

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET**

Biološki odsjek

Arta Alii

**MORFOLOŠKE ZNAČAJKE BARSKE KORNJAČE  
*Emys orbicularis* (Linnaeus 1758) IZ NACIONALNOG PARKA  
KRKA**

Diplomski rad

Zagreb, 2018.

Ovaj rad je izrađen na Zoologijskom zavodu Biološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, pod vodstvom Dr. sc. Perice Mustafića, predan je na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu radi stjecanja zvanja magistra znanosti o okolišu.

## ZAHVALE

*Zahvaljujem se puno svom mentoru izv. prof. dr. sc. Perici Mustafiću na tako pozitivnom stavu, svakoj ohrabrujućoj riječi, strpljivosti i pomoći tijekom izrade ovog diplomskog rada...*

*Veliko hvala mom neslužbenom mentoru dr. sc. Dušanu Jeliću na iznimno poučnom terenskom istraživanju, svakom strpljivom pojašnjenju i utrošenom vremenu čak iz dalekog Nepala...*

*Zahvaljujem se puno Marini Blažević na trudu i svojoj pomoći tijekom izrade ovog rada...*

*Hvala mr. sc. Eduardu Kletečkom na susretljivosti i pomoći u Prirodoslovnom muzeju...*

*Posebno hvala Petri Lisičar, članovima HAOP-a i Ani Štih na ukazanom interesu i pomoći...*

*Najveće hvala mojoj obitelji koja me uvijek gurala dalje, Pauli i Kayi na apsolutno svemu, momku Mariu, Zdenku i Katici na predivnoj ljubavi i podršci i svim ostalim predivnim prijateljima s kojima sam okružena!!!*



## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno-matematički fakultet

Biološki odsjek

Diplomski rad

### **Morfološke značajke barske kornjače *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758) iz Nacionalnog parka Krka**

Arta Alii

Rooseveltov trg 6, 10 000 Zagreb

Barska kornjača - *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758) je monotipska vrsta kornjača (Wermuth & Mertens 1961; Ernst & Barbour 1989), koja nastanjuje veći dio Europe, te dijelove Azije i Afrike. Jedna je od dvije vrste iz porodice Emydidae (*Emys orbicularis* i *E. trinacris*) s palearktičkom rasprostranjenošću (Fritz i sur. 2005). Ulovljeno je trideset i devet jedinki vrste *Emys orbicularis hellenica* na području Nacionalnog parka Krke (15 mužjaka i 24 ženki) koje su uspoređene s muzejskim jedinkama s Paga (12 ženki). Ovim radom su prikazane sve izmjerene morfološke značajke podvrste *Emys orbicularis hellenica*, kako bi se utvrdila prisutnost spolnog dimorfizma i razlike između populacije iz NP Krke i s Paga. Uz to, definirana je točna distribucija dviju podvrsta *E. orbicularis orbicularis* i *E. orbicularis hellenica* u Hrvatskoj.

(47 stranica, 15 slika, 9 tablica, 54 literaturna navoda, jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici

Ključne riječi: morfometrijska obilježja, spolni dimorfizam, Pag, distribucija,

Voditelj: Dr. sc. Perica Mustafić, izv. prof.

Ocjenitelji: Dr. sc. Perica Mustafić, izv. prof.

Dr. sc. Alan Moro, izv. prof.

Dr. sc. Marija Gligora Udović, doc.

Dr. sc. Petar Kružić, izv. prof.

Rad prihvaćen: 21.2.2018.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb

Faculty of Science

Department of Biology

Graduation Thesis

### **The morphological characteristics of a terrapin *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758) from National park Krka**

Arta Alii

Roosevelt square No. 6, 10 000 Zagreb

Terrapin *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758) is a monotypic species (Wermuth & Mertens 1961; Ernst & Barbour 1989), inhabiting most of Europe and parts of Asia and Africa. It is one of the two species of the Emydidae family (*Emys orbicularis* and *E. trinacris*) with palearctic distribution (Fritz et al 2005). A total of thirty-nine individual species of *Emys orbicularis hellenica* from the area of the National Park Krka were measured (15 males and 24 females) and compared to the museum individuals of Pag (12 females). This thesis presents all measured morphological features of *Emys orbicularis hellenica* in order to determine the presence of sexual dimorphism and the differences between populations from NP Krka and Pag. In addition, the exact distribution between two subspecies *E. orbicularis orbicularis* i *E. orbicularis hellenica* in Croatia is defined.

(47 pages, 15 figures, 9 tables, 54 references, original in: Croatian)

Thesis deposited in the Central Biological Library

Key words: meristics, morphological differences, sexual dimorphism, distribution

Supervisor: Dr. sc. Perica Mustafić, Assoc. Prof.

Reviewers: Dr. sc. Perica Mustafić, Assoc. prof.

Dr. sc. Alan Moro, Assoc. prof.

Dr. sc. Marija Gligora Udović, doc.

Dr. sc. Petar Kružić, Assoc. prof.

Thesis accepted: 21.2.2018.

## SADRŽAJ:

1. UVOD.....	7
1.1. Osnovne karakteristike gmazova : .....	8
1.2. Pregled reda Testudines, Chelonia.....	9
1.3. Taksonomija i pregled roda <i>Emys</i> .....	13
1.4. Barska kornjača, <i>Emys orbicularis</i> (Linnaeus, 1758).....	14
1.5. Cilj istraživanja .....	20
2. MATERIJALI I METODE.....	21
2.1. Područje istraživanja.....	21
2.2. Metoda prikupljanja podataka.....	23
2.5. Statistička obrada podataka.....	28
3. REZULTATI .....	28
4. RASPRAVA.....	41
5. ZAKLJUČAK:.....	43
6. LITERATURA:.....	44

## 1. UVOD

## 1.1. Osnovne značajke gmazova

Gmazovi (lat. Reptilia) su, uz vodozemce, predstavnici zajedničkog pretka recentne linije (četveronožnih) tetrapodnih organizama. Smatraju se prvim pravim kopnenim kralješnjacima koji su osvojili kopno zahvaljujući amnionskom jajetu i čvrstoj ljuskavoj koži (Pough i sur. 2005). Za potrebe razmnožavanja su neovisni o vodi, a vrste koje žive u slatkim ili slanim vodama čak odlaze na kopno kako bi polegle jaja. Oplodnja je u potpunosti unutrašnja, bez ličinačkih stadija kao što je to slučaj u vodozemaca. Neke su vrste oviparne (liježu jaja), kao primjerice gušterica roda *Podarcis*, a neke ovoviviparne (rađaju žive mlade), kao primjerice živородna gušterica (Jelić i sur. 2015). Koža im je suha, nepropusna i siromašna žlijezdama, što čini jednu od prilagodbi prelaska na kopno. Radi sprječavanja evaporacije, njihov epidermis tvori keratinizirane ljuske, a rožnati sloj je modificiran u bodlje, kreste, rožnate ploče ili kandžice na vrhovima prstiju. Ljuskaši (*Squamata*) u trenutku kad im koža postaje pretijesna, presvlače samo svlak (gornji, rožnati sloj kože), a ne i ljuske. Zmije svlak presvlače u komadu, dok ostali ljuskaši to čine u listićima. Krokodili pak imaju jak oklop koji se obnavlja trošenjem. U kornjača su kralješnica i rebra srasli uz koštani sloj oklopa (Pough i sur. 2005). Gmazovi su hladnokrvne životinje bez stalne tjelesne temperature koja je uvjetovana okolinom pa ju reguliraju svojim ponašanjem. Zato ih također nazivamo i ektotermnim i poikilotermnim životinjama. Krvotok im je zatvoren. Srce je trodijelno, građeno od dvije pretklijetke i jedne klijetke koja je odvojena nepotpunom pregradom. Samo kod krokodila je klijetka potpuno pregrađena. Svi gmazovi dišu plućima. Imaju veliku toleranciju na promjene pH u krvi, radi čega mogu dulje roniti pod vodom. Stoga ljuskaši, kornjače i krokodili trebaju pet sati odmora kako bi uklonili mliječnu kiselinu nastalu od jednog sata ronjenja (Pough i sur. 2005).

U mezozoiku su populacije gmazova brojčano dominirale Zemljom. Postoji više teorija koje opisuju moguće uzroke izumiranja velikog broja gmazova krajem krede, neki od kojih su loša prilagodba na prevelike klimatske promjene, pad meteora i erupcije vulkana. Prema Uetz (2017) broj živućih gmazova trenutno broji oko 10,639 vrsta. Unatoč tome što mnogima prijete izumiranje, broj se vrsta svakim danom povećava, isključivo zbog brojnih novih otkrića (Jelić i sur. 2015).



