

Morfometrijske značajke plemenitog raka (*Astacus astacus* (Linnaeus, 1758)) u sjevernoj Hrvatskoj

Segin, Edvin

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:790499>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-20**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Biološki odsjek

Edvin Segin

**Morfometrijske značajke plemenitog raka (*Astacus
astacus* (Linneaus, 1758)) u sjevernoj Hrvatskoj**

Diplomski rad

Zagreb, 2017.

Ovaj rad je izrađen na Zoologijskom zavodu Prirodoslovno - matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, pod vodstvom Prof. dr. sc. Ivane Maguire i neposrednim vodstvom dr. sc. Mišela Jelića. Rad je predan na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu radi stjecanja zvanja magistar ekologije i zaštite prirode.

Zahvala

Zahvaljujem prije svega Prof. dr. sc. Ivani Maguire na velikom strpljenju, također na ukazanom povjerenju te velikoj pomoći i podršci pri pisanju ovog rada. Hvala dr. sc. Mišelu Jeliću koji me je opskrbljivo teško dostupnim materijalima i informacijama oko rada.

Zahvaljujem se također i svojim roditeljima koji su pokazali veliko strpljenje i razumijevanje.

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Biološki odsjek

Diplomski rad

Morfometrijske značajke plemenitog raka (*Astacus astacus* (Linneaus, 1758)) u sjevernoj Hrvatskoj

Edvin Segin

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Rakovi su poznati kao važna sastavnica biološke raznolikosti u rijekama, jezerima i močvarama s važnom ekološkom ulogom u funkcioniranju vodenih ekosustava te važnom ulogom u hranidbenim mrežama. Podred Astacidea dijeli se na tri porodice koje se međusobno razlikuju po morfološkim, biološkim i ekološkim značajkama. Na području Europe obitava pet autohtonih vrsta rakova iz porodice Astacidae. Danas su slatkovodne autohtone vrste rakova iznimno ugrožene regulacijom vodenih tokova, velikom količinom otpadnih tvari u vodenim ekosustavima, unesenim invazivnim vrstama te bolestima poput račje kuge koja je unesena s invazivnim američkim vrstama rakova. Prema provedenim istraživanjima u Hrvatskoj su zabilježene četiri autohtone vrste iz dva roda; *Austropotamobius pallipes*, *Austropotamobius torrentium*, *Astacus astacus* i *Astacus leptodactylus*. Cilj ovog istraživanja je bio istražiti morfometrijske značajke vrste *A. astacus* te utvrditi razlikuju li se geografski udaljene populacije sjeverne Hrvatske u mjerenim morfometrijskim parametrima. U slučaju utvrđivanja značajnih razlika između populacija, cilj je bio izdvojiti one koje najviše doprinose diskriminaciji jedinki. Dobiveni podaci će poslužiti kao baza za daljnja istraživanja ove vrste u Hrvatskoj

(stranica 28, slika 9, tablica 8, literaturni navod 33, priloga 7, jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici

Ključne riječi: *Astacus astacus*, morfometrija, Motičnjak, Preloge Ivanovec, Vuka
Voditelj: Dr. sc. Ivana Maguire, Prof.

Ocjenitelji:

Dr. sc. Ivana Maguire, Prof.

Dr. sc. Antun Alegro, izv. prof.

Dr. sc. Zoran Tadić, izv. prof.

Rad prihvaćen: 05.10.2017.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Biology
Thesis

Graduation

Morphometrical characteristics of noble crayfish (*Astacus astacus* (Linnaeus, 1758)) in the North Croatia

Edvin Segin

Rooseveltova trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Crayfish are known as an important component of biodiversity in rivers, lakes and wetlands with an important ecological roles in food webs and in the functioning of aquatic ecosystems. The Astacidea are subdivided into three families that differ in morphological, biological and ecological features. In Europe, five indigenous species of crayfish from the Astacidae family are described. Today, freshwater autochthonous crayfish species are endangered due to watercourse regulations, large amounts of wastes in aquatic ecosystems, imported invasive crayfish species, and diseases such as crayfish plague which was introduced to Europe with invasive American crayfish species. According to research conducted in Croatia, four indigenous species from two genera have been recorded; *Austropotamobius pallipes*, *Austropotamobius torrentium*, *Astacus astacus* and *Astacus leptodactylus*. The aim of this study was to investigate the morphometric characteristics of the *A. astacus* and to determine whether the geographically distant Northern Croatian populations differ in measured morphometric parameters. In the case of significant differences in measured morphometric parameters among populations, the aim was to identify those that contribute the most to the discrimination of individuals. The results obtained through this research will serve as a basis for further research of this vulnerable crayfish species in Croatia.

(pages 28, figures 9, tables 8, references 33, appendices 7, original in: Croatian)

Thesis deposited in the Central Biological Library

Key words: *Astacus astacus*, morphometry, Motičnjak, Preloge Ivanovec, Vuka
Supervisor: Dr. Ivana Maguire, Prof.

Reviewers:

Dr. Ivana Maguire, Prof.

Dr. sc. Antun Alegro, Assoc. prof.

Dr. sc. Zoran Tadić, Assoc. prof.

Thesis accepted: 05.10.2017.

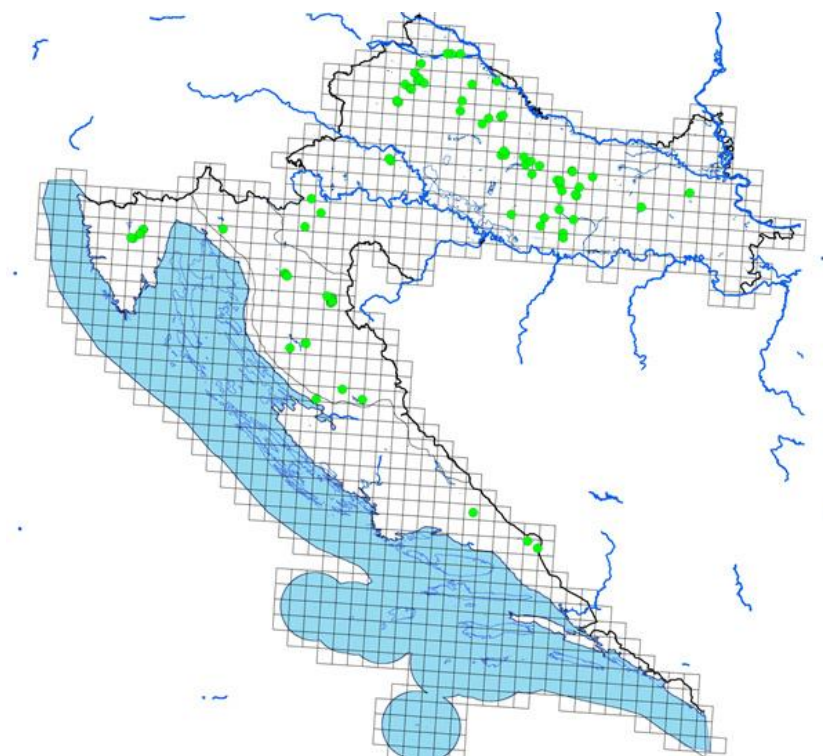
Sadržaj

1. Uvod.....	1
1.1. Morfološke značajke vrste <i>Astacus astacus</i>	2
1.2. Prehrana i životni ciklus.....	3
1.3. Stanište.....	4
1.4. Ugroženost i zaštita.....	4
1.5. Cilj istraživanja.....	5
2. Područje istraživanja.....	6
2.1. Rijeka Vuka.....	6
2.2. Šljunčare Motičnjak i Preloge Ivanovec.....	7
3. Materijali i metode.....	9
3.1. Uzorkovanje rakova.....	9
3.2. Mjerenje rakova.....	9
3.3. Obrada podataka.....	10
4. Rezultati.....	11
4.1 Deskriptivna statistika morfometrijskih značajki.....	11
4.2 Usporedba bilateralnih morfometrijskih značajki.....	12
4.3 Usporedba morfometrijskih značajki mužjaka i ženki.....	12
4.4 Usporedba morfometrijskih značaji između populacija.....	13
4.5 Kanonička analiza.....	16
5. Rasprava.....	21
5.1 Općenite karakteristike populacija.....	21
5.2 Morfometrijske značajke.....	22

6. Zaključak.....	24
7. Literatura.....	25
8. Prilozi.....	28
9. Životopis.....	29

1. Uvod

Prema današnjim saznanjima opisano je više od 640 vrsta slatkovodnih deseteronožnih rakova koji pripadaju podredu Astacidea, red Decapoda, razred Malacostraca, potkoljeno Crustacea (Crandall i Buhay 2008). Rakovi su poznati kao važna sastavnica biološke raznolikosti u rijekama, jezerima i močvarama s važnom ekološkom ulogom u funkcioniranju vodenih ekosustava (Holdich 2002; Gherardi 2011) te važnom ulogom u hranidbenim mrežama (Nyström i sur. 1996; Usio i Townsend 2004; Sint i sur. 2007; Zimmerman 2012). Podred Astacidea dijeli se na tri porodice; Astacidae Latreille, 1802, Cambaridae Hobbs, 1942, Parastacidae Huxley, 1879 koje se međusobno razlikuju po morfološkim, biološkim i ekološkim značajkama (Holdich 2002). Porodica Astacidae prirodno je rasprostranjena na području Europe i Sjeverne Amerike, a na prostorima Europe je predstavljena s dva autohtona roda; *Astacus* (Fabricius, 1775) i *Austropotamobius* (Skorikov, 1907) (Maguire 2010). Na području Europe obitava pet autohtonih vrsta rakova iz porodice Astacidae; *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) - bijelonogi ili primorski rak i *Austropotamobius torrentium* (Schrank, 1803) - potočni rak ili rak kamenjar. Vrsta *A. astacus* obitava u Europi od Francuske preko središnje Europe do Balkanskog poluotoka, na sjeveru do Skandinavije i zapadnih dijelova Rusije, vrsta *A. leptodactylus* izvorno potječe iz ponto-kaspijskog bazena odakle se proširila, prirodno i ljudskim utjecajem, u većinu europskih zemalja, vrsta *A. pachypus* obitava oko Kaspijskog jezera te Crnog mora, dok je vrsta *A. torrentium* rasprostranjena na području srednje i jugoistočne Europe te vrsta *A. pallipes* naseljava zapadnu i južnu Europu, uključujući i Britansko otočje (Holdich i Lowery 1988). Prema dosada provedenim istraživanjima u Hrvatskoj su zabilježene četiri autohtone vrste iz dva roda; *A. astacus*, *A. leptodactylus*, *A. pallipes* i *A. torrentium* (Maguire i Gottstein-Matočec 2004). Plemeniti rak autohtona je europska vrsta i smatra se najčešćom autohtonom vrstom u Europi. U Hrvatskoj je plemeniti rak rasprostranjen u vodama savskog i dravskog slijeva (Slika 1), a možemo ga pronaći i u pojedinim rijekama jadranskog slijeva gdje je unesen (Maguire 2010).



Slika 1. Prikaz karte rasprostranjenosti riječnog raka u Hrvatskoj (preuzeto iz Maguire i sur. 2011).

