----------|----------|
| ROW | 0,210159 | 0,235657 | -4,0955 | 212 | 0,000060 | 91 | 123 | 0,043185 | 0,046339 | 1,151391 | 0,482082 |
| CGW | 0,567741 | 0,574717 | -1,5179 | 212 | 0,130539 | 91 | 123 | 0,034307 | 0,032426 | 1,119404 | 0,559209 |
| CPW | 0,726965 | 0,737523 | -1,7836 | 212 | 0,075919 | 91 | 123 | 0,045684 | 0,040557 | 1,268772 | 0,220851 |
| ARW | 0,164305 | 0,176806 | -3,5200 | 212 | 0,000528 | 91 | 123 | 0,021804 | 0,028206 | 1,673447 | 0,010545 |
| CEW | 0,547201 | 0,566702 | -3,2408 | 212 | 0,001384 | 91 | 123 | 0,048560 | 0,039389 | 1,519851 | 0,031565 |
| ABW | 0,608765 | 0,731740 | -12,5151 | 212 | 0,000000 | 91 | 123 | 0,055078 | 0,080856 | 2,155081 | 0,000162 |
| TEW | 0,342334 | 0,372387 | -10,3087 | 212 | 0,000000 | 91 | 123 | 0,022266 | 0,020169 | 1,218817 | 0,308348 |
| CEF | 1,144714 | 1,155325 | -1,2793 | 212 | 0,202193 | 91 | 123 | 0,069578 | 0,051783 | 1,805360 | 0,002428 |
| APL | 0,162593 | 0,219120 | -5,5545 | 212 | 0,000000 | 91 | 123 | 0,090681 | 0,057853 | 2,456820 | 0,000004 |
| APW | 0,060389 | 0,077970 | -4,3623 | 212 | 0,000020 | 91 | 123 | 0,035710 | 0,023141 | 2,381288 | 0,000009 |
| Kut α | 1,606150 | 1,600739 | 0,4034 | 212 | 0,687096 | 91 | 123 | 0,111251 | 0,085004 | 1,712894 | 0,005729 |

Prilog 6. Rezultati t-testa za populaciju rijeke Mrežnice - crveno su označeni podaci koji se razlikuju.