Današnji se gmazovi dijele u 4 reda i prema najnovijim podacima (Uetz 2016) svaki red broji:

- Squamata (ljuskaši) – 10.078 vrsta
- Testudines (kornjače) – 349 vrsta
- Crocodylia (krokodili) – 25 vrsta
- Rhynchocephalia (premosnici) - 1 vrsta

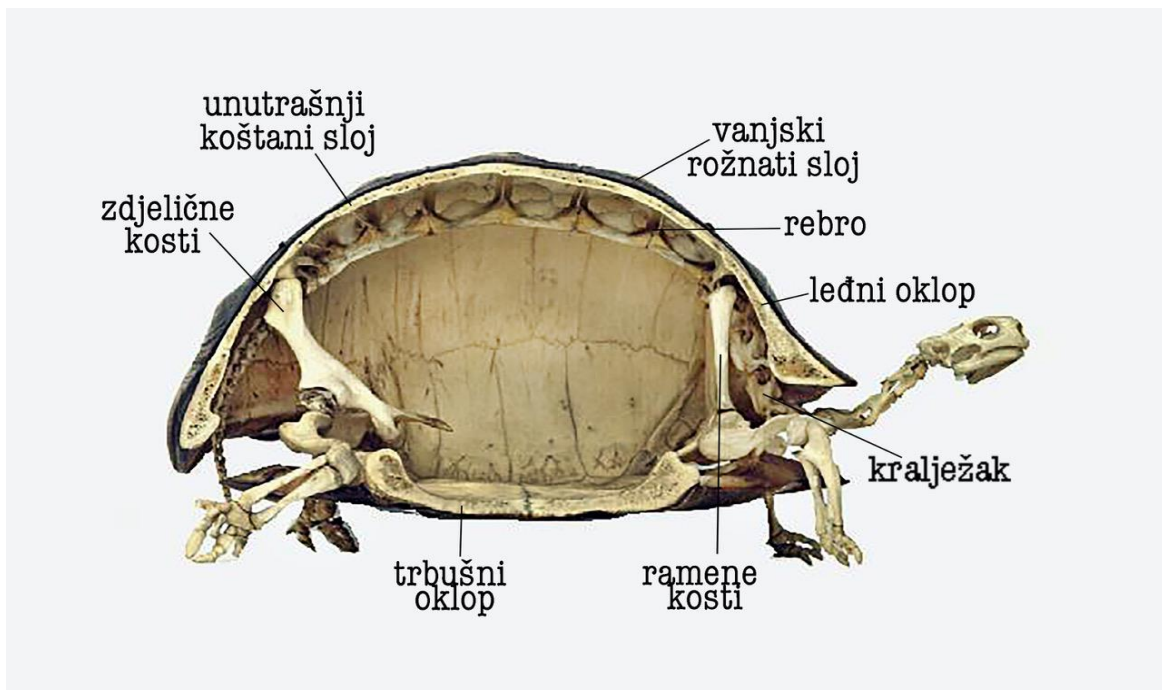
Squamata su vrstama najbrojniji red koji obuhvaća 3 podreda: guštere (Lacertilia), zmije (Serpentes) i prstenaše (Amphisbaenia). Po preglednoj listi Jelić (2013) gmazovi u Hrvatskoj nastanjuju pretežito sredozemna područja, krš u Primorju, Dalmaciji i na otocima, a do sada je zabilježeno 7 vrsta kornjača, 17 vrsta guštera i 15 vrsta zmija.

## 1.2. Pregled reda Testudines, Chelonia

Kornjače su se prvi put pojavile tijekom kasnog trijasa, prije otprilike 210 milijuna godina, što znači da su živjele za vrijeme dinosaura, preživjele dugi period njihove dominacije i uvelike nadživjele te velike grabežljivce (Tenšek 2012). Pretpostavlja se da su se razvile iz eunotosaura, koji su živjeli na kopnu tijekom kasnog perma. *Odontochelys* je najstarija poznata fosilna kornjača, koja je imala polutvrđi oklop i zube u ustima. *Archelon* i *Protostega* su najveće kornjače ikad zabilježene, duge preko tri metara i oko dva puta veće mase od danas najveće živuće kornjače, sedmopruge usminjače. Zahvaljujući svojoj sposobnosti prilagođavanja, uspjele su preživjeti do današnjih dana. Osim potpunog gubitka zubala i smanjene veličine tijela, nije bilo značajnih promjena u anatomiji kornjače (Štih i sur. 2015). Tradicionalna klasifikacija amniota bazirana je na jednom karakterističnom ključu, a to je pozicija te prisutnost temporalnog otvora na lubanji koja smješta mišiće čeljusti (Linzey 2003, De Iuliis 2006). Najprimitivniji tip lubanje je anapsidni, koji nema temporalnih odnosno sljepoočnih otvora. Ovaj tip lubanje je gotovo sveprisutan među ranim tetrapodima. Morfologijom u njih spadaju i recentne kornjače (Zaher 2016). Sinapsidni tip lubanje ima jedan temporalni otvor kojeg nalazimo kod izumrlih gmazova nalik sisavcima i kod recentnih

sisavaca. Diapsidi, s dva otvora na lubanji, obuhvaćaju dinosauruse, tuatare, guštere, zmije, krokodile i ptice. Naime, filogenetske analize su nedavno otkrile da su neki rani amnioti s anapsidnim lubanjama srodniji diapsidima nego drugim amniotima s anapsidnim tipom lubanje (Linzey 2003, De Iuliis 2006). Prema gotovo svim molekularnim metodama, kornjače su postavljene unutar diapsida, i blisko srodne arkosaurima (krokodilima i pticama) (Zaher 2016). Bazirano na fosilnim i biomolekularnim istraživanjima, njihov morfološki anapsidni tip lubanje je nastao sekundarnim "popunjavanjem" temporalnih otvora (Benton 2016).

Kornjače imaju četiri uda, rožnati kljun bez zuba i oklop (Mattison 2008). Osim što oklop čuva od isušivanja, služi i kao učinkovita obrana jer u njega mogu uvući sve izložene dijelove tijela. Sastoji se od leđne strane, karapaksa i trbušne, plastrona. Svi dijelovi oklopa imaju dva sloja:



**Slika 1.** Oklop kornjače (Maljković 2014)

unutrašnji, koštani i vanjski, epidermalni sloj. Vanjski sloj je građen od rožnatih pločica koje sadrže pigmente i daju svakoj vrsti obojenost. Uz karapaks su srasli kralješnica i rebra, što osigurava dodatnu čvrstoću te rožnate ploče koje s vanjskih strana oblažu cijeli oklop i šire se od ruba oblikujući vijence. Karapaks je građen od 1 zatiljne ploče, 4 središnjih, 1 ili 2 repnih, 4 para rebrenih i 11 pari marginalnih ploča. Plastron je građen od 6 pari ploča: vratna,

podramena, prsna, trbušna, bedrena i analna. Trbušna i leđna strana povezane su mostom sa svake strane između prednjih i stražnjih nogu. Sprijeda i straga su nepovezane, praveći otvore za udove, glavu i rep životinje (Tenšek 2012) (Slika 1.). Neke kornjače poput mekoštitarki i nekih morskih vrsta nemaju rožnate pločice već mekani koštani oklop uklopljen u kožni ovoj koji ih štiti od većine vodenih grabežljivaca. Nemaju prсну kost. Najjači je mišić za uvlačenje glave, a mišići trupa su nestali (Pough i sur. 2005). Skelet lubanje je vrlo čvrst. Niti jedna vrsta nema zube, već su čeljusti prekrivene rožnatom navlakom dovoljno oštrom da lako prereže najtvrdi materijal ili meso (Čihar 1990). Kornjače su prvenstveno herbivori koji pasu i brste lišće i voće, ali većina će pojesti i strvinu ili kukce ukoliko su u mogućnosti. Juvenilni oblici slatkovodnih vrsta započinju s ličinačkom prehranom, ali kad odrastu prehrana im se sastoji uglavnom od vodenog bilja. Morske kornjače se pretežito hrane biljnim vrstama, no ima i onih koje se hrane raznim beskralješnjacima kao što su mekušci, školjkaši, ježevi i meduze.

Građa tijela je jako utjecala na ekologiju vrste. Prema okolišu u kojem žive razlikujemo morske, slatkovodne i kopnene kornjače. Oklop im je ograničio kretanje, pa tako ovisno o staništu imaju prilagođene udove. Morske kornjače, kako bi brže plivale i smanjile potrošnju energije, imaju plosnate udove nalik perajama (Slika 2.), dok su kod slatkovodnih vrsta prsti spojeni opnama za plivanje tj. plivačim kožicama. Neke imaju duge, oštre kandže i spljoštenije prednje udove za potrebe kopanja. Većina kopnenih vrsta ima debele udove nalik stupovima s vrlo malim međusobno nepovezanim prstima (Slika 3.). Što se oklopa tiče, kopnene vrste imaju visok, uzdignut svod koji je grabežljivcima težak za pregristi ili razbiti, dok vodene imaju plosnatiji oklop što im pomaže pri ukopavanju u pijesak i mulj. Kako bi imale manji otpor za probijanje kroz vodu oklop im je hidrodinamički prilagođen (Mattison 2008).

S obzirom na to da kornjače dišu plućima, disanje je ograničeno krutim oklopom na koji su spojena rebra (Pough i sur. 2005). Rad pojedinih mišića i kretanje udova omogućuje da se pluća rašire odnosno skupe prilikom disanja. Osim plućima, dišu i preko kože, pomoću posebnih obloga na grkljanu te pomoću posebnih struktura u nečisnici (kloaci) – nečisničke vrećice (Tenšek 2012). Njihovo tkivo je prožeto mnoštvom kapilara kroz koje se odvija izmjena plinova (Štih i sur. 2015). Kornjače su jako otporne na male koncentracije kisika. Zbog ovakve adaptacije morske vrste mogu roniti na većim dubinama, a slatkovodne mogu hibernirati i do nekoliko mjeseci, zavučene pod mulj na dnu jezera.



**Slika 2.** Plosnati udovi nalik perajama morskih vrsta - Najveća morska kornjača, Sedmopruga usminjača, *Dermodochelys coriacea* (Vandelli 1761; preuzeto iz Animalwal, 2018)



**Slika 3.** Debeli udovi najveće kopnene vrste; Galapagoska kornjača, *Chelonoidis nigra* (Quoy & Gaimard 1824; preuzeto iz Wikipedia, 2018)

Kornjače dijelimo u dva velika podreda prema načinu na koji uvlače vrat i glavu u oklop. Manja grupa koja ima samo tri porodice je Pleurodira (vijovratke). One su poznate po tome što, dok horizontalno savijaju vrat, glavu guraju u stranu, pa počiva ispod ruba oklopa. Sve su vijovratke vodene ili poluvodene vrste. Drugi podred s 11 porodica se naziva Cryptodira (krijovratke) u koje pripadaju kopnene i neke vodene vrste od kojih morske, unatoč tome što pripadaju ovom podredu, ne mogu uvući glavu i peraje u oklop. Krijovratke imaju kraći vrat, stoga uvlače glavu u obliku okomitog slova S ispod oklopa, pomicanjem ravno natrag. Većina ovih vrsta može potpuno uvući glavu unutar oklopa, a neke mogu i laktovima dodatno zaštititi glavu (Mattison 2008).