1.1 Morfološke značajke vrste *Astacus astacus*

Jedinke plemenitog raka (Slika 2) prosječno narastu 15 cm ukupne dužine (ukupna ili totalna dužina - od vrha rostruma do kraja telzona) iako ima zabilježenih primjeraka do 17 cm totalne dužine. Dorzalna strana tijela obično im je od tamnosmeđe do maslinastozelene i crne boje, dok je ventralna strana tijela zelenosmeđe boje. Bez obzira što je boja rakova jedna od morfoloških karakteristika određene vrste nikako se ne smije uzimati kao determinacijsko svojstvo pri određivanju vrsta zbog svoje izrazite varijacije, često ovisne o adaptaciji jedinke na okoliš (Füreder i Machino 2002). Vrste roda *Astacus* karakteriziraju dva para postorbitalnih grebena, gdje je prvi par izraženiji od drugoga. Red malih izbočenja izražen je iza cervikalne brazde, obično s jednim izraženim tupim trnom. Rubovi abdominalnih pleura su zaobljeni bez trnova. Imaju dobro razvijen više-manje gladak i ravan rostrum. Apeks rostruma je jasno istaknut i poprilično dugačak te ima također velika i široka kliješta s neravno granuliranom površinom. Kod nepokretnog prsta u sredini kliješta ima udubljenje ograničeno s dva mala zuba. Kod regeneriranih kliješta udubljenje nedostaje, dok je kod ženki i juvenilnih jedinki skoro neprimjetno (Maguire 2010).



Slika 2. *Astacus astacus* – riječni ili plemeniti rak (Foto: Klobučar, G.)

1.2 Prehrana i životni ciklus

Vrste roda *Astacus* igraju vrlo važnu ulogu kao potrošači u mnogim prehranbenim lancima. Vrsta *A. astacus* pripada skupini pokretnog bentosa i u biološki ciklus vodene flore i faune ulazi time što je predator mnogim vrstama i što sam ima veliki broj predatora. To znači da bitno utječe na kvalitetu vode (Plummer i sur.1986). Rakovi vrste *A. astacus* obično dostižu spolnu zrelost pri totalnoj dužini od 6 cm (Maguire 2010). Mužjaci dostižu spolnu zrelost ranije nego ženke (Plančić 1967). Razmnožavanje rakova porodice Astacidae odvija se u jesen, a samo parenje započinje padom temperatura u to doba (Maguire 2010). U tom periodu jedinke su aktivnije pa je, iako su rakovi noću aktivne životinje, zabilježena aktivnost tokom dana (Skurdal i Taugbøl 2002). Parenje i oplodnja nisu uvjetovani točnim datumom i temperaturom vode ali, naglo povećanje temperature vode ga odgađa. Period parenja traje otprilike 2-3 tjedna, a izlijeganje i oplodnja jaja se odvija od par sati do 6 tjedana nakon parenja. Ženke nose oplođena jaja između pleopodnih nožica do sljedećeg ljeta kada se iz jaja izlegnu juvenilni rakovi. Jaja se razvijaju ovisno o temperaturi tako da će pri povišenim temperaturama inkubacija biti kraća (Maguire 2010). Broj jaja ovisi o veličini ženke, veće ženke nose veći broj jaja (Taugbøl i sur. 1988). Kada se juvenilni rakovi izlegu iz jaja opna jajeta puca na dva dijela i visi zajedno s juvenilnim rakom na dršci 2-3 dana. Juvenilni račići su nepokretni prvih par dana i hrane se žumanjkom iz jajeta, a nakon toga se presvlače i

počinju se slobodno kretati u blizini majke i postaju samostalni. Njihov životni ciklus nastavlja se dalje hranjenjem i presvlačenjem u toplijem dijelu godine. Broj njihovih presvlačenja i prirast ovisi o dostupnosti hrane i temperaturi (Maguire 2010).

1.3 Stanište

Slatkovodni deseteronožni rakovi porodice Astacidae stanovnici su jezera i rijeka sa šljunkovitim ili ilovastim dnom obično uz samu obalu (Maguire 2010). Jedinke vrste plemenitog raka obitavaju u slatkim vodama bogatim kisikom s nižom temperaturom vode (Skurdal i Taugbøl 2002). Osobito vole staništa bogata vegetacijom i raznolikim supstratom dna gdje mogu naći zaklon ili iskopati sklonište u kojima provode dane pošto su noćne životinje. Izrazito su osjetljivi na bilo kakav zagađenje.

1.4 Ugroženost i zaštita

Danas su slatkovodne autohtone vrste rakova iznimno ugrožene regulacijom vodenih tokova, velikom količinom otpadnih tvari u vodenim ekosustavima, unesenim stranim invazivnim vrstama rakova te bolestima poput račje kuge koja je unesena s invazivnim američkim vrstama rakova (Maguire, 2010). Račju kugu uzrokuje oomicet *Aphanomyces astaci* (Schikora, 1906) i dok su strane invazivne vrste otporne na bolest, autohtone od nje obolijevaju i u kratkom roku ugibaju (Fevolden i Hessen 1989; Füreder i sur. 2006; Holdich 2009; Papavlasopoulou i sur. 2014). Bolest se pojavila nakon što su krajem 19. stoljeća u Europu donesene američke vrste rakova koje su bile namijenjene za uzgoj i s njima je unesen patogen. Patogen se brzo proširio po vodotokovima Europe izazivajući masovne pomore i nestanke populacija nativnih vrsta rakova (Maguire 2010). Treba naglasiti i da su američke vrste agresivnije u osvajanju prostora i u borbi za hranu, i kao takve potiskuju autohtone vrste iz njihovih staništa (Maguire 2010). Invazivne vrste rakova zbog brzog rasta i razmnožavanja je gotovo nemoguće kontrolirati (Souty-Grosset i sur. 2006). Iako bolest kao što je račja kuga ima devastirajući učinak na autohtone vrste, pogrešno je smatrati da ta zaraza može biti jedini uzrok nestanka plemenitih rakova (Obradović 1988). Vrsta *A. astacus* je izrazito cijenjen u gastronomiji te je često i nekontrolirano izlovljavana i ilegalno prodavana, što je isto tako negativno utjecalo na brojnost i gustoću populacija ove vrste. Iako je plemeniti rak pod zakonskom zaštitom, još uvijek u nekim dijelovima Hrvatske postoji ilegalan izlov (Maguire

i sur. 2011). Vrsta *A. astacus* zaštićena je na nacionalnoj razini Zakonom o zaštiti prirode (N.N. br. 80/13) te Pravilnikom o strogo zaštićenim vrstama (N.N. br.144/2013; Maguire 2010). Na globalnoj razini ova je vrsta navedena kao ranjiva na IUCN-ovoj listi ugroženih vrsta (International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources)(Edsman i sur. 2010), a u Europi se nalazi Dodatku III Konvencije o zaštiti europskih divljih vrsta i prirodnih staništa (Bernska konvencija) te Dodatku V Direktive o zaštiti prirodnih staništa i divlje faune i flore. Obzirom na njihovu ugroženost, potrebno je provoditi istraživanja različitih aspekata njihove biologije i ekologije kako bi se izradili adekvatni planovi upravljanja i programi zaštite.

1.5 Cilj istraživanja

Plemeniti rakovi (*Astacus astacus*) iz porodice Astacidae su jedni od ključnih organizama slatkovodnih ekosustava. Svojim trofičkim aktivnostima te fizičkim promjenama staništa direktno utječu na samo stanište kao i na ostale slatkovodne organizme. Cilj ovog istraživanja bio je istražiti morfometrijske značajke plemenitog raka iz slatkovodnih sustava sjeverne Hrvatske te utvrditi razlikuju li se geografski udaljene populacije u mjeranim morfometrijskim parametrima. Isto tako cilj je izdvojiti one morfometrijske značajke koje najviše doprinose odvajanju (diskriminaciji) jedinki. S obzirom da su nedavna molekularno-filogenetska istraživanja utvrdila postojanje više odvojenih evolucijskih linija unutar vrste *A. astacus*, cilj ovog rada je bio i utvrditi preklapaju li se eventualno utvrđene razlike u morfometriji rakova, s rezultatima molekularno-filogenetskih istraživanja. Dobiveni podaci će poslužiti kao baza za daljnja istraživanja ove vrste u Hrvatskoj.

2. Područje istraživanja

2.1 Rijeka Vuka

Rijeka Vuka izvire na jugoistočnim obroncima Krndije, a ulijeva se u rijeku Dunav u gradu Vukovaru (Slika 3). U njezinom izvorišnom dijelu nalazi se jezero Borovik. Nakon dvadesetak kilometara toka prelazi u ravničarsko područje i zbog maloga pada sporo teče i meandrira. Ukupna dužina joj iznosi 112 kilometara što je čini jedanaestom najdužom rijekom u Hrvatskoj. Njezino se porječje prostire na 1035 km², odnosno 103.452 ha, i nalazi se u jugoistočnom dijelu Panonske nizine (Knobloch 1879). Radi obrane od štetnog djelovanja voda rijeke Vuke izgrađena je gusta kanalska mreža. Na brdskom dijelu sliva nalaze se povećani padovi te je zbog toga izgrađen veći broj betonskih vodnih stepenica kako bi se spriječila erozija. Nadmorske visine nizinskog područja kroz koji protječe Vuka iznose od 83,50 pa do 100 metara nadmorske visine, dok se na brdskim dijelovima (obronci Krndije) visina kreće do 250 m. Najviši vodostaj Vuke je u razdoblju proljeća, nakon topljenja snijega, i jeseni kada rijeka dobiva najveće količine oborina. Vuka ima nekoliko pritoka, a to su: Bobotski kanal, Gaboška Vučica, kanal Velika Osatina, kanal Gorjan-Punitovci, kanal Maksim kod Budimaca i potok Koritnjak kod Koritne (Hrvatske vode 2009).



Slika 3. Ušće rijeke Vuke u Dunav u Vukovaru (Izvor: www.lotusmedia.hr)

Uzorkovanje plemenitih rakova (*Astacus astacus*) na rijeci Vuki obavili smo kod mjesta Razbojište (Slika 4). Sama rijeka Vuka kod mjesta Razbojište je nedaleko samog izvora i ima

prilično usko regulirano korito s malom količinom vode iz čega možemo zaključiti da je na tom području antropogeni utjecaj velik. Obale rijeke su obrasle nižom vegetacijom, a sama voda je plitka i mutna.