| značajke | SV (m) | SV (f) | t | SS | p | v. N (m) | v. N (f) | SD (m) | SD (f) | F (odnos var.) | P var. |
|--------------|----------|----------|----------|----|----------|----------|----------|----------|----------|----------------|----------|
| TL | 2,779935 | 3,037523 | -7,2404 | 81 | 0,000000 | 42 | 41 | 0,175966 | 0,146411 | 1,44447 | 0,247080 |
| ROL | 0,398917 | 0,431871 | -3,7498 | 81 | 0,000331 | 42 | 41 | 0,042716 | 0,037075 | 1,32747 | 0,372143 |
| HEL | 0,522947 | 0,511066 | 2,3303 | 81 | 0,022276 | 42 | 41 | 0,026486 | 0,019313 | 1,88083 | 0,047970 |
| ARL | 0,477053 | 0,488934 | -2,3303 | 81 | 0,022276 | 42 | 41 | 0,026486 | 0,019313 | 1,88083 | 0,047970 |
| ABL | 0,889027 | 1,106208 | -4,8810 | 81 | 0,000005 | 42 | 41 | 0,203793 | 0,201518 | 1,02271 | 0,944436 |
| TEL | 0,401526 | 0,439471 | -2,1198 | 81 | 0,037087 | 42 | 41 | 0,112256 | 0,023349 | 23,11369 | 0,000000 |
| CLL | 1,168416 | 0,942969 | 7,1427 | 81 | 0,000000 | 42 | 41 | 0,191429 | 0,065521 | 8,53615 | 0,000000 |
| CFL | 0,719674 | 0,574327 | 6,2524 | 81 | 0,000000 | 42 | 41 | 0,139338 | 0,052943 | 6,92660 | 0,000000 |
| CPL | 0,374065 | 0,329072 | 4,2433 | 81 | 0,000058 | 42 | 41 | 0,061624 | 0,028826 | 4,57004 | 0,000004 |
| CLH | 0,267412 | 0,183860 | 4,7657 | 81 | 0,000008 | 42 | 41 | 0,101824 | 0,047814 | 4,53514 | 0,000005 |
| CLW | 0,310830 | 0,324540 | -0,5381 | 81 | 0,591963 | 42 | 41 | 0,153959 | 0,054521 | 7,97413 | 0,000000 |
| CPH | 0,643203 | 0,663935 | -3,1135 | 81 | 0,002556 | 42 | 41 | 0,030352 | 0,030306 | 1,00305 | 0,993343 |
| ABH | 0,348381 | 0,384611 | -5,0167 | 81 | 0,000003 | 42 | 41 | 0,029930 | 0,035679 | 1,42106 | 0,266795 |
| HEW | 0,422342 | 0,435257 | -2,5296 | 81 | 0,013358 | 42 | 41 | 0,026443 | 0,019453 | 1,84775 | 0,054484 |
| ROW | 0,230496 | 0,272287 | -5,1256 | 81 | 0,000002 | 42 | 41 | 0,045182 | 0,026464 | 2,91475 | 0,000969 |
| CGW | 0,587422 | 0,584611 | 0,4616 | 81 | 0,645609 | 42 | 41 | 0,029823 | 0,025442 | 1,37402 | 0,316964 |
| CPW | 0,739421 | 0,754137 | -1,8601 | 81 | 0,066500 | 42 | 41 | 0,039137 | 0,032550 | 1,44570 | 0,245995 |
| ARW | 0,168613 | 0,178423 | -1,8304 | 81 | 0,070865 | 42 | 41 | 0,023644 | 0,025176 | 1,13382 | 0,690326 |
| CEW | 0,525858 | 0,547080 | -2,3656 | 81 | 0,020388 | 42 | 41 | 0,048160 | 0,031686 | 2,31013 | 0,009185 |
| ABW | 0,603015 | 0,816601 | -14,1758 | 81 | 0,000000 | 42 | 41 | 0,074600 | 0,061912 | 1,45189 | 0,240593 |
| TEW | 0,329587 | 0,364437 | -8,3160 | 81 | 0,000000 | 42 | 41 | 0,021538 | 0,016198 | 1,76807 | 0,073966 |
| CEF | 1,163048 | 1,166775 | -0,3694 | 81 | 0,712802 | 42 | 41 | 0,048858 | 0,042777 | 1,30450 | 0,402257 |
| APL | 0,117811 | 0,211447 | -4,8181 | 81 | 0,000007 | 42 | 41 | 0,105693 | 0,066464 | 2,52885 | 0,004011 |
| APW | 0,034050 | 0,062462 | -4,1091 | 81 | 0,000094 | 42 | 41 | 0,035549 | 0,026706 | 1,77184 | 0,072907 |
| Kut α | 1,568409 | 1,555989 | 0,8341 | 81 | 0,406653 | 42 | 41 | 0,078963 | 0,054065 | 2,13316 | 0,018116 |

Prilog 7. Rezultati t-testa za populaciju jezera Rakitje (1. dio jezera) - crveno su označeni podaci koji se razlikuju.