Kornjače su među najdugovječnijim životinjama. Čak mala vrsta poput obojene barske kornjače, *Chrysemys picta* (Schneider 1783), ne dostiže spolnu zrelost do sedme ili osme godine, a može doživjeti 14 ili više godina (Pough i sur. 2005). One intenzivno rastu sve dok ne dostignu zrelost. Tada se rast drastično usporava. Neke vrste tada prestaju rasti, a neke poput golemih vrsta rastu cijelog života (Tenšek 2012). Kornjače koje dulje žive, dosegnu spolnu zrelost mnogo kasnije. One žive minimalno dugo koliko i prosječan čovjek, vrste poput kutijaste kornjače *Terrapene carolina* (Linnaeus 1758) mogu doseći i preko čak 50 godina starosti. Osim toga, duži životni vijek je usko povezan s niskom stopom zamjene jedinki u

populaciji i ovakvim vrstama prijeti rizik od istrebljenja tijekom njihova lova ili destrukcije njihova staništa (Pough i sur. 2005).

Za vrijeme parenja, većina mužjaka je u potrazi za ženkom svoje vrste koju prepoznaju uz pomoć boje i uzoraka na njenim udovima i oklopu. Sve kornjače se razmnožavaju oviparno, polažu jaja i to isključivo na kopnu. Morske jedinke nikad ne izlaze na kopno, osim ženki za vrijeme polaganja jaja. Stražnjim udovima kopaju duboku rupu u pijesku ili zemlji u koju ih polažu. Neke morske vrste prelaze dug put od preko 1000 kilometara otvorenog mora kako bi stigle na određenu pješčanu plažu gdje formiraju legla. Veličina legla ovisi o veličini vrste: male kornjače polažu do četiri jaja, dok velike mogu položiti i više od 100 jaja po leglu (Mattison 2008). Osim truda koji ulažu u sigurnost legla, kornjače nemaju razvijenu roditeljsku skrb prema mladima.

Temperatura legla uvjetuje embrionalni razvoj mladunaca koji traje oko 40-60 dana. Utjecaj temperature na određivanje spola je povezan i s izražavanjem spolnog dimorfizma u veličini jedinke. Inkubacija na visokim temperaturama utječe na stvaranje većih jedinki, kod kornjača ženki. Promjena iz jednog spola u drugi se događa u rasponu od 3 °C do 4 °C (Pough i sur. 2005).

### **1.3. Taksonomija i pregled roda *Emys***

*Emys* (Duméril, 1806) potječe od grčke riječi *Emys* što znači „slatkovodna kornjača”. Vrste roda *Emys* su rasprostranjene isključivo na sjevernoj hemisferi i to u Kanadi, Sjevernim Američkim Državama, od sjeverne Afrike preko Europe do obale Aralskog jezera u Aziji. Vrste koje nastanjuju Europu su samo *E. orbicularis* i *E. trinacris* (reptile-database.org). U Hrvatskoj je prisutna jedino *E. orbicularis* i to na području cijele kontinentalne Hrvatske, Istre, na Ravnim Kotarima, Dalmaciji, te na pojedinim većim otocima (Krku, Cresu, Rabu, Pagu i Mljetu) (Marguš 2009).

Uz rodove *Terrapene*, *Clemmys* i *Glyptemys* ovaj rod pripada maloj potporodici *Emydinae* koja je morfološki i ekološki različita. *Emys* ima 4 vrste, od kojih je prvi predstavnik *Emys orbicularis*. Nakon provođenja analize mitohondrijske DNA (mtDNA) na Sicilijanskim vrstama, rodu je pridružena još jedna posebna vrsta, *Emys trinacris* (Fritz i sur. 2005, Fritz 2004). *Actinemys marmorata* i *Emydoidea blandingii* su prije otkrića molekularne filogenije

bile zaseban rod. Sada spadaju u rod *Emys* pod nazivima *Emys marmorata* i *Emys blandingii* (Fritz 2011). Analizom mtDNA, Bickham i sur. (1996) su prvi predložili da *E. marmorata* (Baird & Girard 1852), *E. blandingii* (Holbrook 1838) i *E. orbicularis* (Linnaeus 1758) tvore jednu monofiletsku skupinu (Parham i Feldman 2000). Temeljem rezultata Lenke i sur. (1999), Holman i Fritz (2001) pretpotavljaju da se vrste koje nemaju plastronsku kinetiku (*E. marmorata*) ne bi trebale svrstati u isti rod s vrstama koje imaju plastronsku kinetiku (*E. orbicularis* i *E. blandingii*). Naime, s obzirom na to da je ta karakteristika varijabilna unutar same vrste (kao što je primjer nađene *E. blandingii* sa plastronskom kinetikom u Michiganu u SAD-u) pa čak i unutar Emydinae vrsta, Parham i Fredman (2000) smatraju da se ona ne bi trebala koristiti za podjelu *Emysa* u zasebne rodove.

#### **1.4. Barska kornjača, *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758)**

<b>Razred:</b>	Reptilia, gazovi, reptiles
<b>Red:</b>	Testudines, kornjače, turtles, tortoises and terrapins
<b>Porodica:</b>	Emydidae, barske kornjače, New World terrapins
<b>Sinonimi:</b>	<i>Testudo orbicularis</i> Linnaeus 1758 <i>Testudo lutaria</i> Linnaeus 1758 <i>Testudo terrestris</i> Garsault 1764 <i>Testudo europaea</i> Schneider 1783
<b>Engleski:</b>	European Pond Turtle
<b>Njemački:</b>	Europäische Sumpfschildkröte

**Globalna kategorija ugroženosti:** gotovo ugrožena, NT (*near threatened*)

**Europska kategorija ugroženosti:** NT

**Mediterranska kategorija:** NT

**Nacionalna kategorija ugroženosti:** NT

*Emys orbicularis*, poznata kao barska kornjača je tek nedavno prihvaćena kao monotipska vrsta (Wermuth & Mertens 1961, Ernst & Barbour 1989). Jedna je od dvije vrste iz porodice Emydidae (*Emys orbicularis* i *E. trinacris*) s palearktičkom rasprostranjenošću

(Fritz i sur. 2005). Najsjevernije je nađena u Litvi (Tunjić 2007). Rasprostranjena je u sjevernoj i središnjoj Europi, od Portugala i Španjolske (Marguš 2009), u sjeverozapadnoj Africi (Maroko i Tunis), te na vlažnim područjima Bliskog istoka i središnje Azije do Aralskog jezera (Gadow 1958, Harless & Morlock 1979) (Slika 4.).



Slika 4. Rasprostranjenost *E. orbicularis* (preuzeto iz The Reptile Database, 10.2.2018)

U Hrvatskoj ju nalazimo na području čitave kontinentalne Hrvatske; u Istri, Ravnim Kotarima, Dalmaciji, te na pojedinim većim otocima (Krku, Cresu, Rabu, Pagu i Mljetu) (Marguš 2009). Prema Fritzu (1992) ih nema na planinskom predjelu Like i Gorskog kotara, koji predstavlja granicu dviju podvrsta: *E. o. orbicularis* i *E. o. hellenica* (Bibron, Saint-Vincent 1832).

Prirodna staništa barske kornjače su stajačice i sporo tekuće slatke vode bogate vegetacijom kao što su jezera s muljevitim dnom, lokve, rijeke, kanali, poplavne šume i bočate vode. S obzirom da je hladnokrvna životinja, odgovaraju joj mirna mjesta na kojima se može sunčati, uglavnom na panjevima i stijenama. Za odlaganje jaja biraju kopnene prostore pjeskovite podloge, bogate potrebnom hranom i sigurna od predatora (Bodie 2001; Gadow 1958). Aktivna je i noću, kada lovi i pretražuje okolinu, ali se nikad ne udaljava od vode. Hrani se pretežito beskralježnjacima među mnogim najčešće (kornjašima, puževima,

račićima, gujavicama, punoglavcima), rjeđe vodozemcima i manjom ribom, a najmanje vodenim biljem (Marguš 2009).

Ima tvrd, koštani oklop, ali spljošteniji nego kod kopnene kornjače i malo širi na stražnjoj strani (Marguš 2009). Dužina oklopa varira, od preko 20 cm kod sjevernih populacija, odnosno 15 cm kod populacija na Mediteranu i obalama Crnog mora (Fritz & Andreas 2000) do 10-12 cm kod patuljastih vrsta (Moravec 2003). Mladima je oklop radijalniji, a ploče grublje i definiranije. Karapaks je smeđe, maslinasto zelene do tamne, gotovo crne boje, često sa sitnim svijetložutim ili bijelim točkama (Marguš 2009). Ima 5 središnjih, 4 para rebrenih, 11 pari ivičnih i jednu malu zatiljnu ploču koja se nalazi ispred posljednjih vratnih kralješaka. Plastron (trbušna strana) je svijetložute boje s crnim mrljama ili je cijeli crne boje. Ima 6 pari ploča: vratne, ramene, prsne, trbušne, bedrene i analne (Tome 2003). Mužjaci vrste *Emys orbicularis* imaju fleksibilan i konkavan plastron, koji je ligamentima povezan s karapaksom i omogućuje im da se dobro priljubi uz ženku tijekom parenja (Blochburn 1992, Holman & Fritz 2001, Mattison 2014). Mužjaci brže sazriju i ostaju manji od ženki, no neovisno o tome imaju jednake stope rasta (Feldman & Parham 2002, Gadow 1958, Harless & Morlock 1979). Glava, rep i noge su izraženije od ostatka tijela i one mogu imati žute ili svijetlosmeđe točke na tamnoj podlozi. Glava je mala bez rožnatih ploča, koju pomoću vratnih mišića po potrebi uvlači u oklop. Većina mišića je u zatvorenom oklopu, radi čega su izgubili ulogu i značajnost pa su nestali ili zakržljali. Iznimka su abdominalni i mišići ramenog pojasa koji u nedostatku prsnog koša potpomažu disanje (Thomas i Devender 2002). Na prednjim nogama imaju 5 dobro vidljivih prstiju s kandžama, a na stražnjim 4, između kojih su plivaće kožice (Tome 2003). Mužjak i ženka se lako mogu raspoznati, pa tako prvo što se može primijetiti je sama veličina, pri čemu su ženke veće od mužjaka. Karapaks ženki je često uzdignutiji nego kod mužjaka, imaju žutu šarenicu oka i kraće stražnje noge, otvor kloake je na početku plastrona, a rep je kraći i tanji. Mužjaci pak imaju smeđu šarenicu oka, otvor kloake je udaljeniji od početka plastrona, a rep je deblji i duži (Ramos i sur. 2009, Marguš 2009).