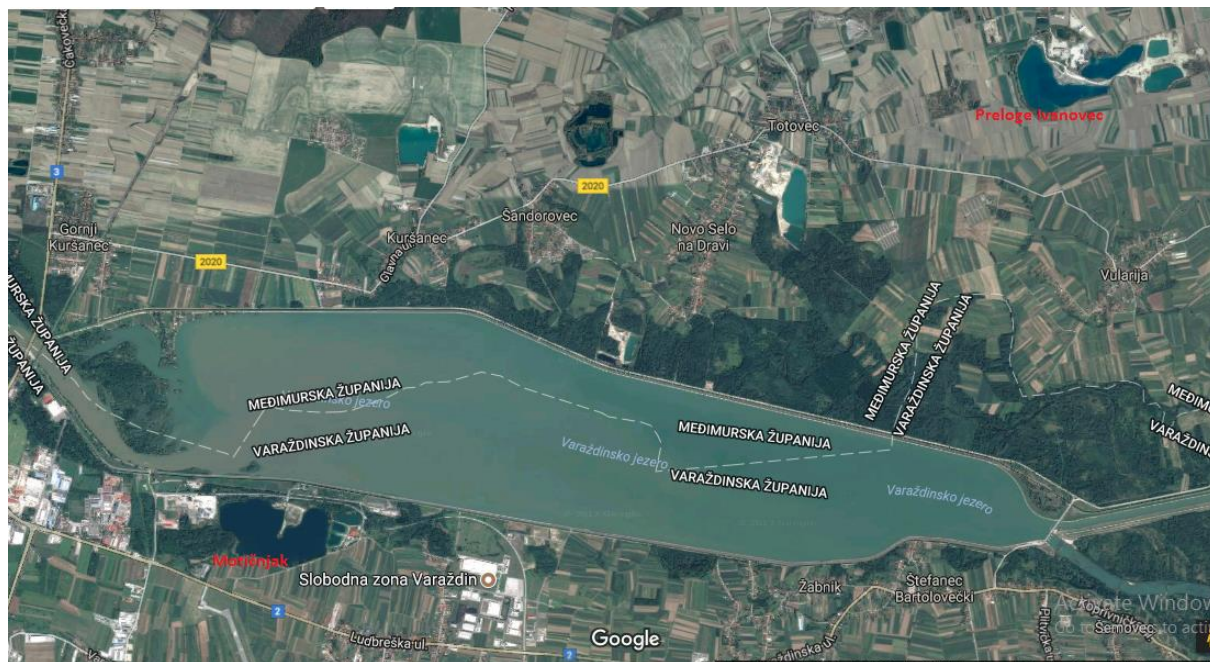


Slika 4. Crvenom bojom je označena pozicija istraživane lokacije Razbojište na rijeci Vuki

2.2 Šljunčare Motičnjak i Preloge Ivanovec

Šljunčare Motičnjak i Preloge Ivanovec (Slika 5) nalaze se u blizini hidroakumulacijskog jezera Varaždin. Šljunčara Preloge Ivanovec nalazi sa sjeverne strane akumulacije i pripada Međimurskoj županiji, dok se šljunčara Motičnjak nalazi s južne strane akumulacije i pripada Varaždinskoj županiji. Šljunčare su nastajale nakon 1970-tih, kao i većina šljunčara na tom prostoru, a razlog nastajanja bio je prvenstveno zbog eksploatacije šljunka i pijeska u svrhu dobivanja građevinskog materijala, za različite potrebe izgradnje velikih objekata kao što su prometnice, nasipi, stambena izgradnja (Hrvatske vode 2009). Navedene šljunčare danas imaju ulogu kao sportski ribnjaci, dok se dijelovi jezera koriste kao kupališta i rekreacijski centri (jezero Motičnjak - Aquacity i jezero Preloge Ivanovec - sportsko ribolovno društvo "Linjak" Ivanovec). Obadvije šljunčare se odlikuju čistom prozirnom vodom i velikom dubinom jezera. Obale su dijelom uređene za kupališta i na njima se nalaze turistički i rekreacijski objekti stoga je antropogeni utjecaj na oba istraživana lokaliteta vrlo visok. Dijelovi jezera iz kojih se vadi šljunak su zone kojima je zabranjen pristup nezaposlenima i

tamo je obala zarasla trskom i drugom nižom priobalnom vegetacijom. Zbog vađenja šljunka s velikih dubina (do 40 m) obale su na mjestima dosta strme, a dubina jezera naglo pada.



Slika 5. Položaj šljunčara Preloge Ivanovec i Motičnjak (karta preuzeta s maps.google.hr)

3. Materijali i metode

Područje istraživanja obuhvatilo je tri lokacije u sjevernoj Hrvatskoj; rijeku Vuku, te šljunčare Motičnjak i Preloge Ivanovec. Postaja Razbojište (koordinate: S. geo. širina = 45,438; I. geo. dužina = 18,258) na rijeci Vuki je istražena 03.08.2015, dok su istraživanja na šljunčarama Motičnjak (koordinate: S. geo. širina = 46,305; I. geo. dužina = 16,386) i Preloge Ivanovec (koordinate: S. geo. širina = 46,345; I. geo. dužina = 16,469) provedena 09.10.2016 odnosno 14.10.2016.

3.1 Uzorkovanje rakova

Za lov rakova korištene su LiNi vrše (Slika 6), profesionalne vrše za lov rakova u većim vodenim tijelima (Westman i sur. 1978). Vrše s mamcem su postavljene u vodu kasno poslijepodne, a vađene su iduće jutro. Kao mamac korišteni su mesni svinjski proizvodi.



Slika 6. Profesionalna LiNi vrša (Izvor: Maguire 2010)

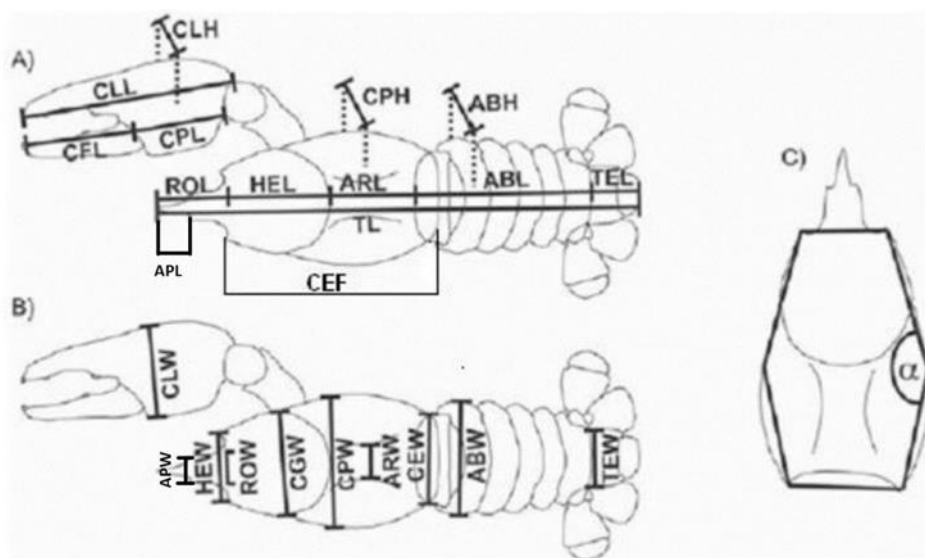
3.2 Mjerenje rakova

Svi ulovljeni rakovi su određeni do vrste, a zatim im je određen spol te su im izmjerene morfometrijske značajke pomoću digitalne pomične mjerke (točnost 0,01 mm). Na svakoj jedinci su izmjerene 24 morfometrijske značajke (za šest značajki su mjerene vrijednosti

lijeve i desne strane tijela), a izračunata je i bočna zakrivljenost karapaksa izražena kao kut α (Slika 7). Morfometrijske mjere preuzete iz Sint i sur. (2005) su uključile slijedeće značajke: totalna dužina (TL), dužina rostruma (ROL), širina rostruma (ROW), dužina glave (HEL), širina glave (HEW), duljina prsa (ARL), širina prsa (ARW), dužina abdomena (ABL), širina abdomena (ABW), visina abdomena (ABH), dužina telzona (TEL) i širina telzona (TEW), širina karapaksa (CPW), širina glave ispred cervikalne brazde (CGW), širina cefalotoraksa prije abdomena (CEW), visina karapaksa (CPH), dužina kliješta (CLL), širina kliješta (CLW), visina kliješta (CLH), dužina dlana kliješta (CPL), dužina pomičnog prsta kliješta (CFL). Dodatne mjere su uključile duljinu cefalotoraksa (CEF), duljinu apeksa rostruma (APL), širinu apeksa rostruma (APW). Bočna zakrivljenost karapaksa (kut α) izračunata je po formuli:

$$\alpha = \arctg \left(\frac{HEL}{\frac{CPW - HEW}{2}} \right) + \arctg \left(\frac{ARL}{\frac{CPW - CEW}{2}} \right)$$

Isto tako, za svaku jedinku su zabilježeni fizički nedostaci, poput nedostatka pojedinog tjelesnog nastavka, prisutnost simptoma bolesti, poput melanizacija te prisutnost nametnika.



Slika 7. Mjerene morfometrijske značajke rakova (prilagođeno iz Sint i sur. 2005).

3.3 Obrada podataka

Svi prikupljeni podaci su uneseni u računalni program Microsoft Excel, potom su normalizirani za veličine tako da im je vrijednost podijeljena s odgovarajućom postorbitalnom duljinom ($POL = HEL + ARL$) (Sint i sur. 2005; Maguire i Dakić 2011) jer je poznato da usporedba različitih veličina životinja mogu dovesti do netočnih objašnjenja (Chambers i sur. 1979). Nakon toga podatci su analizirani u programu Statistica (verzija 13.1). Najprije se koristila deskriptivna analiza da bi mogli opisati sve morfometrijske značajke (broj jedinki, minimalne i maksimalne vrijednosti, srednje vrijednosti, standardne devijacije) svih ulovljenih jedinki na svim lokalitetima. Nakon toga je analizirano postoje li značajne razlike između značajki mjerenih na lijevoj i desnoj strani jedinke (bilateralnih mjera) i razlikuju li se mužjaci i ženke u mjerenim morfometrijskim obilježjima. Za ove analize je korišten t-test. Kako bismo provjerili razlikuju li se proučavane populacije po mjerenim morfometrijskim značajkama provedena je analiza varijanci (ANOVA) s post-hoc testom. ANOVA je metoda kojom se uspoređuju aritmetičke sredine više uzoraka i donosi se zaključak o postojanju (ili ne) razlika između više populacija (Zar 2010). Na taj se način analizira utjecaj jedne ili više kategorijalnih (nezavisnih) varijabli na jednu numeričku kontinuiranu (zavisnu varijablu). Kategorijalne varijable se nazivaju faktorima pa govorimo o jednofaktorskoj, dvofaktorskoj ili višefaktorskoj analizi varijance. U ovom radu korištena je jednosmjerna analiza (Break down and one-way ANOVA) varijance. Uz analizu varijance korišten je i post-hoc test, kojim je utvrđeno između kojih parova populacija postoji značajna razlika za svaku mjerenu morfometrijsku značajku. Kako bi se usporedile sve populacije korišten je Tukey HSD (honestly significant difference) test za nejednaki broj jedinki (N) u populacijama. Na kraju je provedena multivarijantna diskriminantna analiza (MDA) kako bi se utvrdile morfometrijske značajke koje najbolje odvajaju uspoređivane populacije. Za dobivanje grafičkog prikaza diskriminativne analize provedene na morfometrijskim značajkama vrste *A. astacus* napravljena je kanonička analiza. U svim statističkim analizama je korišten nivo značajnosti od 5% ($p < 0,05$).

4. Rezultati

Ukupno je ulovljeno i izmjereno 205 rakova, a broj i spol ulovljenih jedinki po lokacijama su prikazani u Tablici 1. Izmjerene značajke su statistički deskriptivno opisane, odvojeno po populacijama i spolu.