| značajke | SV (m) | SV (f) | t | SS | p | v. N (m) | v. N (f) | SD (m) | SD (f) | F (omjer var.) | p var. |
|--------------|----------|----------|----------|----|----------|----------|----------|----------|----------|----------------|----------|
| TL | 2,903814 | 2,997276 | -1,11515 | 18 | 0,279452 | 8 | 12 | 0,096987 | 0,221779 | 5,228913 | 0,037605 |
| ROL | 0,443789 | 0,417234 | 1,30037 | 18 | 0,209878 | 8 | 12 | 0,058297 | 0,033356 | 3,054517 | 0,095956 |
| HEL | 0,524541 | 0,510091 | 1,83376 | 18 | 0,083278 | 8 | 12 | 0,023426 | 0,011767 | 3,963108 | 0,041888 |
| ARL | 0,475459 | 0,489909 | -1,83376 | 18 | 0,083278 | 8 | 12 | 0,023426 | 0,011767 | 3,963108 | 0,041888 |
| ABL | 1,029940 | 1,088032 | -1,95387 | 18 | 0,066435 | 8 | 12 | 0,053954 | 0,071350 | 1,748781 | 0,469686 |
| TEL | 0,410418 | 0,455649 | -3,55327 | 18 | 0,002271 | 8 | 12 | 0,020188 | 0,031833 | 2,486445 | 0,236237 |
| CLL | 1,136570 | 1,060558 | 1,57514 | 18 | 0,132638 | 8 | 12 | 0,088420 | 0,115398 | 1,703320 | 0,491732 |
| CFL | 0,715375 | 0,626169 | 1,71187 | 18 | 0,104096 | 8 | 12 | 0,153464 | 0,079635 | 3,713645 | 0,052023 |
| CPL | 0,403812 | 0,383975 | 1,47360 | 18 | 0,157862 | 8 | 12 | 0,033013 | 0,027013 | 1,493532 | 0,529796 |
| CLH | 0,227383 | 0,210850 | 1,92200 | 18 | 0,070581 | 8 | 12 | 0,025347 | 0,013129 | 3,727298 | 0,051399 |
| CLW | 0,421989 | 0,414730 | 0,49920 | 18 | 0,623686 | 8 | 12 | 0,039529 | 0,025820 | 2,343808 | 0,199514 |
| CPH | 0,690089 | 0,688620 | 0,10484 | 18 | 0,917663 | 8 | 12 | 0,024816 | 0,033898 | 1,865861 | 0,418139 |
| ABH | 0,382875 | 0,382486 | 0,03944 | 18 | 0,968977 | 8 | 12 | 0,014829 | 0,024988 | 2,839292 | 0,176273 |
| HEW | 0,434201 | 0,439643 | -0,68681 | 18 | 0,500954 | 8 | 12 | 0,011961 | 0,020053 | 2,810985 | 0,180322 |
| ROW | 0,241837 | 0,250224 | -0,67400 | 18 | 0,508876 | 8 | 12 | 0,027078 | 0,027378 | 1,022240 | 1,000000 |
| CGW | 0,580557 | 0,580692 | -0,01084 | 18 | 0,991469 | 8 | 12 | 0,030729 | 0,025092 | 1,499824 | 0,525811 |
| CPW | 0,728348 | 0,738678 | -0,76304 | 18 | 0,455327 | 8 | 12 | 0,019772 | 0,034507 | 3,045976 | 0,149925 |
| ARW | 0,170768 | 0,167211 | 0,42832 | 18 | 0,673497 | 8 | 12 | 0,016851 | 0,018999 | 1,271306 | 0,774457 |
| CEW | 0,535567 | 0,548983 | -1,25325 | 18 | 0,226151 | 8 | 12 | 0,021418 | 0,024661 | 1,325706 | 0,730261 |
| ABW | 0,629254 | 0,736937 | -5,12858 | 18 | 0,000070 | 8 | 12 | 0,033324 | 0,052499 | 2,481943 | 0,237155 |
| TEW | 0,358139 | 0,377748 | -2,83395 | 18 | 0,011005 | 8 | 12 | 0,012322 | 0,016717 | 1,840496 | 0,428705 |
| CEF | 1,211114 | 1,175832 | 0,73022 | 18 | 0,474654 | 8 | 12 | 0,155328 | 0,054627 | 8,084987 | 0,002683 |
| APL | 0,241638 | 0,239086 | 0,16661 | 18 | 0,869537 | 8 | 12 | 0,042714 | 0,026121 | 2,674015 | 0,140611 |
| APW | 0,074726 | 0,087480 | -2,34580 | 18 | 0,030642 | 8 | 12 | 0,008235 | 0,013749 | 2,787139 | 0,183823 |
| Kut α | 1,599124 | 1,590451 | 0,38752 | 18 | 0,702912 | 8 | 12 | 0,037353 | 0,055197 | 2,183628 | 0,309229 |

Prilog 8. Rezultati t-testa za populaciju jezera Rakitje (2. dio jezera) - crveno su označeni podaci koji se razlikuju.

| značajka | SV (m) | SV (f) | t | SS | p | v. N (m) | v. N (f) | SD (m) | SD (f) | F (omjer var.) | p var. |
|----------|----------|----------|----------|----|----------|----------|----------|----------|----------|----------------|----------|
| TL | 2,888693 | 3,013447 | -3,07754 | 46 | 0,003511 | 11 | 37 | 0,111058 | 0,119908 | 1,16573 | 0,842183 |
| ROL | 0,436825 | 0,439371 | -0,20680 | 46 | 0,837081 | 11 | 37 | 0,034555 | 0,036200 | 1,09747 | 0,933034 |
| HEL | 0,507860 | 0,502853 | 1,07225 | 46 | 0,289203 | 11 | 37 | 0,013272 | 0,013686 | 1,06327 | 0,981564 |
| ARL | 0,492140 | 0,497147 | -1,07225 | 46 | 0,289203 | 11 | 37 | 0,013272 | 0,013686 | 1,06327 | 0,981564 |
| ABL | 1,011602 | 1,102064 | -3,83115 | 46 | 0,000385 | 11 | 37 | 0,075343 | 0,066812 | 1,27170 | 0,564839 |
| TEL | 0,434710 | 0,458839 | -3,05195 | 46 | 0,003769 | 11 | 37 | 0,026092 | 0,022093 | 1,39487 | 0,443939 |
| CLL | 1,000390 | 1,030406 | -0,49209 | 46 | 0,624994 | 11 | 37 | 0,354726 | 0,073199 | 23,48406 | 0,000000 |
| CFL | 0,603170 | 0,620537 | -0,44516 | 46 | 0,658292 | 11 | 37 | 0,218225 | 0,057116 | 14,59785 | 0,000000 |
| CPL | 0,376370 | 0,382952 | -0,28354 | 46 | 0,778037 | 11 | 37 | 0,130062 | 0,033737 | 14,86272 | 0,000000 |