Rastom životinje, rastu i pločice koje prekrivaju karapaks i plastron. One formiraju zone prirasta, uz pomoć kojih se može odrediti i starost same jedinice brojenjem prstenova. Poput godova na drvetu, rastu u koncentričnim prstenovima i šire se iz jednog kuta (Alibardi 2005). Pri brojanju prstenova treba biti pažljiv. Naime, što je kornjača starija ova je metoda



sve manje precizna jer su zone prirasta sve manje uočljive. Sam rast uvelike ovisi o tome kroz kakve je klimatske uvjete kornjača prolazila. Pa je tako u vrijeme zime ili sušnog perioda rast usporen. U nepovoljnoj sezoni za rast, pojedini dijelovi prstenova postanu uži i tamniji, dok u povoljnijoj sezoni postanu širi. Drugi čimbenici koji utječu na brzinu rasta su spol, osobine staništa, tip prehrane i dostupnost hrane (Tenšek 2012).

*E. orbicularis* pokazuje temperaturnu ovisnost o determinaciji spola embrija na temelju temperature inkubacije jaja i o hormonalnim faktorima koji uzrokuju gonadnu diferencijaciju (Bereznay 2002). Tijekom ovog termosenzitivnog perioda inkubacije, jaja koja su inkubirana na temperaturi ispod 25 °C će razviti muške embrije, a ona iznad 30 °C će razviti ženske embrije. Barske kornjače dosežu spolnu zrelost od šeste do osme godine, kad narastu do duljine oko 12,5 cm. Tad ih se smatra potpuno razvijenim adultnim jedinkama. Razvoj je osjetljiv i ovisi o ekološkim, genetskim čimbenicima, dostupnosti hrane i kvaliteti staništa (Belaid i sur 2001, Gans 1985, Harless & Morlock 1979).

Trenutno se vrsta *Emys orbicularis* dijeli na 14 podvrsta koje su svrstane u više grupa:

#### **Grupa *Occidentalis***

Kornjače srednjih veličina, većih glava, ženke i mužjaci istih veličina. Kod mužjaka je boja očiju žućkasta, bijela i ponekad smečkasta (Fritz 1998).

- *Emys orbicularis occidentalis* Fritz 1993
- *Emys orbicularis hispanica* Fritz, Keller, Budde 1996
- *Emys orbicularis fritzjuergenobsti* Fritz 1993

#### **Grupa *Galloitalica***

Kornjače manje do srednje veličine. Mužjaci su manji od ženki, s očima žućkaste ili bijele boje (Fritz 1998).

- *Emys orbicularis galloitalica* Fritz 1995
- *Emys orbicularis lanzai* Fritz 1995
- *Emys orbicularis capolongoi* Fritz 1995
- *Emys orbicularis ingauna* Jesu 2004

### **Grupa Orbicularis**

Kornjače srednje do velike veličine. Tamnih boja, crne boje plastrona, kod mužjaka često prošaran svjetlim i tamnim nijansama (Fritz 1998).

- *Emys orbicularis orbicularis* (Linnaeus 1758)
- *Emys orbicularis colchica* Fritz 1994
- *Emys orbicularis eiselti* Fritz, Baran, Budak, Amthauer 1998

### **Grupa Hellenica**

Kornjače malih do srednjih veličina, zabilježene su i populacije patuljastog rasta. Ženke imaju žutu ventralnu stranu vrata, često širokih glava. Mužjaci su manji od ženki (Fritz 1998). Plastron uglavnom žut, može imati izbledjele tamne uzorke (Fritz 1998).

- *Emys orbicularis hellenica* Valenciennes 1832

### **Grupa Iberica**

Kornjača manje do srednje veličine. Mnoge jedinke promijene boju karapaksa s tamnije na svjetliju nijansu. Plastron je žut. Mužjaci imaju crvenkastu šarenicu (Fritz 1998).

- *Emys orbicularis iberica* Eichwald 1831
- *Emys orbicularis persica* Eichwald 1831

### **Grupa Luteofusca**

Osim populacija patuljastog rasta, u boljim uvjetima mogu doseći i do 20 cm dužine. Svjetlijih su boja i manjih glava. Mužjaci imaju crvenkastu šarenicu. Autohtona je vrsta u srednjoj Anatoliji (Fritz 1998).

- *Emys orbicularis luteofusca* Fritz 1989

### **Spolni dimorfizam kod *Emys orbicularis***

Postoje značajne razlike između mužjaka i ženki. Svi morfološki parametri pokazuju veće prosječne vrijednosti kod ženki s pojedinačnim vrijednostima često višim od maksimalnih vrijednosti istih parametara u mužjaka (Kaviani & Rahimibashar 2015). Usporedba rezultata različitih vrijednosti parametara, mase, dužine i širine oklopa, ukazuje na važnost spolnog dimorfizma vrste (Fatizzo 2004). Mužjak ove vrste ima pomičan i konkavan plastron te duži i deblji rep (Blochburn 1992, Holman & Fritz 2001, Kaviani & Rahimibashar 2015). Ove karakteristike, koje ženka ne posjeduje, pomažu mužjacima da se lakše uhvati za ženku prilikom parenja (Mattison 2014). Prema Kaviani & Rahimibashar (2015) duljina repa, od kraja plastrona do kloake, je u mužjaka dulja zbog prisutnosti penisa. Mužjaci su uglavnom manji sa smeđom bojom šarenice, dok su ženke veće sa žutom bojom šarenice. Ženke imaju širi karapaks, duži plastron, kraće noge i teže više nego mužjaci, koji su lakši i imaju manji i zbijeniji oklop (Kaviani & Rahimibashar 2015, Ramos i sur. 2009).

### **Grupa *hellenica***

*Emys orbicularis hellenica* je jedina podvrsta u skupini *hellenica* (Slika 5.). Kolombatović (1904) prvi spominje barsku kornjaču s Mljeta u svom radu o kralješnjacima Dalmacije koji je također najraniji zapis ove vrste za Jadranske otoke. Kasnije se spominje njen pronalazak na otoku Krku, Cresu, Plavniku, Rabu, Pagu i Velikim Kornatima (Fritz 1992) iako na



**Slika 5.** *Emys orbicularis*, Linnaeus, 1758, foto: Dušan Jelić

Kornatima, Rabu i Plavniku nije više nađena. Autori navode pronalazak većeg broja ove vrste u bočatom jezeru Blatina blizu Blata i nekoliko vrsta na izvoru Blatskog polja (Jelić i sur. 2012b). Nađena je i u Italiji, uz obalu rijeke Po, na Istarskom poluotoku duž istočne strane Jadranske obale i Jonskog mora (na otocima Krf, Lefkada, Zakintos i Kefalonija) preko Peloponeza i Beotije do otoka Eubeje (Brogg & Grillitsch 2012). Sa zapadnjačkim grupama *Occidentalis* i *Galloitalica* mužjaci ove podvrste dijele istu, žutu ili bjelkastu, boju šarenice (Fritz 1998). Smatra se da barske kornjače Male Azije i Krima, vjerojatno pripadaju podvrsti *hellenica* ili nekom drugom, slično povezanom taksonu (Fritz 1995).

Podvrsta *E. o. hellenica* je kornjača male do srednje veličine, ponekad veće glave i patuljasta rasta, te s trapezoidnom potiljačnom pločicom. Mužjaci koji su obično malo manji od ženki imaju mrežasti uzorak na glavi, a ženke imaju točkasti (Fritz 1998). Prema Moravcu (2003) populacija može razviti patuljasti rast ako je izložena nepovoljnim uvjetima kao što su slani ribnjaci koji nemaju bogatu raspodjelu hrane i presušivanje staništa za vrijeme suhih i ljetnih perioda pri čemu se kornjače ukopavaju u blato te estiviraju kako bi preživjele vruće ljetne dane. Jedino vrijeme kada mogu u lov je tijekom proljeća i jeseni. Ovakve populacije dosežu 10 – 12 cm dužine karapaksa. Na drenažnom sistemu rijeke Neretve u Dalmaciji *E. o. hellenica* ima maksimalnu dužinu oklopa od 17 cm do 19 cm dok većina ostalih jedinki ove podvrste ima manje od 14 ili 15 cm. Ventralna strana vrata im je žute boje, kao i plastron koji može imati tamne izbledjele uzorke, posebice na stražnjim nogama. Mužjaci imaju bijelu ili žućkasto-bijelu šarenicu (Fritz 1998).

## **1.5. Cilj istraživanja**

Cilj ovog istraživanja je detaljnim populacijskim istraživanjima odrediti prisutnost spolnog dimorfizma, morfometrijske i merističke značajke populacije barske kornjače iz NP Krka, te ih usporediti s ostalim dostupnim primjercima (muzejske zbirke) *E. orbicularis hellenica*. Uz to se uz pomoć faunističke baze podataka Dušan Jelić (FBPDJ), određuje točna distribucija barske kornjače u Hrvatskoj. Dobiveni rezultati su uspoređeni s podacima prikupljenim na uzorcima sačuvanim u muzejskim zbirkama i istraživanjima drugih autora.

## **2. MATERIJALI I METODE**

### **2.1. Područje istraživanja**

Istraživanje populacije barske kornjače je provedeno na području Javne ustanove „Nacionalni Park Krka“ u sklopu programa istraživanja biološke raznolikosti.