Tablica 1. Broj i spol ulovljenih rakova po lokacijama

lokacija	broj ulovljenih jedinki	
	mužjaci	ženke
Motičnjak	72	39
Preloge Ivanovec	30	32
Vuka Razbojište	17	15
ukupno	119	86
	205	

4.1 Deskriptivna statistika morfometrijskih značajki

Tijekom deskriptivne statističke analize korišteni su sirovi podaci (ne standardizirani/ne normalizirani), odvojeno za mužjake i ženke po populaciji (Prilog 1, 2, 3). Na šljunčari Motičnjak najveći mužjak imao je totalnu dužinu (TL) od 135,52 mm što je ujedno i najveći primjerak ulovljen tijekom ovog istraživanja, dok je najduža ženka bila nešto manja, totalna dužina je iznosila 120,24 mm. Minimalna vrijednost TL u mužjaka je bila 79,88 mm, dok je kod ženki iznosila 68,68 mm. Srednja vrijednost TL svih mužjaka iznosila je 113,24 mm, a kod ženki 97,99 mm. Na lokaciji Preloge Ivanovec maksimalna TL mužjaka iznosila je

132,96 mm, dok je od ženke iznosila 125,25 mm. Minimalna vrijednost TL mužjaka i ženke iznosila je 88,99 mm, odnosno 11,74 mm. Srednje vrijednosti TL iznosile su za mužjake 113,66 mm, a za ženke 101,84 mm. Posljednja lokacija je bilo Razbojište gdje je maksimalna TL mužjaka iznosila 131,39 mm, a u ženki 125,02. Minimalne vrijednosti TL su bile 101,3 mm za mužjake i 96,06 mm za ženke, dok su im srednje vrijednosti iznosile 115,65 mm za mužjake i 110,78 mm za ženke. Iz ovih podataka možemo vidjeti da mužjaci postižu veću totalnu dužinu tijela nego ženske na svim lokacijama.

4.2 Usporedba bilateralnih morfometrijskih značajki

Usporedba bilateralnih morfometrijskih značajki je provedena T-testom za 6 bilateralnih značajki (dužina kliješta (CLL), dužina pomičnog prsta kliješta (CFL), dužina dlana kliješta (CPL), visina kliješta (CLH), širina kliješta (CLW) i duljina cefalotoraksa (CEF)). U analizu nisu uključene jedinke kojima su nedostajala kliješta na jednoj strani tijela ili su imale vidno asimetrična (regenerirana) kliješta. Rezultati T-testa su pokazali da nema značajne razlike između lijeve i desne strane tijela (Prilog 4) što je bilo i očekivano, pa su u daljnjim analizama korištene vrijednosti samo za desnu stranu tijela.

4.3 Usporedba morfometrijskih značajki mužjaka i ženki

Rezultati t-testa su pokazali da u 15 od 24 mjerenih značajki postoji statistički značajna razlika između spolova (Prilog 5) pa su daljnje statističke analize provedene odvojeno za mužjake i ženke. Razlike su najviše uočljive kod izmjerenih vrijednosti za širinu abdomena (ABW), dužinu kliješta (CLL), širinu kliješta (CLW), visinu kliješta (CLH), dužina dlana kliješta (CPL), dužina pomičnog prsta kliješta (CFL).

4.4 Usporedba morfometrijskih značajki između populacija

Kako bi se istražilo razlikuju li se proučavane populacije u mjerenim morfometrijskim značajkama provedena je analiza varijanci (ANOVA), kao i post-hoc test, odvojeno za mužjake i ženke (Tablica 2, Prilog 6, 7).

Tablica 2. Rezultati analize varijanci morfometrijskih značajki za mušjake i ženke. Crveno su označene statistički značajne razlike ($p < 0,05$).

značajka	mušjaci		ženke	
	F	p	F	p
TL	0,079	0,924	0,084	0,920
ROL	10,723	0,000	25,784	0,000
HEL	27,754	0,000	26,026	0,000
ARL	27,754	0,000	26,026	0,000
ABL	0,118	0,889	3,797	0,026
TEL	1,414	0,247	0,467	0,628
CLL	0,338	0,714	1,510	0,227
CFL	0,142	0,867	1,586	0,211
CPL	0,093	0,912	3,589	0,032
CLH	2,157	0,120	8,858	0,000
CLW	4,363	0,015	12,604	0,000
CPH	5,591	0,005	5,693	0,005
ABH	0,687	0,505	1,065	0,349
HEW	16,999	0,000	2,747	0,070
ROW	0,183	0,833	8,423	0,001
CGW	10,874	0,000	6,253	0,003
CPW	1,219	0,299	5,452	0,006
ARW	0,345	0,709	0,693	0,503
CEW	11,698	0,000	8,802	0,000
ABW	5,126	0,007	0,439	0,646
TEW	1,503	0,227	1,150	0,322
CEF	0,209	0,811	0,064	0,938
APL	28,774	0,000	24,079	0,000
APW	48,723	0,000	15,651	0,000
Kut α	0,236	0,790	2,557	0,084

Rezultati su pokazali da postoje statistički značajne razlike u mjerenim morfometrijskim značajkama između populacija i kod mušjaka i ženki, stoga je u sljedećem koraku provedena multivarijantna diskriminantna analiza (MDA) kako bi se ustanovile morfometrijske značajke koje najbolje odvajaju uspoređivane populacije. MDA je provedena s 25 morfometrijskih značajki, odvojeno za mušjake (Tablica 3) i ženke (Tablica 4).

Tablica 3. Rezultati diskriminativne analize za mužjake

Morfometrijske značajke	Wilks' Lambda	Partial Lambda	F-remove	p-value	Toler.	1-Toler. (R-Sqr.)
APW	0,191	0,608	33,137	0,000	0,495	0,505
APL	0,162	0,715	20,523	0,000	0,542	0,458
HEL	0,138	0,839	9,899	0,000	0,787	0,213
CEW	0,141	0,822	11,181	0,000	0,687	0,313
HEW	0,135	0,859	8,447	0,000	0,465	0,535
CGW	0,127	0,913	4,937	0,009	0,762	0,238
TL	0,133	0,871	7,601	0,001	0,330	0,670
CEF	0,123	0,941	3,225	0,044	0,505	0,495
CPH	0,123	0,946	2,947	0,057	0,597	0,403
CLW	0,141	0,821	11,249	0,000	0,181	0,819
TEL	0,136	0,853	8,886	0,000	0,176	0,824
CPL	0,121	0,961	2,067	0,132	0,233	0,767
CLL	0,121	0,960	2,165	0,120	0,295	0,705
ABL	0,120	0,964	1,934	0,150	0,541	0,459

Tablica 4. Rezultati diskriminativne analize za ženke

Morfometrijske značajke	Wilks' Lambda	Partial Lambda	F-remove	p-value	Toler.	1-Toler. (R-Sqr.)
HEL	0,072	0,853	5,793	0,005	0,635	0,365
APL	0,077	0,798	8,500	0,001	0,334	0,666
APW	0,069	0,886	4,327	0,017	0,406	0,594
CGW	0,076	0,808	7,940	0,001	0,279	0,721
TEW	0,068	0,892	4,044	0,022	0,309	0,691
CEW	0,075	0,817	7,525	0,001	0,450	0,550
ROL	0,070	0,873	4,889	0,010	0,479	0,521
TEL	0,070	0,867	5,157	0,008	0,331	0,669
ROW	0,072	0,844	6,176	0,003	0,281	0,719
ABL	0,067	0,908	3,385	0,040	0,426	0,574
HEW	0,068	0,903	3,609	0,032	0,284	0,716
CPH	0,066	0,921	2,892	0,062	0,248	0,752
ABW	0,065	0,935	2,343	0,104	0,375	0,625
ABH	0,065	0,938	2,229	0,116	0,465	0,535
ARW	0,063	0,972	0,977	0,382	0,622	0,378
CLH	0,064	0,951	1,735	0,184	0,114	0,886
CLW	0,063	0,971	1,001	0,373	0,115	0,885

Postoci ispravnih klasifikacija dobiveni diskriminativnom analizom su visoki i za mužjake i ženke (Tablica 5. i 6.). Ukupno je točno klasificirano 94,1% mužjaka i 96,5% ženki. Postotak po populaciji kretao se od 90% do 100% za mužjake, a od 90,6% do 100% za ženke. Iz tablica se također može vidjeti da lokacija Razbojište kod rijeke Vuke ima 100% točnosti klasificiranih jedinki iz oba spola. Kod mužjaka je zanimljivo da lokacija Motičnjak ima relativno visok postotak klasificiranih mužjaka od 94%, ali možemo uočiti da 4 jedinke imaju karakteristike koje bi po prosjeku odgovarale lokaciji Preloge Ivanovec, a lokacija Preloge Ivanovec ima najmanji postotak 90% točne klasifikacije i u toj populaciji imamo 2 jedinke koje bi odgovarale lokaciji Motičnjak i 1 jedinku koja bi pripala Razbojištu. Kod ženki postotak točnosti nešto je veći i dvije lokacije imaju točnost klasificiranih ženki 100% dok lokacija Preloge Ivanovec sugerira da po srednjoj vrijednosti postoje 3 jedinke koje bi pripale lokaciji Motičnjak.

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

lokaliteti	% točno klasificiranih	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak	94,444	68	4	0
Preloge Ivanovec	90	2	27	1
Razbojište	100	0	0	17
ukupno	94,118	70	31	18

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

lokaliteti	% točno klasificiranih	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak	100	39	0	0
Preloge Ivanovec	90,625	3	29	0
Razbojište	100	0	0	15
ukupno	96,5116	42	29	15

4.5 Kanonička analiza

Izračunata je struktura diskriminativne funkcije, odnosno standardizirani kanonički koeficijenti, svojstvena vrijednost i objašnjena varijanca za kanoničku diskriminativnu funkciju za mužjake (tablica 7) i ženke (tablica 8). Kod mužjaka je širina kliješta (CLW)

značajka s visokom vrijednošću (-1,168) u prvoj diskriminacijskoj funkciji (Root 1), što znači da se na temelju nje mužjaci iz različitih populacija mogu dobro razlikovati. Isto tako visoku vrijednost u prvoj diskriminantnoj funkciji imaju i dužina telzona (TEL) i totalna dužina (TL). U drugoj diskriminantnoj funkciji (Root 2) visoku vrijednost imaju širina apeksa rostruma (APW) (-0,962), duljina apeksa rostruma (APL), širina cefalotoraksa prije abdomena (CEW) (Tablica 7).

Tablica 7. Rezultati MDA za mužjake: standardizirani koeficijenti kanoničkih diskriminantnih funkcija. Najviše vrijednosti označene su crvenom bojom.