| | | | | | | | | | | | |
|--------------|----------|----------|----------|----|----------|----|----|----------|----------|----------|----------|
| CLH | 0,199278 | 0,211813 | -0,99101 | 46 | 0,326868 | 11 | 37 | 0,071811 | 0,017354 | 17,12286 | 0,000000 |
| CLW | 0,369778 | 0,401886 | -1,47491 | 46 | 0,147050 | 11 | 37 | 0,125609 | 0,027422 | 20,98157 | 0,000000 |
| CPH | 0,653204 | 0,673494 | -0,90990 | 46 | 0,367617 | 11 | 37 | 0,032864 | 0,071324 | 4,71001 | 0,012701 |
| ABH | 0,353964 | 0,388336 | -2,97662 | 46 | 0,004635 | 11 | 37 | 0,038607 | 0,032104 | 1,44617 | 0,400607 |
| HEW | 0,432885 | 0,444915 | -2,16717 | 46 | 0,035435 | 11 | 37 | 0,017267 | 0,015843 | 1,18787 | 0,661755 |
| ROW | 0,216738 | 0,244051 | -2,94919 | 46 | 0,004994 | 11 | 37 | 0,016325 | 0,029244 | 3,20903 | 0,053686 |
| CGW | 0,566844 | 0,586995 | -1,72556 | 46 | 0,091139 | 11 | 37 | 0,022751 | 0,036520 | 2,57665 | 0,112808 |
| CPW | 0,712521 | 0,737928 | -2,00206 | 46 | 0,051195 | 11 | 37 | 0,035246 | 0,037415 | 1,12681 | 0,892994 |
| ARW | 0,169455 | 0,187976 | -3,15476 | 46 | 0,002830 | 11 | 37 | 0,019996 | 0,016198 | 1,52384 | 0,342173 |
| CEW | 0,535079 | 0,557217 | -2,08510 | 46 | 0,042638 | 11 | 37 | 0,036907 | 0,029034 | 1,61578 | 0,283100 |
| ABW | 0,609155 | 0,704075 | -7,32440 | 46 | 0,000000 | 11 | 37 | 0,033322 | 0,038874 | 1,36095 | 0,625440 |
| TEW | 0,359309 | 0,381325 | -3,46799 | 46 | 0,001149 | 11 | 37 | 0,012778 | 0,019781 | 2,39645 | 0,141968 |
| CEF | 1,139372 | 1,175806 | -2,19594 | 46 | 0,033177 | 11 | 37 | 0,047427 | 0,048555 | 1,04813 | 1,000000 |
| APL | 0,263171 | 0,258970 | 0,38013 | 46 | 0,705599 | 11 | 37 | 0,030791 | 0,032562 | 1,11829 | 0,904478 |
| APW | 0,087449 | 0,086566 | 0,19033 | 46 | 0,849890 | 11 | 37 | 0,010233 | 0,014298 | 1,95238 | 0,259731 |
| Kut α | 1,633920 | 1,599329 | 1,72620 | 46 | 0,091024 | 11 | 37 | 0,057209 | 0,058665 | 1,05155 | 0,998647 |