#### **Nacionalni park Krka**

Rijeka Krka nalazi se u Dalmaciji, na području Šibensko-kninske županije, između ravnokotarskog prostora, zaravni rijeke Čikole i Dalmatinske zagore. Okružena je planinskim masivima Velebita, Dinare, Svilaje i Mosora te gradovima Knin, Zadar i Split. Oko Krke se u reljefu ističu poljske udoline (Kninsko, Kosovo i Petrovo polje), vapnenačke zaravni (sjevernodalmatinska, kistanjska i zaravni oko Krke i Čikole) i kanjoni s tokovima Krke, Krčića i Čikole. Između poljskih udolina i zaravni smještena je planina Promina. Izvor rijeke Krke je u podnožju planine Dinare, 3,5 km sjeveroistočno od Knina, a utječe u Jadransko more kraj Šibenika. Njen slatkovodni dio je dug 49 km, a bočati 23,5 km što zajedno čini 72,5 km dugu rijeku. Današnji izgled kanjona Krke rezultat je tektonskih poremećaja i površinskih procesa okršavanja karbonatnih naslaga. Nakon würmske oledbe u pleistocenu zbog općeg otapanja ledenog pokrova Zemlje, došlo je do povišenja razine mora te potapanja dijela područja današnje istočne jadranske obale. U to vrijeme oblikovan je i estuarij rijeke Krke od Šibenika do Prokljanskog jezera. Stvaranjem sedrenih naslaga u poslije-würmskom razdoblju počinje izdizanje Skradinskog buka, Roškog slapa i ostalih slapova duž vodotoka te stvaranje Visovačkog jezera i ostalih nakupina vode u kanjonskim dijelovima današnje Krke. Umjetnim putem nastalo je samo jezero Brljan izradom akumulacije vode za rad hidroelektrane Miljacka.

Do sada je utvrđeno 9 svojti vodozemaca (Amphibia) i 22 svojte gmazova (Reptilia). Sve utvrđene svojte u Hrvatskoj su zaštićene, a u Crvenu knjigu vodozemaca i gmazova Hrvatske (Jelić i sur. 2015) uvršteni su: u kategoriji ugrožene svojte - glavata želva (*Caretta caretta*), rizične svojte – čovječja ribica (*Proteus anguinus*), vjerojatno ugrožene svojte - mali vodenjak (*Lissotriton vulgaris*), crvenkrpica (*Zamenis situla*) i ribarica (*Natrix tessellata*) te potencijalno ugrožene svojte gatalinka (*Hyla arborea*), primorska gušterica (*Podarcis sicula*), kopnena kornjača (*Testudo hermanni*) i barska kornjača (*Emys orbicularis*). Glavata želva samo povremeno zađe u bočate vode kod Skradina, dok su kopnena i barska kornjača rasprostranjene na cijelom području NP. Životinjski svijet Nacionalnog parka Krka vrlo je bogat i raznolik s brojnim endemičnim, rijetkim i ugroženim svojtama, što rijeku Krku svrstava među najvrjednije prirodne cjeline u Hrvatskoj i Europi, pa tako i u ekološkoj mreži Natura 2000 (Javna ustanova „Nacionalni Park Krka“, <http://www.npkrka.hr>, 3.1.2017)



**Slika 6.** Manastir Krka na NP Krka (izvor: npkrka 10.12.2017)

## 2.2. Metoda prikupljanja podataka

Podaci za ovaj rad su prikupljeni tijekom lipnja i srpnja 2017. godine, na proširenju rijeke Krke zvanom Carigradska draga kraj Manastira Krka (Slika 6.). Sveukupno je ulovljeno 39 jedinki kornjača na 10 različitih lokacija koje su unaprijed određene. Kornjače su, nakon mjerenja, odmah vraćene nazad na lokaciji gdje su i nađene. Kroz 7 tjedana koliko je prikupljanje podataka trajalo, u lov se išlo dva puta tjedno. Za lov su se uz obalu postavljale zamke za rakove, koje imaju oblik kišobrana te 6 ulaza (Slika 7.). U svaku je zamku postavljena sardina ili hrenovka za mamac i jedna zatvorena plastična boca kako zamka ne bi potonula i da bi kornjača mogla disati. Zamka funkcionira na način da kad životinja uđe u zamku, više ne može pronaći izlaz. Sve su kornjače ulovljene zamkom za rakove osim jedne koja je nađena u grmlju. Kornjačama su izmjerene mase i 38 morfometrijskih obilježja. Mjerenja su provedena pomoću digitalne kuhinjske vage, velike i male digitalne pomične mjerke i metra. Sve su kornjače fotografirane digitalnim fotoaparatom te potom označene, odnosno markirane za potrebe capture-mark-recapture metode. Na Krki nije bilo ulovljenih juvenilnih jedinki.

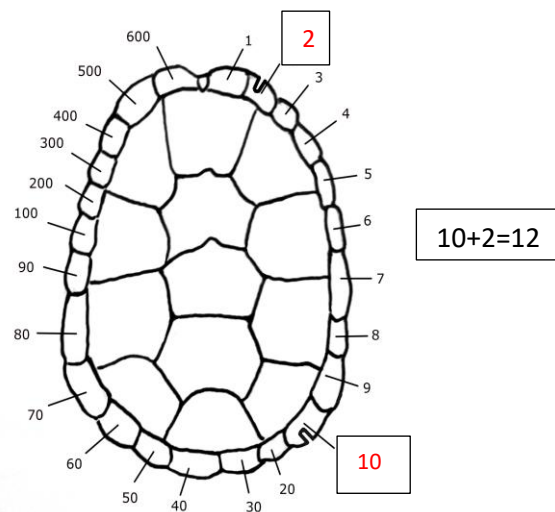


**Slika 7.** Postavljena zamka za ulov kornjača (foto: Marina Blažević)

Markiranje se vrši tako da se ručnom pilom površinski ureže određena marginalna ploča na karapaksu (Slika 8. i 9.). Svaka marginalna ploča je određena brojem. Za označivanje kornjače, primjerice pod oznakom broj 12, smo urezali marginalnu ploču koja je određena brojem 10 i ploču koja je određena brojem 2 (Slika 10.).



**Slika 8.** Označivanje oklopa ručnom pilom (foto:Arta Alii)



**Slika 9.** Karapaks uhvaćene jedinke *Emys orbicularis* označene brojevima 2 i 10 označene marginalne ploče; skica napravljena po predlošku rada Hans-Volkera (2014), (izrada: Arta Alii)





**Slika 10.** *Emys orbicularis hellenica*, označena marginalna ploča; (foto: Marina Blažević)

U Hrvatskom prirodoslovnom muzeju je izmjereno ukupno 14 dostupnih jedinki *E. orbicularis hellenica*, od kojih se dvije juvenilne nisu razmatrale za ovu obradu podataka. Na uzorcima su izmjerene samo morfološke karakteristike oklopa jer su noge, glava i rep bili uvučeni ili zakrivljeni zbog čega nisu mogli biti izmjereni. Od izmjerenih jedinki 1 je predstavljena samo dermoplastom, trima je uzorcima sačuvan samo oklop, a ostalih 8 je sačuvano u formaldehidu. Sve su jedinke ženke nađene na Pagu osim jedne čije je nalazište lokalitet Baćinska jezera kod Ploča. Postupak mjerenja jedinki iz muzeja je bio jednak terenskim mjerenjima na Krki, izuzev korištenja analogne pomične mjerke za mjerenje uzoraka u muzeju (Slika 11.).



**Slika 11.** Uzorci iz Hrvatskog prirodoslovnog muzeja u Zagrebu (foto:Arta Alii)

### **2.3.Morfometrijska obilježja:**

Mjerenja su provedena na ukupno 38 morfometrijskih karakteristika (Tablica 1.), koje su naknadno statističkim metodama obrađene. Iz tih podataka su izračunati i omjeri između 38 morfometrijskih obilježja i horizontalne duljine karapaksa (SCL) kako bi se otkrio utjecaj ukupne duljine jedinke („sexual size dimorphism“). Za određivanje spola se koristio oblik plastrona (konkavno u mužjaka) i boja očiju (žuta u ženki i smeđa u mužjaka). Adultnima su smatrane samo one jedinke s očitim spolnim karakteristikama. Juvenilne jedinke su smatrane one koje imaju ravnu dužinu karapaksa (SCL) manju od minimalne veličine odrasle jedinke (Ramos i sur. 2009).

Omjeri su u rezultatima prikazani kao indeksi svih morfometrijskih obilježja (CCL, MCW, MaxCW, WV2, WV3, MPL, MaxPL, PW6, MaxPW, PSL, FSL, ANW, ASJ, TLC, SHMax, SHV3, SHP, CI, CII, CIII, CIV, CV, BL R, BL L, Number of claws on FLL L, Number of claws on FLL R, FLL L, FLL R, HLL L, HLL R, HL, HW, SL, HH, Tail length, Claw length, Masa) s ukupnom duljinom karapaksa (SCL)

**Tablica 1.** Morfometrijske karakteristike

SCL	ravna dužine karapaksa
CCL	zakrivljena duljina karapaksa
MCW	širina karapaksa
MaxCW	maksimalna širina karapaksa
WV2	širina druge središnje ploče karapaksa
WV3	širina treće središnje ploče karapaksa
WV4	širina treće središnje ploče karapaksa
MPL	duljina plastrona od vratne do početka analne ploče
MaxPL	maksimalna duljina plastrona
PW6	širina plastrona na 6toj marginalnoj ploči
MaxPW	maksimalna širina plastrona
PSL	plastralna duljina prsne ploče
FSL	plastralna duljina bedrene ploče
ANW	duljina analne ploče
ASJ	udaljenost od analne ploče do supracaudalne ploče
TLC	opseg
SHMax	maksimalna visina oklopa
SHV3	srednja visina oklopa
SHP	stražnja visina oklopa
CI, CII, CIII, CIV, CV	dužina središnjih ploča karapaksa
BL R	duljina desnog mosta
BL L	duljina lijevog mosta
Number of claws on FLL L	broj kandži na lijevoj prednjoj nozi
Number of claws on FLL R	broj kandži na desnoj prednjoj nozi
FLL L	duljina lijeve prednje noge
FLL R	duljina desne prednje noge
HLL L	duljina lijeve stražnje noge
HLL R	duljina desne stražnje noge
HL	duljina glave
HW	širina glave
SL	duljina lubanje
HH	visina glave
Tail length	duljina repa
Claw length	duljina kandže
Weight	tjelesna težina