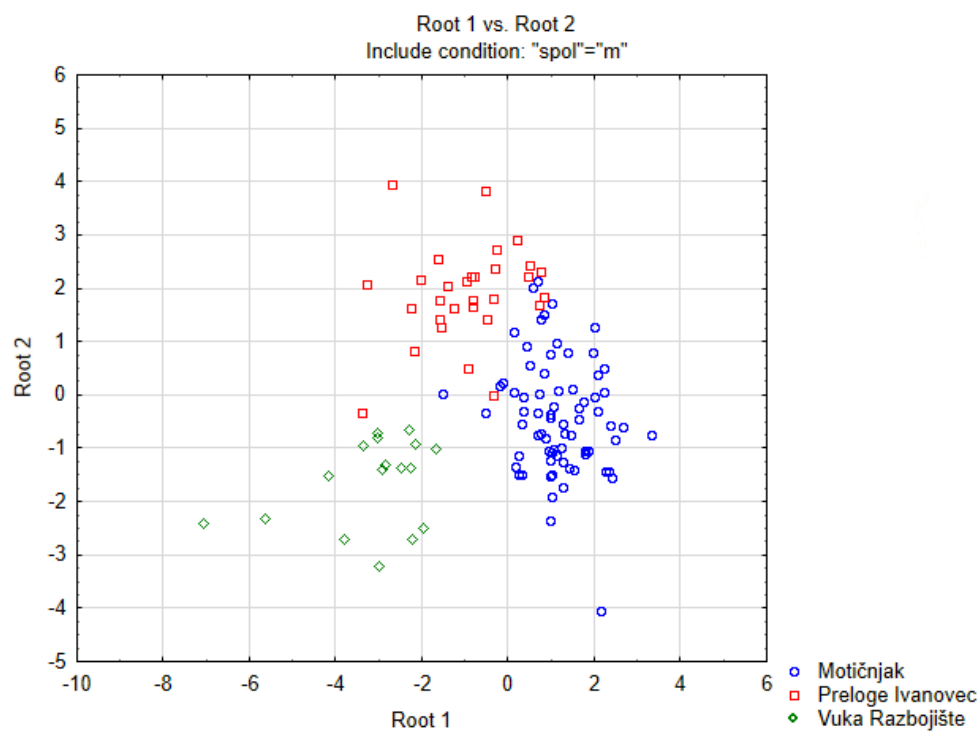
Mužjaci		
	Root 1	Root 2
APW	0,584	-0,962
APL	0,045	0,942
HEL	0,461	0,298
CEW	0,016	-0,663
HEW	0,586	0,310
CGW	0,131	-0,417
TL	-0,686	0,298
CEF	0,385	-0,134
CPH	-0,285	-0,234
CLW	-1,168	-0,135
TEL	1,078	0,050
CPL	0,471	-0,103
CLL	0,285	0,364
ABL	0,201	0,253
Eigenval	2,534	1,439
Cum.Prop	0,638	1,000

Kod ženki je širina glave ispred cervikalne brazde (CGW) značajka s visokom vrijednošću u drugoj diskriminacijskoj funkciji (Root 2) koja dobro razdvaja ženke iz različitih populacija. Veliku vrijednost u toj funkciji imaju i širina rostruma (ROW), duljina apeksa rostruma (APL), širina telzona (TEW), visina krapaksa (CPH), širina apeksa rostruma (APW). U prvoj funkciji (Root 1) visoku vrijednost imaju širina cefalotoraksa (CEW), dužina telzona (TEL), širina glave (HEW) (Tablica 8).

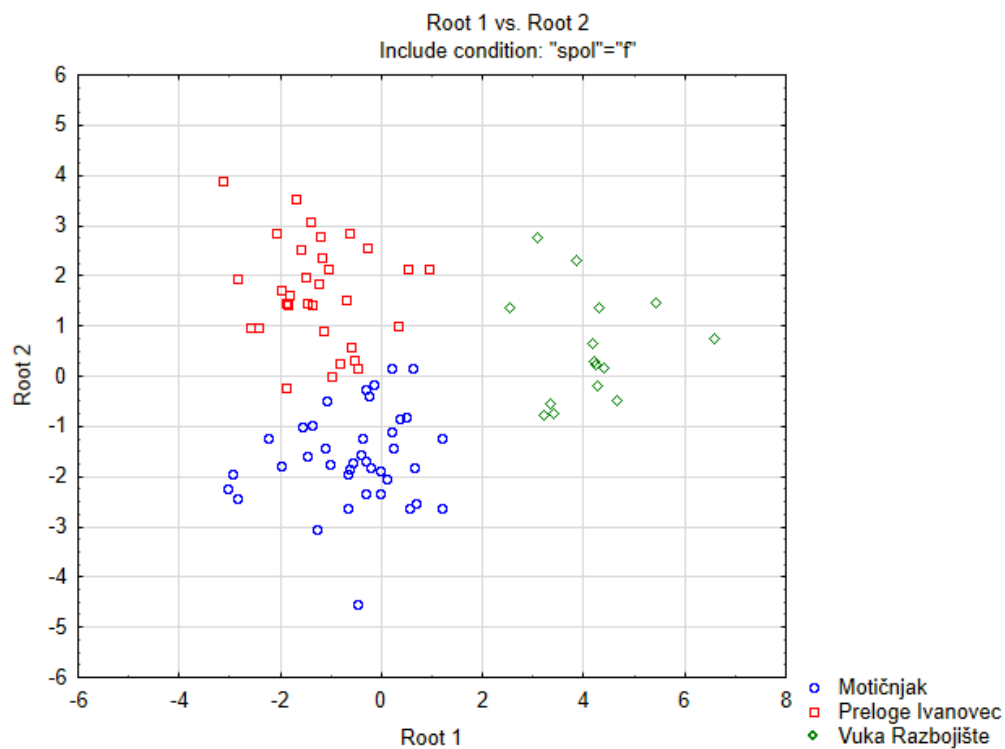
Tablica 8. rezultati MDA za ženke: standardizirani koeficijenti kanoničkih diskriminantnih funkcija. Najviše vrijednosti označene su crvenom bojom.

Ženke		
	Root 1	Root 2
HEL	-0,518	-0,167
APL	-0,581	0,692
APW	0,062	-0,629
CGW	0,132	-0,977
TEW	-0,151	0,684
CEW	0,717	0,003
ROL	-0,579	0,024
TEL	0,671	0,256
ROW	0,370	-0,795
ABL	-0,444	0,290
HEW	-0,657	-0,030
CPH	0,130	0,660
ABW	-0,077	-0,491
ABH	-0,411	-0,005
ARW	0,213	0,117
CLH	-0,526	0,548
CLW	0,439	-0,377
Eigenval	3,822	2,396
Cum.Prop	0,615	1,000

Kako bi se dobio bolji uvid u povezanost, odnosno odvojenost populacija napravljeni su i grafički prikazi za vizualni prikaz diskriminacije grupa/populacija mužjaka (Slika 8) i ženki (Slika 9).



Slika 8. Diskriminacija mužjaka proučavanih populacija prema prve dvije diskriminantne funkcije



Slika 9. Diskriminacija ženki proučavanih populacija prema prve dvije diskriminantne funkcije.

Iz grafova se može vidjeti da se populacija s lokaliteta Razbojište na rijeci Vuki u oba spola najviše razlikuje/odvaja od populacija s ostala dva lokaliteta. S obzirom da je ova populacija geografski najudaljenija od populacija Motičnjak i Preloge, možemo zaključiti da postoji određene podudarnost između geografske udaljenosti i morfometrijskih značajki.

Iz Slike 8 je vidljivo da se po diskriminantnoj funkciji 2 (Root 2) odvajaju mušjaci iz Razbojišta i ostale dvije populacije. Funkcija dva je karakterizirana visokom negativnom vrijednošću APW i CEW pa možemo reći što su vrijednosti APW i CEW manje, to je veća vjerojatnost da mušjak pripada populaciji Razbojište. Kod diskriminantne funkcije 1 (Root 1) mušjaci iz Razbojišta se također relativno dobro odvajaju od ostale dvije populacije. Funkcija 1 je karakterizirana visokim negativnim vrijednostima CLW i TL pa možemo reći što su vrijednosti CLW i TL manje, to je veća vjerojatnost da mušjak pripada populaciji Razbojište.

Kod ženki odvojenost populacija je bolje uočljiva (Slika 9). Posebno po drugoj diskriminantnoj funkciji (Root 2) gdje se jasno odvajaju ženke iz Razbojišta i ostale dvije populacije. Funkcija dva je karakterizirana visokom negativnom vrijednošću CGW i ROW pa možemo reći što su vrijednosti CGW i ROW manje, to je veća vjerojatnost da ženke pripadaju populacijama Motičnjak ili Preloge Ivanovec, odnosno što je vrijednost veća, veća je i vjerojatnost da ženke pripadaju populaciji Razbojište. U diskriminantnoj funkciji 1 (Root 1) ženke iz Razbojišta se donekle odvajaju od ostale dvije populacije. Funkcija jedan je karakterizirana visokom pozitivnom vrijednošću CEW i TEL pa možemo reći što su vrijednosti CEW i TEL veće, to je veća vjerojatnost da ženke pripadaju populaciji Razbojište, odnosno Preloge.

5. Rasprava

5.1 Općenite karakteristike populacija

U prijašnjim istraživanjima slatkovodnih rakova porodice Astacidae u analize su bile uključivane malobrojne morfometrijske značajke te je stoga diskriminacija proučavanih populacija bila slabija (npr. Grandjean i Souty-Grosset 2000). Uključivanjem većeg broja morfometrijskih značajki u istraživanja slatkovodnih rakova diskriminante analize su postale pouzdan i često korišten alat za razdvajanje/odvajanje populacija (Sint i sur. 2005, 2006, 2007, Maguire i sur. 2017).

Ovo je istraživanje provedeno na 205 jedinki rakova vrste *A. astacus* (riječni rak) ulovljenih na tri različite lokacije. Najudaljenija lokacija je Razbojište na rijeci Vuki koja se nalazi u istočnoj Hrvatskoj dok su šljunčare Motičnjak i Preloge Ivanovec relativno blizu jedna drugoj i nalaze se na sjeveru Hrvatske. Najveći broj ulovljenih jedinki rakova vrste *A. astacus* bio je na šljunčari Motičnjak (111 jedinki), dok na šljunčari Preloge Ivanovec broj je bio nešto manji (62 jedinke). Rijeka Vuka se odlikuje najmanjim brojem ulovljenih primjeraka (32 jedinke). Uspoređujući ove vrijednosti može se zaključiti da je populacija plemenitog raka na lokaciji Motičnjak veća, ali treba imati na umu da aktivnost (ulov) varira ovisno o istraživanom lokalitetu i vremenu lova (Hudina i sur. 2011). Poznato je da uspješnost ulova varira tokom godine, ovisno o aktivnosti jedinki i njihovom godišnjem ciklusu koji je povezan s temperaturom vode. Više temperature povećavaju vjerojatnost ulova jer se pri višim temperaturama povećava metabolizam i pokretljivost jedinki (Ackefors 1999). Ukupna dužina svih ulovljenih mužjaka vrste *Astacus astacus*, je bila veća od dužine koja indicira spolnu zrelost, dok su dužine ženki bile i ispod i iznad granica spolne zrelosti (Prilog 1, 2, 3). Mužjaci ove vrste dosežu spolnu zrelost pri ukupnoj dužini od 6,0 – 7,0 cm, dok su ženke spolno zrele pri 7,6 do 9,5 cm ukupne dužine tijela (Abrahamsson 1966). Ukupna dužina najmanjeg ulovljenog mužjaka s Motičnjaka iznosila je 79,88 mm, a najmanje ulovljene ženke, iz Motičnjaka, iznosila je 68,68 mm, što znači da su najmanji primjerci mužjaka iznad granice dužine spolne zrelosti, a ženke ispod granice dužine spolne zrelosti. Ukupna dužina najmanjeg mužjaka na lokalitetu Preloge Ivanovec je 88,99 mm, a najmanje ženke 81,74 mm, što znači da su oba primjerka u dužinskim granicama spolne zrelosti. Ukupna dužina najmanjeg ulovljenog mužjaka s Razbojišta iznosila je 101,3 mm, a najmanje ulovljene ženke, iz Razbojišta, iznosila je 96,06 mm, što znači da su oba spola iznad granica dužine spolne zrelosti.