Prilog 9. Rezultati t-testa za populaciju Trećeg maksimirskog jezera - crveno su označeni podaci koji se razlikuju

| značajka | SV (m) | SV (f) | t | SS | p | v. N (m) | v. N (f) | SD (m) | SD (f) | F (omjer var.) | p var. |
|----------|----------|----------|----------|----|----------|----------|----------|----------|----------|----------------|----------|
| TL | 2,705328 | 2,721640 | -0,17599 | 61 | 0,860885 | 30 | 33 | 0,094181 | 0,499284 | 28,10428 | 0,000000 |
| ROL | 0,387925 | 0,400926 | -0,79985 | 61 | 0,426902 | 30 | 33 | 0,038190 | 0,081190 | 4,51976 | 0,000094 |
| HEL | 0,554427 | 0,553918 | 0,17647 | 61 | 0,860505 | 30 | 33 | 0,010212 | 0,012426 | 1,48057 | 0,288813 |
| ARL | 0,445573 | 0,446082 | -0,17647 | 61 | 0,860505 | 30 | 33 | 0,010212 | 0,012426 | 1,48057 | 0,288813 |
| ABL | 0,987241 | 1,051849 | -3,30463 | 61 | 0,001595 | 30 | 33 | 0,061566 | 0,089527 | 2,11458 | 0,044685 |
| TEL | 0,362911 | 0,374911 | -2,47875 | 61 | 0,015966 | 30 | 33 | 0,017897 | 0,020292 | 1,28563 | 0,497122 |
| CLL | 0,822125 | 0,705241 | 1,65788 | 61 | 0,102476 | 30 | 33 | 0,321929 | 0,234458 | 1,88535 | 0,082696 |
| CFL | 0,437827 | 0,418740 | 0,41855 | 61 | 0,677017 | 30 | 33 | 0,214715 | 0,143218 | 2,24764 | 0,027349 |
| CPL | 0,297972 | 0,277352 | 0,83074 | 61 | 0,409358 | 30 | 33 | 0,118525 | 0,075658 | 2,45423 | 0,014691 |
| CLH | 0,172103 | 0,159559 | 0,87313 | 61 | 0,386018 | 30 | 33 | 0,067851 | 0,044840 | 2,28974 | 0,024076 |
| CLW | 0,320895 | 0,315530 | 0,20062 | 61 | 0,841666 | 30 | 33 | 0,124658 | 0,085659 | 2,11782 | 0,040593 |
| CPH | 0,653696 | 0,655930 | -0,34131 | 61 | 0,734046 | 30 | 33 | 0,021609 | 0,029322 | 1,84130 | 0,100314 |
| ABH | 0,426083 | 0,452148 | -2,55596 | 61 | 0,013097 | 30 | 33 | 0,045196 | 0,035551 | 1,61623 | 0,187446 |
| HEW | 0,415720 | 0,423166 | -1,06569 | 61 | 0,290765 | 30 | 33 | 0,031299 | 0,023973 | 1,70451 | 0,143589 |
| ROW | 0,170826 | 0,175440 | -1,03182 | 61 | 0,306231 | 30 | 33 | 0,011841 | 0,021723 | 3,36574 | 0,001416 |
| CGW | 0,537098 | 0,546485 | -1,91487 | 61 | 0,060202 | 30 | 33 | 0,020269 | 0,018641 | 1,18229 | 0,642365 |
| CPW | 0,714454 | 0,716005 | -0,11845 | 61 | 0,906102 | 30 | 33 | 0,057640 | 0,046162 | 1,55915 | 0,222323 |
| ARW | 0,154664 | 0,165763 | -1,42531 | 61 | 0,159164 | 30 | 33 | 0,018277 | 0,038906 | 4,53116 | 0,000092 |
| CEW | 0,584629 | 0,608160 | -2,77485 | 61 | 0,007320 | 30 | 33 | 0,035450 | 0,031863 | 1,23782 | 0,555158 |
| ABW | 0,611209 | 0,655436 | -5,38870 | 61 | 0,000001 | 30 | 33 | 0,026940 | 0,036879 | 1,87389 | 0,091071 |
| TEW | 0,349740 | 0,370296 | -4,00883 | 61 | 0,000169 | 30 | 33 | 0,017878 | 0,022315 | 1,55805 | 0,230972 |
| CEF | 1,103298 | 1,110678 | -0,76249 | 61 | 0,448705 | 30 | 33 | 0,039514 | 0,037301 | 1,12217 | 0,747836 |

| | | | | | | | | | | | |
|--------------|----------|----------|----------|----|----------|----|----|----------|----------|---------|----------|
| APL | 0,167330 | 0,176714 | -1,06585 | 61 | 0,290694 | 30 | 33 | 0,021687 | 0,043540 | 4,03067 | 0,000282 |
| APW | 0,083519 | 0,084143 | -0,14025 | 61 | 0,888927 | 30 | 33 | 0,015027 | 0,019707 | 1,71990 | 0,143701 |
| Kut α | 1,650679 | 1,661661 | -0,32584 | 61 | 0,745664 | 30 | 33 | 0,153980 | 0,111981 | 1,89077 | 0,081334 |