## 2.4. Statistička obrada podataka

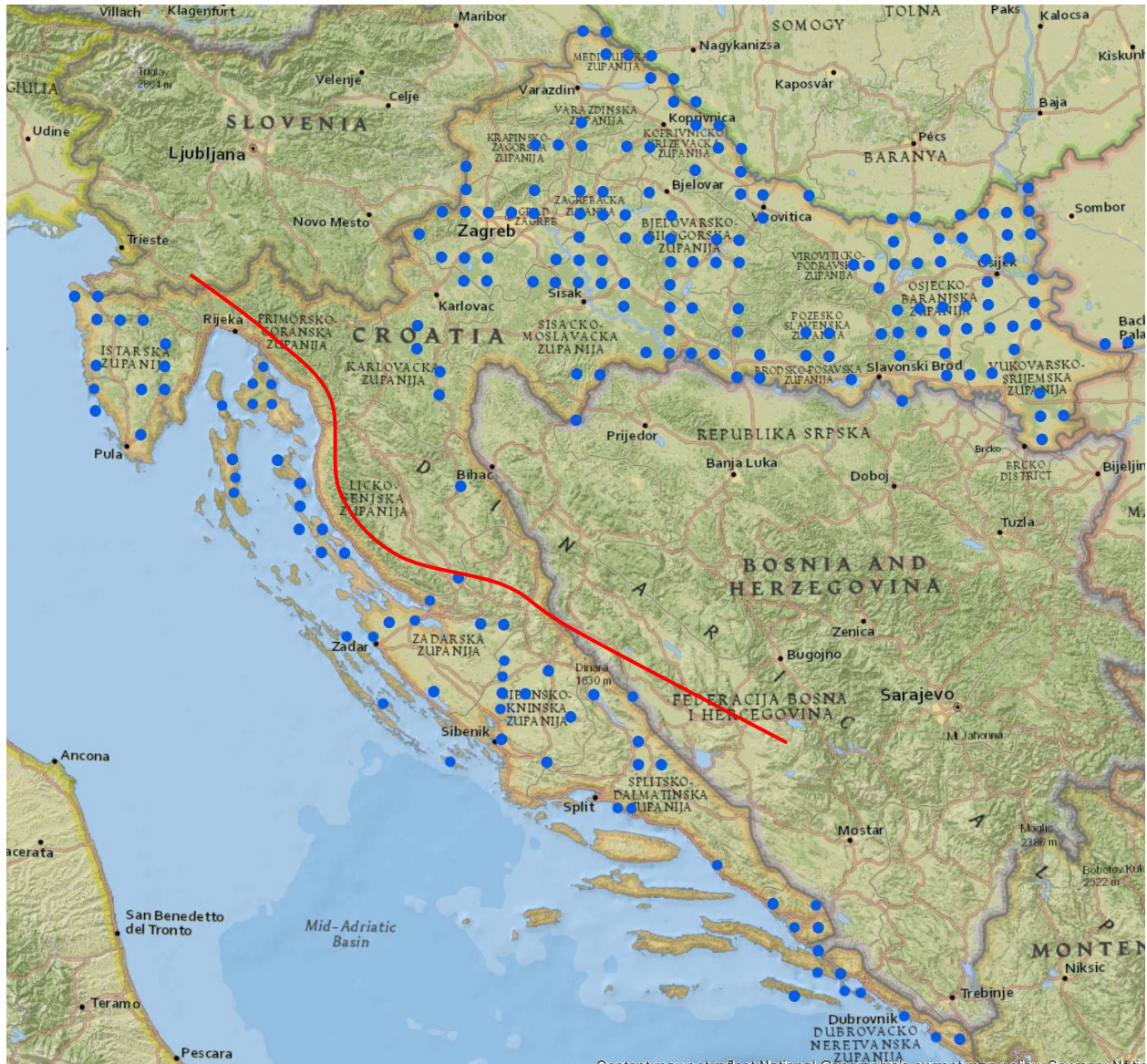
Provedena je deskriptivna statistička obrada podataka na 38 morfometrijskih varijabli i 37 indeksa morfometrijskih obilježja. Iz njih su izračunate srednje vrijednosti (AVR), brojevi uzoraka (N), vrijednosti standardne devijacije (SDEV), vrijednosti standardne pogreške (SE) te minimalne i maksimalne vrijednosti. Obradeni podaci su u tablicama prikazani u obliku "AVR  $\pm$  SDEV" za srednju vrijednost i standardnu devijaciju te "MIN-MAX" raspon najmanje i najveće vrijednosti za svako obilježje. Potom je testiran spolni dimorfizam, za svako obilježje i za sve indekse, dvostranim t-testom nezavisnih uzoraka. Naposljetku je provedena kanonička diskriminativna analiza kako bi se testirala i usporedila udaljenost po spolu i mjestu nalazišta uspoređujući više varijabli u isto vrijeme.

Za potrebe određivanja distribucije barske kornjače u Hrvatskoj korištena je faunistička baza podataka Dušana Jelića (FBPDJ) s ukupno 417 nalaza vrste *Emys orbicularis* u razdoblju od 1882. do danas. Podaci su uneseni u program za izradu geografskih karata ArcGis 10.1., kako bi se izradila karta distribucije barske kornjače. Za obradu ovih podataka, korišten je software Past 3 te Microsoft Office Excel verzije 2011 i 2016.

## 3. REZULTATI

### 3.1. Distribucija barske kornjače, *Emys orbicularis* u Hrvatskoj

Karta rasprostranjenosti barske kornjače je izrađena uz pomoć faunističke baze podataka Jelića (FBPDJ) (Slika 12.). Baza sadrži podatke koje su prikupljeni terenskim istraživanjima ili putem referenci. Podaci datiraju od 1882. do 2016. godine. Temeljem ovih podataka utvrđena je njezina učestalost duž čitave kontinentalne Hrvatske izuzev Like i Gorskog kotara, te uz Mediteran odnosno u Istri, otocima Kvarnera, po cijeloj Dalmaciji duž Dinarida do Dubrovnika.



**Slika 12.** Karta distribucije barske kornjače *Emys orbicularis* u Hrvatskoj po UTM kvadrantima. Crvena linija pokazuje granicu između *E. orbicularis orbicularis* i *E. orbicularis hellenica* koja primarno slijedi planinske lance Dinarskog luka (Mjerilo: 1:300 000) Arc GIS 10.1.

## 3.2. Morfologija

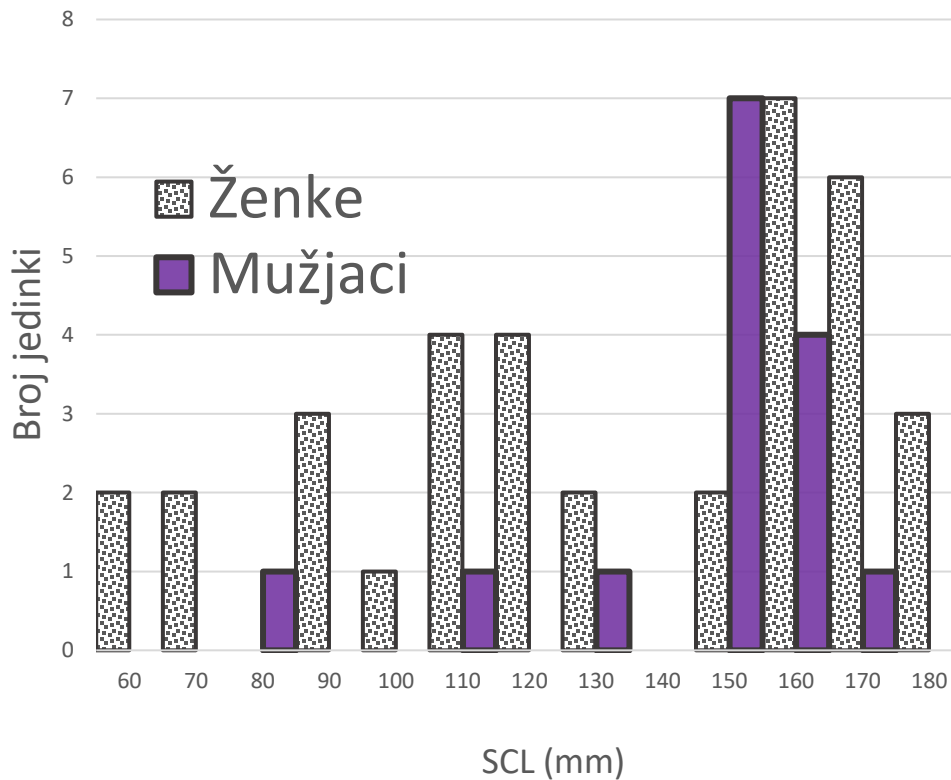
Tijekom istraživanja ukupno je premjereno 51 jedinka podvrste *Emys orbicularis hellenica*. Od čega je na Krki izmjereno 15 odraslih mužjaka i 24 odraslih ženki, što čini zajedno 39 uzoraka iz Krke. U muzeju nije bilo uzoraka mužjaka, samo 12 odraslih ženki (većinom s otoka Paga, te jedna jedinka s Baćinskih jezera), što čini ukupan broj jedinki iz muzeja (Tablica 2.). Omjer spolova je 1.6:1 u korist ženki za uzorak jedinki iz Krke, te 0:12 u korist ženki za uzorak jedinki iz muzeja.

**Tablica 2.** Analizirane skupine jedinki po spolu i izvoru podataka

ANALIZIRANO:	Mužjaci	Ženke	Ukupno:
Uzorci iz Krke:	15	24	39
Uzorci iz muzeja:	0	12	12
Ukupno:	15	36	51

### 3.2.1. Morfometrijska obilježja

Za razliku ukupne duljine karapaksa analiziran je uzorak koji obuhvaća ukupno 51 jedinku vrste *E. orbicularis hellenica* od kojih je 15 mužjaka i 36 ženki (Slika 13.). Jedanaest mužjaka ima vrijednost duljine karapaksa od 150 do 169 mm, a trinaest ženki ima vrijednost duljine karapaksa od 160 do 178 mm. Ženke imaju relativno veću ravnu dužinu karapaksa (SCL) od mužjaka. Za ravnu dužinu karapaksa u mužjaka raspon vrijednosti je od 80 do 171 mm, sa srednjom vrijednosti od 148 mm te standardnom devijacijom od 24 mm. Kod ženki je raspon vrijednosti od 63 do 182 mm, sa srednjom vrijednosti od 137 i standardnom devijacijom od 37 mm. Razlika u duljini karapaksa je prikazan grafičkim prikazom između mužjaka i ženki neovisno o izvoru podataka.