U populacijama na lokalitetima Preloge Ivanovec i Razbojište nije bilo značajne razlike između broja ulovljenih mužjaka i ženki, dok je na lokalitetu Motičnjak zabilježena razlika između broja ulovljenih mužjaka i ženki; uhvaćeno su 72 mužjaka i 39 ženki. Moguće razlike u omjeru spolova na ovom lokalitetu mogu biti posljedica dinamike godišnjih ciklusa ove vrste. Naime, jedinke vrste *A. astacus* se pare tokom rujna i listopada, a ženke su slabije aktivne od jeseni do proljeća kada nose jaja (Bubb i sur. 2006).

5.2 Morfometrijske značajke

Jedinkama su izmjerena 24 morfometrijska obilježja i izračunata im je zakrivljenost karapaksa. Kada usporedimo morfometrijske podatke dobivene u ovom istraživanju s podacima prikupljenim u istraživanju riječnih rakova u ekosustavu Plitvičkih jezera (Špoljarić 2013) (max. vrijednost TL mužjaka 138,8 mm i ženke 116,4 mm), odnosno u rijeci Orljava (Faller i sur. 2006) (max. vrijednost TL mužjaka 136,9 mm, a ženke 117,8 mm), možemo zaključiti da je ukupna dužina i mužjaka i ženki istraženih tijekom izrade ovog diplomskog u skladu s prethodno prikupljenim podacima.

Dobiveni rezultati t-testa za usporedbu morfometrijskih značajki mužjaka i ženki pokazali su da postoje statistički značajne razlike u morfometrijskim značajkama između spolova. Nadalje, uočene značajne razlike u morfometrijskim značajkama mužjaka i ženki, posebice značajki kliješta i abdomena, su bile očekivane jer je poznato da u rakova porodice Astaciadae postoji spolni dimorfizam koji se javlja nakon postizanja spolne zrelosti. Zbog alometrijskog rasta koji nastupa po postizanju spolne zrelosti, mužjacima pojačano rastu kliješta, a ženkama abodmen, te su u konačnici mužjaci veći i teži od ženki iste starosti (Souty-Grosset i sur. 2006). Kako bi se usporedile morfometrijske značajke između lokaliteta/populacija provedena je analiza varijanci (ANOVA) odvojeno za mužjake i ženke. Rezultati su pokazali kako među istraživanim populacijama postoje statistički značajne razlika u većini mjerenih morfometrijskih karakteristika oba spola. Rezultati istraživanja pokazuju da su se ženke značajno razlikovale u 14 morfometrijskih značajki od ukupno 25 mjerenih morfometrijskih značajki, dok su se mužjaci razlikovali u 11 morfometrijskoj značajki od ukupno 25 mjerenih značajki (Tablica 2). Također provedena je multivarijantna diskriminantna analiza kako bi se utvrdilo koje morfometrijske značajke najviše pridonose razdvajanju mužjaka i ženki. Morfometrijska značajka koje najbolje odvaja istraživane populacije kod mužjaka je širina kliješta, a kod ženki širina glave ispred cervikalne brazde (Tablice 7 i 8). Grafičkim prikazom

kanoničke diskriminativne analize vidljivo je da se u slučaju oba spola (Slike 8 i 9), populacija Razbojišta najviše izdvaja, a između populacija Motičnjaka i Preloge Ivanovec postoji određeno preklapanje. Rezultati multivarijantne diskriminantne analize su pokazali da je postotak točno klasificiranih jedinki vrlo visok. Zanimljivo je što neki rezultati multivarijantne diskriminantne ukazuju na blagu sličnost pojedinih jedinki populacija međusobno geografski bližih lokacija, dok isto tako pokazuju jasnu odvojenost populacije iz Razbojišta, koja je geografski odvojenija od ostale dvije istraživane populacije. Ovi rezultati su u skladu s rezultatima prijašnjih istraživanja provedenih na populacijama vrste *Astacus leptodactylus* (Maguire i Dakić, 2011) te vrsti *Austropotamobius torrentium* i *A. astacus* (Sint i sur. 2005). Naime, rezultati ukazuju da su geografski bliske populacije sličnijih morfometrijskih značajki za razliku od geografski udaljenih populacija. Isto tako, usporedbom ovih rezultata i preliminarnih rezultata molekularno-filogenetskih istraživanja (usmeno priopćenje Mišel Jelić) možemo zaključiti da postoji njihovo djelomično preklapanje te da se haplotipovi jedinki iz Motičnjaka i Preloga odvajaju od haplotipova iz Razbojišta. Stoga u konačnici možemo zaključiti da su uočene morfometrijske razlike između proučavanih populacija najvjerojatnije posljedica kombinacije genetskih značajki kao i prilagodbe rakova specifičnim uvjetima lokalnih staništa. Slično je utvrđeno u istraživanjima Mijošek i sur. (2017) i Preininger (2017). U budućim istraživanjima treba dodatno istražiti populacije upotrebom većeg broja nuklearnih biljega, te u analize uključiti veći broj populacija ove vrste.

6. Zaključak

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

Istraživanja su jasno pokazala da se i mužjaci i ženke sve tri istražene populacije, koje se nalaze na odvojenim lokalitetima, razlikuju u mjerenim morfometrijskim značajkama i da je postotak točno klasificiranih jedinki visok.

Rezultati ukazuju da se morfometrijske značajke geografski bližih populacija (Motičnjak i Preloge) razlikuju manje nego što je to slučaj s geografski udaljenijim populacijama (Motičnjak, Preloge – Razbojište).

Rezultati diskriminantne analize pokazuju da se neke morfometrijske značajke mogu koristiti u diskriminaciji/razdvajanju populacija. Kod mužjaka su to širina apeksa rostruma (APW), duljina apeksa rostruma (APL), širina cefalotoraksa (CEW) i širina kliješta (CLW), a kod ženki su to duljina apeksa rostruma (APL), širina glave ispred cervikalne brazde (CGW), širina cefalotoraksa prije abdomena (CEW) i širina rostruma (ROW).

Pretpostavljamo da su uočene razlike u morfometrijskim značajkama između populacijama riječnih rakova najvjerojatnije posljedica kombinacije genetičkih i okolišnih mehanizama.

Ovim je istraživanjem potvrđeno da je analiza velikog broja morfometrijskih značajki pouzdan i jeftin alat za diskriminaciju slatkovodnih deseteronožnih rakova vrste *Astacus astacus*.

Dobiveni rezultati će u kombinaciji s rezultatima molekularno-filogenetskih istraživanja poslužiti kao baza za buduće programe konzervacije ove ugrožene vrste.

7. Literatura:

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

Ackefors H. (1999): Observations on the yearly life cycle of *Astacus astacus* in a small lake in Sweden. *Freshwater crayfish* 12: 413-429.

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.

Crandall K.A., Buhay J.E. (2008): Global diversity of crayfish (Astacidae, Cambaridae, and Parastacidae-Decapoda) in freshwater. *Hydrobiologia* 595: 295–301.

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.

Faller M., Maguire I., Klobučar G. (2006): Annual activity of the noble crayfish (*Astacus astacus*) in Orłjava river (Croatia). *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 19: 29-33.

Fevolden E., Hessen D. (1989): Morphological and genetic differences among recently founded populations of noble crayfish (*Astacus astacus*). *Hereditas* 110: 149–158.

Füreder L., Edsman L., Holdich D., Kozak P., Machino Y., Pockl M., Renai B., Reynolds J., Schulz R., Schulz H., Sint D., Taugbol T., Trouilhé MC. (2006): Indigenous crayfish. Habitat and threats. U: Souty-Grosset C., Holdich D., Noël P.Y., Reynolds J., Haffner P. (eds): Atlas of crayfish in Europe. Paris, Musée National d'Histoire Naturelle: 25–47.

Gherardi F. (2011): Towards a sustainable human use of freshwater crayfish (Crustacea, Decapoda, Astacidea). *Knowledge and management of aquatic ecosystems* 401: 2.

Holdich D. (2002): Distribution of crayfish in Europe and some adjoining countries. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 367: 611–650.

Holdich D., Reynolds J., Souty-Grosset C., Sibley P. (2009): A review of the ever increasing threat to European crayfish from non-indigenous crayfish species. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 11: 394–395.

Hrvatske vode (2009.): Strategija upravljanja vodama. Dostupno na: http://www.voda.hr/sites/default/files/dokumenti/strategija_upravljanja_vodama.pdf,
Pristupljeno: 12.06.2017

Hudina S., Janković S., Lucić A., Žganec K. (2011): The status of *Astacus astacus* in the northernmost part of Croatia (Međimurje County) in the face of invasion by *Pacifastacus leniusculus* (Crustacea: Astacidae). *Lauterbornia* 72: 31-44.

Ivanka Špoljarić, Ivana Maguire, Goran Klobučar (2013): The Indigenous Crayfish of Plitvice Lakes National Park, Croatia. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 383: 92-94

IUCN (2015): IUCN red list of threatened species. www.iucnredlist.org. Pristupljeno: 09.06.2017.

Knobloch A. (1879.): Bericht über die regulierung der Vuka, Wien. *Essekiana* 25: 33-43.

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

Maguire I. (2010): Slatkovodni rakovi – Priručnik za inventarizaciju i praćenje stanja. Zagreb, Državni zavod za zaštitu prirode: 44.

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

Mijošek T., Jelić M., Mijošek V., Maguire I. (2017): Molecular and morphometric characterisation of the invasive signal crayfish populations in Croatia. *Limnologica* 63: 107-118.

Nyström P., Brönmark C., Granéli W. (1996): Patterns in benthic food webs: a role for omnivorous crayfish? *Freshwater Biology* 36(3): 631–646.

Obradović J. (1988): Slatkovodni rakovi na tlu Jugoslavije – vrste, bolesti, uzgoj, zaštita: 43, 55-59

Papavlasopoulou I., Perdikaris C., Vardakas L., Paschos I. (2014): Enemy at the gates: introduction potential of non-indigenous freshwater crayfish in Greece via the aquarium trade. *Central European Journal of Biology* 9(1): 11–18.

Pravilnik o strogo zaštićenim vrstama (N.N. br.144/2013).

Preininger Tamara: morfološke značajke uskoškarog raka (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) u sjeverozapadnoj Hrvatskoj/završni rad – diplomski/integralni studij. Zagreb, Hrvatska : Prirodoslovno-matematički, 20.06. 2017: 25-27.

Sint D., Dalla Via J., Füreder L. (2005): Morphological variations in *Astacus astacus* L. and *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet) populations. Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture 376–377 :637–652.

Sint D., Dalla Via J., Füreder L. (2007): Phenotypical characterization of indigenous freshwater crayfish populations. Journal of Zoology 273(2): 210–219.

Skurdal J., Taugbøl T. (2002): *Astacus*. U: Holdich D.M. (ur.) Biology of freshwater crayfish. Blackwell Science, Oxford: 467-510.

Usio N., Townsend C.R. (2004): Roles of crayfish: consequences of predation and bioturbation for stream invertebrates. Ecology 85(3): 807–822.

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

Zakon o zaštiti prirode (N.N. br. 80/13).

Zar H. Jerrold (2010): Biostatistical Analysis, Books a la Carte Edition, 5th Edition, Northern Illinois University: 44-75

Zimmerman J.K.M. (2012): Noble crayfish (*Astacus astacus*) in a changing world – implications for management. Dissertation, University of Sweden: 39-53.