Prilog 10. Analiza varijance za mužjake; mjerene morfometrijske značajke koje se značajno razlikuju označene su crvenom bojom ($p < 0,05$).

| Morfometrijske značajke | SS Effect | df Effect | MS Effect | SS Error | df Error | MS Error | F | p |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| TL | 0,419835 | 3 | 0,139945 | 1,715938 | 87 | 0,019723 | 7,09536 | 0,000255 |
| ROL | 0,033351 | 3 | 0,011117 | 0,152836 | 87 | 0,001757 | 6,32829 | 0,000622 |
| HEL | 0,025375 | 3 | 0,008458 | 0,037389 | 87 | 0,000430 | 19,68168 | 0,000000 |
| ARL | 0,025375 | 3 | 0,008458 | 0,037389 | 87 | 0,000430 | 19,68168 | 0,000000 |
| ABL | 0,290441 | 3 | 0,096814 | 1,889853 | 87 | 0,021722 | 4,45685 | 0,005831 |
| TEL | 0,051747 | 3 | 0,017249 | 0,535609 | 87 | 0,006156 | 2,80179 | 0,044602 |
| CLL | 2,201423 | 3 | 0,733808 | 5,820997 | 87 | 0,066908 | 10,96741 | 0,000004 |
| CFL | 1,483361 | 3 | 0,494454 | 2,774069 | 87 | 0,031886 | 15,50700 | 0,000000 |
| CPL | 0,136025 | 3 | 0,045342 | 0,739888 | 87 | 0,008504 | 5,33151 | 0,002028 |
| CLH | 0,166763 | 3 | 0,055588 | 0,614665 | 87 | 0,007065 | 7,86793 | 0,000105 |
| CLW | 0,102923 | 3 | 0,034308 | 1,591198 | 87 | 0,018290 | 1,87581 | 0,139603 |
| CPH | 0,014958 | 3 | 0,004986 | 0,066424 | 87 | 0,000763 | 6,53061 | 0,000491 |
| ABH | 0,112742 | 3 | 0,037581 | 0,112409 | 87 | 0,001292 | 29,08590 | 0,000000 |
| HEW | 0,003662 | 3 | 0,001221 | 0,061059 | 87 | 0,000702 | 1,73908 | 0,164927 |
| ROW | 0,072287 | 3 | 0,024096 | 0,095561 | 87 | 0,001098 | 21,93705 | 0,000000 |
| CGW | 0,045761 | 3 | 0,015254 | 0,060166 | 87 | 0,000692 | 22,05684 | 0,000000 |
| CPW | 0,013523 | 3 | 0,004508 | 0,174308 | 87 | 0,002004 | 2,24985 | 0,088196 |
| ARW | 0,004194 | 3 | 0,001398 | 0,038593 | 87 | 0,000444 | 3,15123 | 0,028956 |
| CEW | 0,063857 | 3 | 0,021286 | 0,148371 | 87 | 0,001705 | 12,48124 | 0,000001 |
| ABW | 0,004928 | 3 | 0,001643 | 0,268097 | 87 | 0,003082 | 0,53305 | 0,660827 |
| TEW | 0,013638 | 3 | 0,004546 | 0,030983 | 87 | 0,000356 | 12,76480 | 0,000001 |
| CEF | 0,101163 | 3 | 0,033721 | 0,334532 | 87 | 0,003845 | 8,76966 | 0,000038 |
| APL | 0,246162 | 3 | 0,082054 | 0,493907 | 87 | 0,005677 | 14,45350 | 0,000000 |
| APW | 0,054887 | 3 | 0,018296 | 0,059884 | 87 | 0,000688 | 26,58052 | 0,000000 |
| Kut α | 0,128187 | 3 | 0,042729 | 0,985724 | 87 | 0,011330 | 3,77126 | 0,013486 |

Prilog 11. Analiza varijance za ženke; mjerene morfometrijske značajke koje se značajno razlikuju označene su crvenom bojom ($p < 0,05$).