**Slika 13.** Ravna dužina karapaksa (SCL) u milimetrima jedinki vrste *Emys orbicularis hellenica* s obzirom na spol.

Deskriptivna statistika generalnih morfoloških karakteristika mužjaka iz Krke i ženki iz Krke, Paga i Baćinskih jezera je prikazana Tablicom 3. Prema ovim podacima mužjaci su relativno veći od ženki što se jasno vidi usporedbom srednjih vrijednosti ravne dužine karapaksa  $SCL(M)=148\text{mm}$ ,  $SCL(F)=137\text{mm}$ , maksimalne širine karapaksa  $MaxCW(M)=110\text{mm}$ ,  $MaxCW(F)=107\text{mm}$ , maksimalne dužine plastrona  $MaxPL(M)=143\text{mm}$ ,  $MaxPL(F)=134\text{mm}$  i maksimalne širine plastrona  $MaxPL(M)=87\text{mm}$ ,  $MaxPL(F)=80\text{mm}$ . Brojnost ženki koja je puno veća od mužjaka  $N(M)=15$ ,  $N(F)=36$  može biti razlog zašto ženke imaju veći raspon u minimalnim i maksimalnim vrijednostima.

**Tablica 3.** Deskriptivna statistika morfoloških obilježja svih mužjaka i ženki uzoraka jedinki vrste *Emys o. hellenica*. Sve značajke su izražene u milimetrima osim tjelesne mase koja je u gramima.

Karakteristika	N	Mužjaci			Ženke		
		AVR±SDEV	MIN-MAX	N	AVR±SDEV	MIN-MAX	
SCL	15	148.28±24.06	80.5-171.8	36	137.36±36.94	63±182.2	
CCL	15	170.01±22.71	119.1-198	34	162.97±42.52	83±220	
MCW	15	102.05±23.92	34.3-127.4	36	97.17±26.06	22.3±127	
MaxCW	15	110.1±24.27	43.3-139.1	36	106.51±32.21	30.4±196	
WV2	11	39.07±9.71	20.6-62.8	32	35±8.75	19±51.38	
WV3	11	43.58±8.06	31.8-65.4	32	38.3±9.75	18±55.6	
WV4	11	44.36±8.59	31.2-66.8	29	37.3±10.89	17±57.31	
MPL	15	138.6±15.84	103.6-168.6	36	132.52±34.91	62±188.4	
MaxPL	15	142.78±16.76	106.1-175.9	36	134.26±35.93	61±179	
PW6	15	78.09±22.14	8-104.3	36	78.79±18.59	39±109.6	
MaxPW	15	86.88±11.83	63.3-106.3	36	79.78±20.96	39±110.4	
PSL	15	26.6±7.51	19.5-50.1	34	23.76±8.1	9±41.91	
FSL	15	17.45±6.64	10.6-39.7	34	14.84±12.84	0±49.44	
ANW	15	26.24±10.08	6.5-49.5	36	26.34±13.79	6.5±76.44	
ASJ	15	13.89±7.05	6.3-35.7	36	7.34±6.67	0±29.72	
TLC	10	443.4±52.75	326-504	22	350.78±156.68	22±557	
SHMax	13	60.45±9.24	45.3-81.1	35	58.1±17.27	18.2±81.1	
SHV3	10	59.17±10.33	43.2-80	35	56.19±16.65	16.9±78.5	
SHP	13	28.91±7.38	20.8-50.3	34	32.23±8.42	17.1±50.7	
CI	7	38.96±10.82	26.3-61.5	17	11.58±18.63	0±43.8	
CII	6	33.95±10.86	24.9-55.5	18	11.01±16.13	0±36.9	
CIII	6	33.68±11.41	20.6-53.8	18	10.32±15.23	0±34.7	
CIV	6	31.57±10.85	21.6-52.6	18	11.4±16.69	0±36.1	
CV	6	34.9±11.28	20.1-54.5	18	9.54±14.36	0±35.4	
BL R	15	36.35±9.61	19.4-55	35	33.69±9.52	17±48.6	
BL L	15	35.49±9.42	19.4-55.8	35	34.88±10.03	18±50	
Nº of claws on FLL L	15	5±0	5-5	36	3.64±2.17	0±5	
Nº of claws on FLL R	15	5±0	5-5	36	3.69±2.18	0±5	
FLL L	14	87.93±13.78	66.4-118.4	33	59.28±46.97	0±128.8	
FLL R	13	90.22±12.56	66.4-116.8	33	58.79±46.55	0±128.6	
HLL L	13	95.73±12.63	69.2-124.4	32	57.93±46.91	0±128.1	
HLL R	14	97.5±12.59	71-128.4	31	57.7±47.95	0±127.8	
HL	15	42.18±4.13	35-50.2	33	26.82±21.43	0±67.2	
HW	15	29.81±5.07	21.1-39.4	34	20.76±15.74	0±57	
SL	15	31.17±3.54	26.1-37.5	34	21.83±17.46	0±60.8	
HH	15	19.46±2.45	12.7-23.3	34	14.65±11.45	0±47.3	
Tail	15	63.58±12.39	48.1-96.2	33	41.44±33.63	0±86.5	
Claw	15	8.87±1.38	6.5-10.8	32	5.64±4.65	0±11.9	
Masa	12	537.58±179.02	212-943	21	347.38±415.78	0±1009	



### 3.2.2. Usporedba morfometrijskih obilježja *Emys orbicularis hellenica*

Za usporedbu lokalnih populacija vrste jedinki *Emys orbicularis hellenica* korišteni su podaci morfometrijskih obilježja kako bismo utvrdili postoje li značajne razlike između jedinki s Krke i jedinki s Paga. Samo jedna jedinka s Baćinskih jezera nije dopustila daljnju usporedbu jedinki s tog lokaliteta. Ukupan broj izmjerenih jedinki s Krke je 39, a jedinki s Paga je 11. Jedinke s Paga se po svim izmjerenim morfometrijskim karakteristikama izdvajaju od jedinki s Krke. T-test potvrđuje da su svi podaci statistički značajni što se vidi u Tablici 4. No zbog iznimno malog broja uzoraka s Paga i nedostatka mužjaka u uzorku vrlo je lako shvatiti zašto su gotovo svi parametri ispali statistički značajno različiti. Ujedno je vidljiva i činjenica da postoji vidljiva razlika u veličini tijela jedinki s Paga, čime su i svi ostali parametri pokazali značajne razlike. Morfometrijske značajke koje se nisu mjerile kod jedinki iz muzeja su također izostavljene kod populacije Krke, kako bi se usporedili samo dostupni podaci.

**Tablica 4.** Usporedba deskriptivne statistike morfometrijskih obilježja svih mužjaka i ženki iz Krke s jedinkama iz Paga. Sve značajke su izražene u milimetrima osim tjelesne mase koja je u gramima.

Karakteristika	Krka			Pag			t-test
	N	AVR±SDEV	MIN-MAX	N	AVR±SDEV	MIN-MAX	p
SCL	39	153.93±24.24	80.5-182.2	11	95±21.48	63-124	<0.001
CCL	37	182.06±22.75	119.1-220	11	110.91±22.17	83-143	<0.001
MCW	39	104.41±27.82	6.28-127.4	11	73.18±11.97	58-93	<0.001
MaxCW	39	117.03±26.93	30.4-196	11	75±13.7	59-96	<0.001
WV2	31	39.99±6.96	20.6-62.8	11	25.45±4.95	19-33	<0.001
WV3	31	44.23±6.12	31.8-65.4	11	27.27±5.76	18-37	<0.001
WV4	28	44.77±6.86	31.2-66.8	11	25.82±5.42	17-35	<0.001
MPL	39	147.23±19.02	103.6-188.4	11	90.55±21.78	62-120	<0.001
MaxPL	39	147.26±28.9	14-179	11	90.09±21.16	61-119	<0.001
PWG	39	84.71±17.08	8-109.6	11	57±11.31	39-71	<0.001
MaxPW	39	89.83±12.38	63.3-110.4	11	54.73±11.52	39-72	<0.001
PSL	37	28.9±8	19.5-60.7	11	14.45±3.98	9-22	<0.001
ANW	39	28.51±13.57	6.5-76.44	11	18.36±4.48	13-27	0.019041
TLC	20	449.46±105.51	53.2-557	11	253.82±107.8	22-370	<0.001
SHMax	36	64.26±13.07	18.2-81.1	11	41.73±9.03	30-53	<0.001
SHV3	33	62.28±13.68	16.9-80	11	41.45±8.87	30-51	<0.001
SHP	35	28.9±6.89	17.1-50.7	11	38.09±8.25	27-48	<0.001
BL R	38	37.72±8.32	19.4-55	11	24.09±4.76	17-34	<0.001
BL L	38	38.43±8.47	19.4-55.8	11	24.09±4.57	18-32	<0.001
HW	37	30.56±6.38	21.1-57	11	22±	22-22	<0.001