8. Prilozi

Prilog 1. Srednje vrijednosti, minimumi, maksimumi i standardne devijacije morfometrijskih značajki vrste <i>Astacus astacus</i> za lokalitet Motičnjak.....	I
Prilog 2. Srednje vrijednosti, minimumi, maksimumi i standardne devijacije morfometrijskih značajki vrste <i>Astacus astacus</i> za lokalitet Preloge Ivanovec	II
Prilog 3. Srednje vrijednosti, minimumi, maksimumi i standardne devijacije morfometrijskih značajki vrste <i>Astacus astacus</i> za lokalitet Razbojište.....	III
Prilog 4. Rezultati t-testa za razlike u mjernim morfometrijskim značajkama između lijeve i desne strane tijela rakova.....	III
Prilog 5. Rezultati t-testa mjerenih morfometrijskih značajki za razlike između spolova.....	IV
Prilog 6. Rezultati post-hoc testa po pojedinim morfometrijskim značajkama za mužjake.....	IV
Prilog 7. Rezultati post-hoc testa po pojedinim morfometrijskim značajkama za ženke.....	X

Prilog 1. Srednje vrijednosti, minimumi, maksimumi i standardne devijacije morfometrijskih značajki vrste *Astacus astacus* za lokalitet Motičnjak

Spol	Mužjaci (72 jedinki)				Ženke (39 jedinki)			
Morfometrijske značajke	SV	Min.	Max.	SD	SV	Min.	Max.	SD
TL	113,244	79,880	135,520	12,384	97,992	68,680	120,240	12,985
ROL	15,384	7,580	19,180	2,063	13,226	9,600	16,250	1,513
HEL	26,714	19,580	33,110	3,193	22,397	16,500	27,250	2,736
ARL	18,896	12,210	23,820	2,484	15,555	9,730	18,890	2,183
ABL	40,125	31,170	59,300	4,613	36,474	28,900	44,250	4,190
TEL	15,809	10,260	55,980	5,117	13,379	10,300	17,070	1,658
CLL	55,455	31,560	78,300	10,687	34,994	22,800	47,170	6,659
CFL	33,578	18,460	47,480	6,650	21,619	13,970	29,000	4,045
CPL	23,034	12,200	33,370	4,811	14,026	8,670	19,170	2,973
CLH	13,761	7,620	25,480	3,155	8,252	4,700	12,000	1,834
CLW	24,012	14,080	56,320	5,671	15,340	9,110	21,930	3,245
CPH	28,643	13,760	35,680	3,865	23,788	16,210	29,290	3,217
ABH	15,771	10,910	21,100	1,891	14,570	10,220	19,220	2,088
HEW	17,482	11,220	21,670	2,292	14,376	10,750	17,530	1,604
ROW	13,917	10,040	22,070	1,781	11,646	8,330	14,040	1,379
CGW	26,665	18,040	33,000	3,274	21,683	15,470	26,460	2,813
CPW	32,637	21,520	63,060	5,648	25,775	17,790	33,620	3,811
ARW	8,000	2,890	23,400	2,563	7,158	4,170	9,470	1,049
CEW	21,981	15,880	27,900	2,713	18,734	13,440	23,950	2,291
ABW	26,463	19,240	33,550	3,238	25,770	17,640	34,490	3,720
TEW	14,123	7,090	17,160	1,614	12,724	9,060	15,650	1,671
CEF	53,200	21,120	66,260	7,362	43,758	32,440	52,400	5,302
APL	6,621	4,510	8,480	1,008	5,568	3,290	8,000	1,028
APW	2,864	1,830	4,040	0,655	4,922	1,310	101,000	16,014
Kut α	1,569	0,921	1,735	0,097	1,642	1,450	1,877	0,079

Prilog 2. Srednje vrijednosti, minimumi, maksimumi i standardne devijacije morfometrijskih značajki vrste *Astacus astacus* za lokalitet Preloge Ivanovec

Spol	Mužjaci (30 jedinki)				Ženke (32 jedinki)			
Morfometrijske značajke	SV	Min.	Max.	SD	SV	Min.	Max.	SD
TL	113,659	88,990	132,960	12,101	101,838	81,740	125,250	21,281
ROL	15,156	4,280	18,560	2,590	14,277	10,690	17,450	2,037
HEL	26,529	19,790	37,040	3,920	23,248	16,130	32,850	3,652
ARL	19,166	14,270	24,040	2,635	16,720	11,490	21,270	2,540
ABL	40,308	32,330	48,000	3,841	39,396	27,550	48,440	5,374
TEL	14,539	10,350	17,830	1,754	14,035	9,970	16,850	1,716
CLL	55,951	33,440	81,410	12,705	37,767	23,750	49,180	6,828
CFL	33,874	20,260	50,100	7,869	22,113	6,450	30,740	4,934
CPL	22,898	11,690	32,550	5,683	15,257	7,840	20,020	3,474
CLH	13,982	7,140	20,670	3,470	9,288	4,980	13,360	2,108
CLW	23,592	12,830	32,990	5,304	16,909	10,390	23,700	3,348
CPH	28,104	17,790	35,570	4,116	25,483	17,200	31,430	3,678
ABH	15,668	12,840	19,020	1,776	15,511	11,000	19,250	2,207
HEW	16,525	12,520	20,380	2,012	14,826	10,760	17,630	1,737
ROW	13,868	9,930	29,250	4,269	11,654	8,280	13,770	1,485
CGW	24,599	14,130	34,560	3,998	21,875	14,800	26,650	3,015
CPW	31,793	23,030	38,580	4,379	27,450	18,640	34,090	4,403
ARW	8,242	6,730	10,100	0,951	7,721	5,020	10,600	1,113
CEW	20,860	17,520	25,140	2,105	19,733	13,640	24,080	2,644
ABW	25,487	19,100	32,220	3,070	26,823	17,080	33,660	4,156
TEW	14,017	10,840	16,630	1,458	13,608	9,270	16,410	1,780
CEF	52,697	40,680	64,630	6,439	45,994	30,640	56,570	6,688
APL	6,773	5,250	7,970	0,721	6,157	3,500	7,840	1,163
APW	2,042	1,510	2,800	0,327	2,045	1,320	2,890	0,439
Kut α	1,580	1,329	1,768	0,078	1,624	1,529	1,788	0,061

Prilog 3. Srednje vrijednosti, minimumi, maksimumi i standardne devijacije morfometrijskih značajki vrste *Astacus astacus* za lokalitet Razbojište

Spol	Mušjaci (17 jedinki)				Ženke (15 jedinki)			
Morfometrijske značajke	SV	Min.	Max.	SD	SV	Min.	Max.	SD
TL	115,647	101,300	131,390	10,788	110,780	96,060	125,020	9,205
ROL	13,451	8,740	16,230	2,011	12,765	8,490	14,870	1,544
HEL	25,611	21,150	29,950	2,776	23,589	20,550	28,480	2,324
ARL	20,913	17,160	24,500	2,234	19,131	16,580	22,900	1,895
ABL	40,822	36,220	45,340	3,186	40,196	36,390	45,340	2,938
TEL	15,672	13,300	17,860	1,551	15,336	13,370	17,570	1,475
CLL	55,054	43,430	71,160	8,725	41,088	26,350	52,270	6,965
CFL	33,737	24,980	42,790	5,834	25,941	17,860	46,050	6,938
CPL	23,329	17,620	30,640	3,989	17,396	11,160	21,920	3,031
CLH	15,035	11,410	18,160	2,120	10,947	6,150	13,330	1,951
CLW	26,835	21,030	32,030	3,720	20,389	11,600	25,070	3,528
CPH	30,800	25,560	37,550	3,436	27,929	24,540	32,700	2,411
ABH	16,483	14,070	19,810	1,647	16,145	14,540	18,210	1,234
HEW	16,671	13,780	18,840	1,540	15,610	13,960	17,350	1,110
ROW	14,587	11,820	30,570	4,267	12,679	11,250	14,430	1,118
CGW	26,613	22,020	36,800	4,230	23,772	19,810	26,820	2,027
CPW	33,522	24,690	39,480	4,298	30,683	24,340	38,310	3,750
ARW	8,567	7,470	9,940	0,712	8,115	6,320	10,300	1,241
CEW	23,011	19,720	26,230	2,104	22,423	19,810	24,810	1,562
ABW	26,766	22,780	30,580	2,528	28,663	24,110	33,800	2,685
TEW	14,919	12,500	16,680	1,274	14,409	12,330	16,300	1,227
CEF	54,209	45,930	61,290	5,241	49,467	42,920	58,940	4,901
APL	4,708	3,830	5,850	0,732	4,294	3,630	4,940	0,401
APW	1,941	1,390	2,520	0,377	1,859	1,300	2,360	0,346
Kut α	1,560	1,460	2,115	0,147	1,583	1,470	2,049	0,134

Prilog 4. Rezultati t-testa za razlike u mjernim morfometrijskim značajkama između lijeve i desne strane tijela rakova

Usporedba desne i lijeve strane tijela (grupa 1 vs. Grupa 2)								
	SV	SV	t-value	p	SD	SD	F-ratio	p
	Grupa 1	Grupa 2	Grupa 1	Grupa 2	Grupa 1	Grupa2	Grupa 1	Grupa2
CLL-d vs. CLL-l	47,78937	48,08498	-0,2297	0,818424	13,13877	12,91646	1,03472	0,807672
CFL-d vs. CFL-l	29,01073	29,82527	-1,0104	0,312891	8,25923	8,06252	1,04939	0,730959
CPL-d vs. CPL-l	19,69815	19,37239	0,5691	0,569589	5,84556	5,74396	1,03569	0,802498
CLH-d vs. CLH-l	11,94654	11,6098	0,9399	0,347814	3,66712	3,58656	1,04543	0,751345
CLW-d vs. CLW-l	21,16093	20,69649	0,8192	0,413136	6,04752	5,41434	1,24757	0,115001
CEF-d vs. CEF-l	50,01566	50,17629	-0,2165	0,828673	7,53258	7,48795	1,01196	0,932434

Prilog 5. Rezultati t-testa mjerenih morfometrijskih značajki za razlike između spolova.

Crvenom bojom su označene statistički značajne razlike ($p < 0,05$).