| Morfometrijske značajke | SS Effect | df Effect | MS Effect | SS Error | df Error | MS Error | F | p |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| TL | 2,202068 | 3 | 0,734023 | 9,893208 | 119 | 0,083136 | 8,82916 | 0,000025 |
| ROL | 0,029381 | 3 | 0,009794 | 0,325334 | 119 | 0,002734 | 3,58235 | 0,015946 |
| HEL | 0,053295 | 3 | 0,017765 | 0,028126 | 119 | 0,000236 | 75,16263 | 0,000000 |
| ARL | 0,053295 | 3 | 0,017765 | 0,028126 | 119 | 0,000236 | 75,16263 | 0,000000 |
| ABL | 0,063992 | 3 | 0,021331 | 2,097552 | 119 | 0,017626 | 1,21016 | 0,309134 |
| TEL | 0,142469 | 3 | 0,047490 | 0,063702 | 119 | 0,000535 | 88,71429 | 0,000000 |
| CLL | 2,230591 | 3 | 0,743530 | 2,270149 | 119 | 0,019077 | 38,97547 | 0,000000 |
| CFL | 0,846244 | 3 | 0,282081 | 0,955689 | 119 | 0,008031 | 35,12407 | 0,000000 |
| CPL | 0,224587 | 3 | 0,074862 | 0,265410 | 119 | 0,002230 | 33,56551 | 0,000000 |
| CLH | 0,054626 | 3 | 0,018209 | 0,168523 | 119 | 0,001416 | 12,85768 | 0,000000 |
| CLW | 0,213519 | 3 | 0,071173 | 0,388107 | 119 | 0,003261 | 21,82285 | 0,000000 |
| CPH | 0,011598 | 3 | 0,003866 | 0,260029 | 119 | 0,002185 | 1,76929 | 0,156744 |
| ABH | 0,106530 | 3 | 0,035510 | 0,135334 | 119 | 0,001137 | 31,22423 | 0,000000 |
| HEW | 0,008505 | 3 | 0,002835 | 0,046987 | 119 | 0,000395 | 7,17998 | 0,000180 |
| ROW | 0,179824 | 3 | 0,059941 | 0,082149 | 119 | 0,000690 | 86,83071 | 0,000000 |
| CGW | 0,036322 | 3 | 0,012107 | 0,091951 | 119 | 0,000773 | 15,66905 | 0,000000 |
| CPW | 0,026618 | 3 | 0,008873 | 0,174060 | 119 | 0,001463 | 6,06607 | 0,000705 |
| ARW | 0,009853 | 3 | 0,003284 | 0,087208 | 119 | 0,000733 | 4,48161 | 0,005111 |
| CEW | 0,079600 | 3 | 0,026533 | 0,109686 | 119 | 0,000922 | 28,78651 | 0,000000 |
| ABW | 0,516034 | 3 | 0,172011 | 0,281563 | 119 | 0,002366 | 72,69890 | 0,000000 |
| TEW | 0,006036 | 3 | 0,002012 | 0,043590 | 119 | 0,000366 | 5,49316 | 0,001437 |
| CEF | 0,091722 | 3 | 0,030574 | 0,235420 | 119 | 0,001978 | 15,45461 | 0,000000 |
| APL | 0,125297 | 3 | 0,041766 | 0,283038 | 119 | 0,002378 | 17,55986 | 0,000000 |
| APW | 0,014938 | 3 | 0,004979 | 0,050396 | 119 | 0,000423 | 11,75740 | 0,000001 |
| Kut α | 0,205927 | 3 | 0,068642 | 0,675602 | 119 | 0,005677 | 12,09062 | 0,000001 |

Prilog 12. Rezultati diskriminativne analize za mužjake

| Morfometrijske značajke | Wilks' Lambda | Partial Lambda | F-remove (3,71) | p-value | Toler. | 1-Toler. (R-Sqr.) |
|-------------------------|---------------|----------------|-----------------|----------|----------|-------------------|
| ABH | 0,016907 | 0,807837 | 5,62967 | 0,001611 | 0,575350 | 0,424651 |
| ROW | 0,024975 | 0,546873 | 19,60967 | 0,000000 | 0,239657 | 0,760343 |
| APW | 0,015082 | 0,905588 | 2,46738 | 0,069082 | 0,226992 | 0,773008 |
| TEW | 0,017513 | 0,779860 | 6,68066 | 0,000490 | 0,446306 | 0,553694 |
| ROL | 0,014302 | 0,954944 | 1,11665 | 0,348180 | 0,536603 | 0,463397 |
| CLH | 0,015929 | 0,857450 | 3,93455 | 0,011755 | 0,162744 | 0,837256 |
| ARL | 0,015273 | 0,894243 | 2,79891 | 0,046193 | 0,412831 | 0,587169 |
| CLW | 0,018952 | 0,720673 | 9,17301 | 0,000033 | 0,080518 | 0,919482 |

| | | | | | | |
|-----|----------|----------|---------|----------|----------|----------|
| APL | 0,016178 | 0,844242 | 4,36636 | 0,007034 | 0,134885 | 0,865115 |
| CPH | 0,017215 | 0,793362 | 6,16418 | 0,000875 | 0,481424 | 0,518576 |
| CGW | 0,014956 | 0,913198 | 2,24957 | 0,089989 | 0,457827 | 0,542173 |
| CEW | 0,014879 | 0,917942 | 2,11566 | 0,105852 | 0,443960 | 0,556040 |
| TEL | 0,018163 | 0,751980 | 7,80582 | 0,000142 | 0,105662 | 0,894338 |
| CLL | 0,014432 | 0,946343 | 1,34188 | 0,267693 | 0,095464 | 0,904536 |
| CEF | 0,014938 | 0,914299 | 2,21839 | 0,093458 | 0,605036 | 0,394964 |
| ABL | 0,014920 | 0,915403 | 2,18716 | 0,097065 | 0,423521 | 0,576479 |
| CPL | 0,014323 | 0,953545 | 1,15300 | 0,333840 | 0,090697 | 0,909303 |

Prilog 13. Rezultati diskriminativne analize za ženke

| Morfometrijske značajke | Wilks' Lambda | Partial Lambda | F-remove (3,104) | p-value | Toler. | 1-Toler. (R-Sqr.) |
|-------------------------|---------------|----------------|------------------|----------|----------|-------------------|
| TEL | 0,016015 | 0,803778 | 8,46302 | 0,000044 | 0,812784 | 0,187216 |
| ABW | 0,021007 | 0,612747 | 21,90916 | 0,000000 | 0,640487 | 0,359513 |
| ROW | 0,020519 | 0,627317 | 20,59511 | 0,000000 | 0,599985 | 0,400015 |
| CLL | 0,013172 | 0,977203 | 0,80875 | 0,491806 | 0,341387 | 0,658613 |
| CEW | 0,016316 | 0,788918 | 9,27539 | 0,000017 | 0,473672 | 0,526328 |
| CLW | 0,015299 | 0,841378 | 6,53559 | 0,000430 | 0,322937 | 0,677063 |
| APL | 0,014158 | 0,909200 | 3,46209 | 0,019024 | 0,313331 | 0,686669 |
| CLH | 0,016230 | 0,793123 | 9,04238 | 0,000022 | 0,343165 | 0,656835 |
| ABH | 0,015098 | 0,852559 | 5,99525 | 0,000827 | 0,668395 | 0,331605 |
| ARL | 0,015159 | 0,849172 | 6,15743 | 0,000679 | 0,621655 | 0,378345 |
| TEW | 0,013706 | 0,939154 | 2,24600 | 0,087333 | 0,546254 | 0,453746 |
| APW | 0,014146 | 0,909948 | 3,43076 | 0,019786 | 0,498247 | 0,501753 |
| ARW | 0,013372 | 0,962621 | 1,34612 | 0,263542 | 0,736779 | 0,263221 |
| TL | 0,014000 | 0,919457 | 3,03675 | 0,032443 | 0,264438 | 0,735562 |
| ROL | 0,013563 | 0,949047 | 1,86122 | 0,140755 | 0,294286 | 0,705714 |
| CEF | 0,013342 | 0,964787 | 1,26528 | 0,290228 | 0,451668 | 0,548332 |

9. ŽIVOTOPIS

OSOBNI PODACI:

Ime i prezime: Tamara Preininger

Datum i mjesto rođenja: 02. 11. 1992., Čakovec, Hrvatska

Adresa prebivališta: Ladislava Jageca 15, 40 000 Čakovec

Broj mobilnog telefona: 099/441-8266

E-mail adresa: tampreininger@gmail.com

tpreininger@hotmail.com

OBRAZOVANJE:

2015./2016. – 2017. Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno – matematički fakultet, Biološki odsjek, diplomski studij Ekologija i zaštita prirode, Modul kopnene vode

2011./2012. – 2015. Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno – matematički fakultet, Biološki odsjek, preddiplomski sveučilišni studij Biologija

2007./2008. – 2011. Gimnazija Čakovec (opća), Čakovec

1999./2000. – 2007. Druga osnovna škola Čakovec

VJEŠTINE:

Poznavanje jezika: engleski (aktivan), njemački (pasivan)

Kompjuterski programi: korištenje svim Internet preglednicima, MS Office (Word, Excel, PowerPoint), GIS softver, Statistica

Vozačka dozvola: B kategorija