Razlike u morfometrijskim značajkama između mužjaka i ženki										
	M	Ž	t- vrijednost	p	M	Ž	SD	SD	F-ratio	p
	M	Ž			M	Ž	M	Ž		
TL	2,492	2,579	-2,914	0,004	119	86	0,128	0,289	5,082	0,000
ROL	0,331	0,344	-2,438	0,016	119	86	0,043	0,035	1,585	0,025
HEL	0,579	0,581	-0,340	0,734	119	86	0,021	0,022	1,074	0,715
ARL	0,421	0,419	0,340	0,734	119	86	0,021	0,022	1,074	0,715
ABL	0,883	0,970	-10,714	0,000	119	86	0,055	0,060	1,163	0,446
TEL	0,338	0,354	-1,988	0,048	119	86	0,073	0,021	12,038	0,000
CLL	1,206	0,934	16,672	0,000	119	86	0,133	0,086	2,382	0,000
CFL	0,731	0,569	13,279	0,000	119	86	0,083	0,090	1,167	0,436
CPL	0,499	0,378	14,927	0,000	119	86	0,062	0,050	1,591	0,024
CLH	0,303	0,228	13,461	0,000	119	86	0,042	0,034	1,513	0,044
CLW	0,528	0,422	10,901	0,000	119	86	0,077	0,056	1,894	0,002
CPH	0,630	0,636	-0,990	0,323	119	86	0,048	0,029	2,722	0,000
ABH	0,348	0,385	-9,816	0,000	119	86	0,029	0,023	1,558	0,031
HEW	0,375	0,375	-0,137	0,891	119	86	0,022	0,020	1,243	0,289
ROW	0,306	0,300	1,018	0,310	119	86	0,055	0,016	11,198	0,000
CGW	0,572	0,561	1,902	0,059	119	86	0,048	0,029	2,727	0,000
CPW	0,711	0,688	2,878	0,004	119	86	0,062	0,043	2,047	0,001
ARW	0,179	0,191	-2,322	0,021	119	86	0,046	0,021	4,666	0,000
CEW	0,479	0,500	-5,247	0,000	119	86	0,030	0,029	1,078	0,718
ABW	0,575	0,674	-21,321	0,000	119	86	0,032	0,035	1,181	0,402
TEW	0,312	0,338	-8,310	0,000	119	86	0,025	0,017	2,161	0,000
CEF	1,165	1,154	1,053	0,294	119	86	0,081	0,048	2,910	0,000
APL	0,136	0,139	-0,676	0,500	119	86	0,034	0,036	1,112	0,591
APW	0,054	0,053	0,462	0,644	119	86	0,016	0,014	1,417	0,091

Prilog 6. Rezultati post-hoc testa po pojedinim morfometrijskim značajkama za mužjake.

Crveno su označene statistički značajne razlike ($p < 0,05$).

Morfometrijska značajka: TL				Spol: m	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište		
Motičnjak		0,920	1,000		
Preloge Ivanovec	0,920		0,962		
Razbojište	1,000	0,962			

Morfometrijska značajka: ROL		Spol: m	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,8730	0,0001
Preloge Ivanovec	0,8730		0,0010
Razbojište	0,0001	0,0010	

Morfometrijska značajka: HEL		Spol: m	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,2704	0,0001
Preloge Ivanovec	0,2704		0,0001
Razbojište	0,0001	0,0001	

Morfometrijska značajka: ARL		Spol: m	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,2704	0,0001
Preloge Ivanovec	0,2704		0,0001
Razbojište	0,0001	0,0001	

Morfometrijska značajka: ABL		Spol: m	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,9021	0,9934
Preloge Ivanovec	0,9021		0,9125
Razbojište	0,9934	0,9125	

Morfometrijska značajka: TEL		Spol: m	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,2171	0,8959
Preloge Ivanovec	0,2171		0,7002
Razbojište	0,8959	0,7002	

Morfometrijska značajka: CLL		Spol: m	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,9880	0,7339
Preloge Ivanovec	0,9880		0,7204
Razbojište	0,7339	0,7204	

Morfometrijska značajka: CFL		Spol: m	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,9809	0,8981
Preloge Ivanovec	0,9809		0,8584
Razbojište	0,8981	0,8584	

Morfometrijska značajka: CLH		Spol: m	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,9026	0,0994
Preloge Ivanovec	0,9026		0,2784
Razbojište	0,0994	0,2784	

Morfometrijska značajka: CPL		Spol: m	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,9032	0,9957
Preloge Ivanovec	0,9032		0,9716
Razbojište	0,9957	0,9716	

Morfometrijska značajka: CLW		Spol: m	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,8050	0,0245
Preloge Ivanovec	0,8050		0,0161
Razbojište	0,0245	0,0161	

Morfometrijska značajka: CPH		Spol: m	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,5581	0,0145
Preloge Ivanovec	0,5581		0,0042
Razbojište	0,0145	0,0042	

Morfometrijska značajka: ABH		Spol: m	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,9108	0,5983
Preloge Ivanovec	0,9108		0,4824
Razbojište	0,5983	0,4824	

Morfometrijska značajka: HEW		Spol: m	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,0001	0,0002
Preloge Ivanovec	0,0001		0,7849
Razbojište	0,0002	0,7849	

Morfometrijska značajka: ROW		Spol: m	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,9538	0,8972
Preloge Ivanovec	0,9538		0,8181
Razbojište	0,8972	0,8181	

Morfometrijska značajka: CGW		Spol: m	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,0001	0,4334
Preloge Ivanovec	0,0001		0,0693
Razbojište	0,4334	0,0693	

Morfometrijska značajka: CPW		Spol: m	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,3764	0,8889
Preloge Ivanovec	0,3764		0,3602
Razbojište	0,8889	0,3602	

Morfometrijska značajka: ARW		Spol: m	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,8393	0,7488
Preloge Ivanovec	0,8393		0,9687
Razbojište	0,7488	0,9687	

Morfometrijska značajka: CEW		Spol: m	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,0005	0,1915
Preloge Ivanovec	0,0005		0,0002
Razbojište	0,1915	0,0002	

Morfometrijska značajka: ABW		Spol: m	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,0052	0,8332
Preloge Ivanovec	0,0052		0,1822
Razbojište	0,8332	0,1822	

Morfometrijska značajka: TEW		Spol: m	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,8971	0,2842
Preloge Ivanovec	0,8971		0,2210
Razbojište	0,2842	0,2210	

Morfometrijska značajka: CEF		Spol: m	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,7988	0,9984
Preloge Ivanovec	0,7988		0,9120
Razbojište	0,9984	0,9120	

Morfometrijska značajka: APL		Spol: m	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,9554	0,0001
Preloge Ivanovec	0,9554		0,0001
Razbojište	0,0001	0,0001	

Morfometrijska značajka: APW		Spol: m	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,0001	0,0001
Preloge Ivanovec	0,0001		0,1146
Razbojište	0,0001	0,1146	

Morfometrijska značajka: alfa		Spol: m	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,8668	0,9427
Preloge Ivanovec	0,8668		0,7895
Razbojište	0,9427	0,7895	

Prilog 7. Rezultati post-hoc testa po pojedinim morfometrijskim značajkama za ženke. Crveno su označene statistički značajne razlike ($p < 0,05$).

Morfometrijska značajka: TL		Spol: ž	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,9462	0,9909
Preloge Ivanovec	0,9462		0,9286
Razbojište	0,9909	0,9286	

Morfometrijska značajka: ROL		Spol: ž	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,3507	0,0001
Preloge Ivanovec	0,3507		0,0001
Razbojište	0,0001	0,0001	

Morfometrijska značajka: HEL		Spol: ž	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,0762	0,0001
Preloge Ivanovec	0,0762		0,0001
Razbojište	0,0001	0,0001	

Morfometrijska značajka: ARL		Spol: ž	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,0762	0,0001
Preloge Ivanovec	0,0762		0,0001
Razbojište	0,0001	0,0001	

Morfometrijska značajka: ABL		Spol: ž	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,1436	0,4637
Preloge Ivanovec	0,1436		0,0291
Razbojište	0,4637	0,0291	

Morfometrijska značajka: TEL		Spol: ž	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,9982	0,6536
Preloge Ivanovec	0,9982		0,6413
Razbojište	0,6536	0,6413	

Morfometrijska značajka: CLL		Spol: ž	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,4308	0,2621
Preloge Ivanovec	0,4308		0,8307
Razbojište	0,2621	0,8307	

Morfometrijska značajka: CFL		Spol: ž	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,8339	0,3596
Preloge Ivanovec	0,8339		0,1855
Razbojište	0,3596	0,1855	

Morfometrijska značajka: CPL		Spol: ž	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,5590	0,0241
Preloge Ivanovec	0,5590		0,1717
Razbojište	0,0241	0,1717	

Morfometrijska značajka: CLH		Spol: ž	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,1077	0,0003
Preloge Ivanovec	0,1077		0,0396
Razbojište	0,0003	0,0396	

Morfometrijska značajka: CLW		Spol: ž	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,1935	0,0001
Preloge Ivanovec	0,1935		0,0020
Razbojište	0,0001	0,0020	

Morfometrijska značajka: CPH		Spol: ž	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,1705	0,0041
Preloge Ivanovec	0,1705		0,1689
Razbojište	0,0041	0,1689	

Morfometrijska značajka: ABH		Spol: ž	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,5835	0,7934
Preloge Ivanovec	0,5835		0,3523
Razbojište	0,7934	0,3523	

Morfometrijska značajka: HEW		Spol: ž	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,3413	0,0688
Preloge Ivanovec	0,3413		0,5096
Razbojište	0,0688	0,5096	

Morfometrijska značajka: ROW		Spol: ž	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,0005	0,0749
Preloge Ivanovec	0,0005		0,6341
Razbojište	0,0749	0,6341	

Morfometrijska značajka: CGW		Spol: ž	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,0023	0,1926
Preloge Ivanovec	0,0023		0,6028
Razbojište	0,1926	0,6028	

Morfometrijska značajka: CPW		Spol: ž	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,6853	0,0043
Preloge Ivanovec	0,6853		0,0331
Razbojište	0,0043	0,0331	

Morfometrijska značajka: ARW		Spol: ž	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,5012	0,9970
Preloge Ivanovec	0,5012		0,7128
Razbojište	0,9970	0,7128	

Morfometrijska značajka: CEW		Spol: ž	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,9912	0,0005
Preloge Ivanovec	0,9912		0,0010
Razbojište	0,0005	0,0010	

Morfometrijska značajka: ABW		Spol: ž	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,6701	0,7868
Preloge Ivanovec	0,6701		1,0000
Razbojište	0,7868	1,0000	

Morfometrijska značajka: TEW		Spol: ž	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,2912	0,9110
Preloge Ivanovec	0,2912		0,7334
Razbojište	0,9110	0,7334	

Morfometrijska značajka: CEF		Spol: ž	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,9840	0,9707
Preloge Ivanovec	0,9840		0,9325
Razbojište	0,9707	0,9325	

Morfometrijska značajka: APL		Spol: ž	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,1958	0,0001
Preloge Ivanovec	0,1958		0,0001
Razbojište	0,0001	0,0001	

Morfometrijska značajka: APW		Spol: ž	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,0105	0,0001
Preloge Ivanovec	0,0105		0,0083
Razbojište	0,0001	0,0083	

Morfometrijska značajka: alfa		Spol: ž	
Lokaliteti/populacije	Motičnjak	Preloge Ivanovec	Razbojište
Motičnjak		0,6544	0,0674
Preloge Ivanovec	0,6544		0,2854
Razbojište	0,0674	0,2854	

9. ŽIVOTOPIS

Osobni podaci:

- Ime i prezime: Edvin Segin
- Datum rođenja: 17. 10. 1989.
- Adresa stanovanja: Ulica braće Diviš 6, 43000, Bjelovar
- Broj mobilnog telefona: 099 434 3053
- E-mail adresa: edvinsegin@hotmail.com
- Nacionalnost: Hrvat

Završeno obrazovanje:

- Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, preddiplomski studij, smjer: Urbano šumarstvo zaštita prirode i okoliša (sveučilišni prvostupnik struke inženjer urbanog šumarstva zaštite prirode i okoliša)
- Gimnazija Bjelovar, smjer: prirodoslovno matematička gimnazija
- Osnovna škola „II Osnovna škola“, Bjelovar