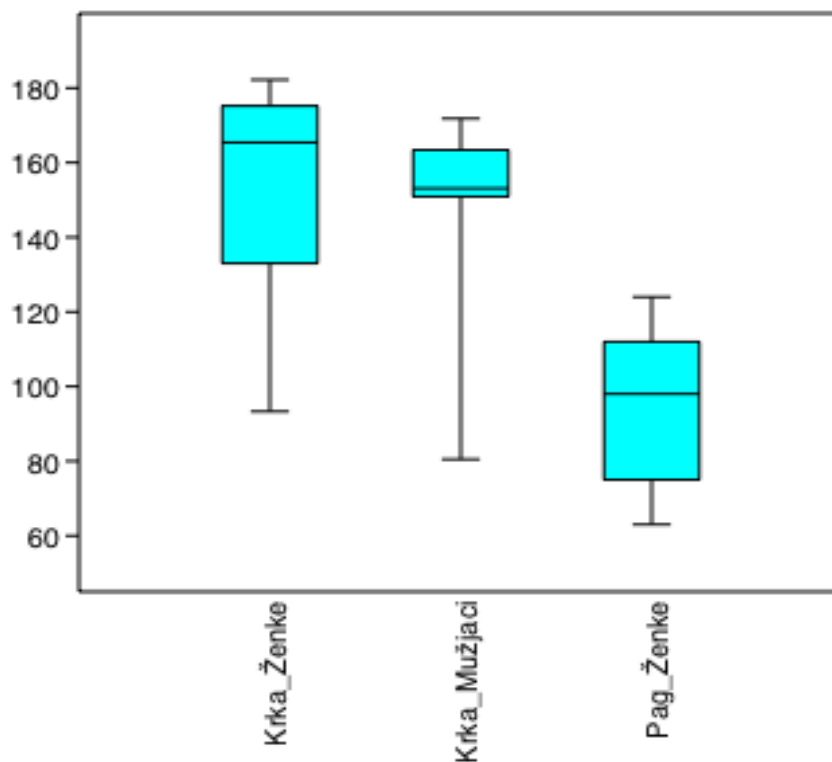
Kako bismo dobili realnu analizu razlika između jedinki iz prirode i jedinki iz muzeja, uspoređene su samo ženke iz Krke s ženka s Paga (Tablica 5.). Također su i u ovoj analizi, kod populacije iz Krke, izostavljene morfometrijske značajke koje nedostaju kod populacije s Paga. Ovom analizom je vidljivo da se jedinke ženki s Paga sa svim parametrima ističu s manjim vrijednostima, naspram jedinki ženki iz Krke.

**Tablica 5.** Usporedba deskriptivne statistike morfometrijskih obilježja jedinka ženki iz Krke s jedinkama ženki iz Paga. Sve značajke su izražene u milimetrima osim tjelesne mase koja je u gramima

Karakteristika	Ženke Krke			Ženke Paga			t-test	
	N	AVR±SDEV	MIN-MAX	N	AVR±SDEV	MIN-MAX	p	
SCL	11	157.45±24.19	93.3-182.2	24	95±21.48	63-124	<0.001	
CCL	11	190.27±19.21	148-220	22	110.91±22.17	83-143	<0.001	
MCW	11	108.26±23.83	22.3-127	24	73.18±11.97	58-93	<0.001	
MaxCW	11	121.35±28.08	30.4-196	24	75±13.7	59-96	<0.001	
WV2	11	40.5±5.1	30.2-51.38	20	25.45±4.95	19-33	<0.001	
WV3	11	44.58±4.96	33.8-55.6	20	27.27±5.76	18-37	<0.001	
WV4	11	45.04±5.76	35-57.31	17	25.82±5.42	17-35	<0.001	
MPL	11	152.61±19.13	112-188.4	24	90.55±21.78	62-120	<0.001	
MaxPL	11	155.31±18.93	114.7-179	24	90.09±21.16	61-119	<0.001	
PW6	11	88.85±11.72	65-109.6	24	57±11.31	39-71	<0.001	
MaxPW	11	91.68±12.6	63.32-110.4	24	54.73±11.52	39-72	<0.001	
PSL	11	28.68±4.82	20.4-41.91	22	14.45±3.98	9-22	<0.001	
ANW	11	29.92±15.39	6.5-76.44	24	18.36±4.48	13-27	0.0208	
TLC	11	455.52±143.66	53.2-557	10	153.82±107.8	22-370	0.0017	
SHMax	11	66.42±14.55	18.2-81.1	23	41.73±9.03	30-53	<0.001	
SHV3	11	63.63±14.91	16.9-78.5	23	41.45±8.87	30-51	<0.001	
SHP	11	28.9±6.76	17.1-50.7	22	38.09±8.25	27-48	0.0018	
BL R	11	38.61±7.46	24.9-48.6	23	24.09±4.76	17-34	<0.001	
BL L	11	40.34±7.38	27.7-50	23	24.09±4.57	18-32	<0.001	

### 3.2.3. Spolni dimorfizam

Za analizu spolnog dimorfizma izrađen je grafički prikaz koji uspoređuje ravnu dužinu karapaksa ovisno o podrijetlu (Slika 14.). Postoji vidljiva razlika između jedinki s Krke i Paga, prilikom čega jedinke ženke s Paga imaju iznimno manje vrijednosti u veličini tijela od jedinki iz Krke. Uspoređujući samo jedinke ženke i mužjake s Krke vidljiv je blagi spolni dimorfizam u veličini tijela. Ženke s Krke imaju blago veće vrijednosti, naspram mužjaka, radi čega je nadalje bilo nužno izračunati indekse kako bi se provela daljnja analiza (Tablica 6.). Omjeri mužjaka i ženki neovisno o podrijetlu ukazuje da su odnosi između udaljenosti od analne do suprakaudalne ploče (ASJ), broj kandži na lijevoj i desnoj prednjoj nozi (number of FLL L i number od FLL R), duljina kandže (Claw) i masa s ravnom dužinom karapaksa (SCL) statistički značajno različiti među spolovima. Pregled morfometrijskih obilježja mužjaka i ženki iz Krke (Tablica 7.) ukazuje na statistički značajne razlike za masu ( $p < 0.001$ ) i dužinu zakrivljenosti karapaksa (CCL,  $p < 0.006$ ) između mužjaka i ženki, dok su srednje vrijednosti za gotovo sve parametre veći kod ženki, naspram mužjaka.



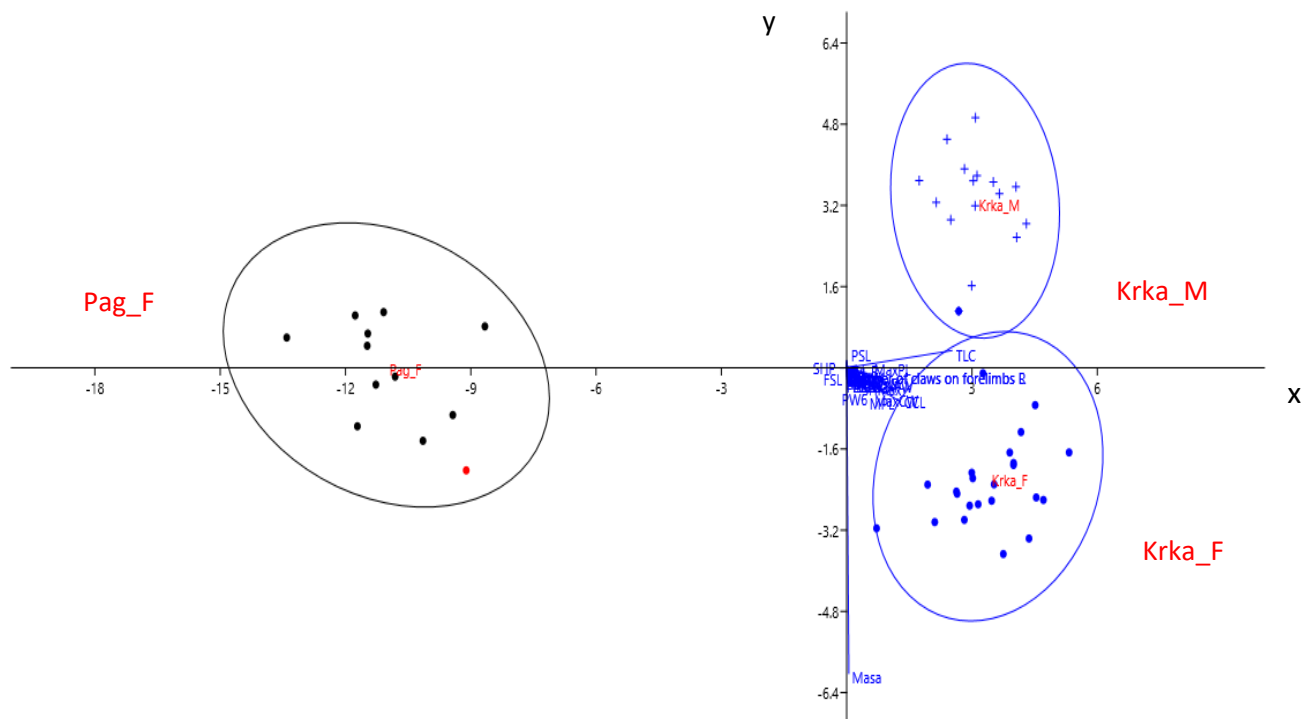
**Slika 14.** Grafički prikaz (Box plot) spolnog dimorfizma za ravnu dužinu karapaksa SCL vrste *Emys orbicularis* ovisno o podrijetlu

**Tablica 6.** Indeksi deskriptivne statistike morfometrijskih obilježja svih izmjerenih jedinki mužjaka i ženki vrste *Emys orbicularis hellenica*. Sve značajke su izražene u milimetrima osim tjelesne mase koja je u gramima.

Karakteristika	Mužjaci			Ženke			t-test
	N	AVR±SDEV	MIN-MAX	N	AVR±SDEV	MIN-MAX	p
<b>CCL/SCL</b>	15	1.181±0.302	0.725-2.199	34	1.195±0.283	0.115-1.937	0.877
<b>MCW/SCL</b>	15	0.68±0.099	0.426-0.844	36	0.739±0.203	0.239-1.717	0.290
<b>MaxCW/SCL</b>	15	0.737±0.095	0.522-0.922	36	0.78±0.14	0.326-1.169	0.274
<b>WV2/SCL</b>	11	0.272±0.091	0.185-0.483	32	0.277±0.056	0.224-0.46	0.840
<b>WV3/SCL</b>	11	0.306±0.094	0.247-0.543	32	0.295±0.058	0.188-0.473	0.663
<b>WV4/SCL</b>	11	0.309±0.084	0.253-0.509	29	0.296±0.069	0.178-0.492	0.623
<b>MPL/SCL</b>	15	0.963±0.242	0.842-1.815	36	1.014±0.228	0.849-2	0.474
<b>MaxPL/SCL</b>	15	0.991±0.241	0.868-1.837	36	0.998±0.173	0.617-1.554	0.895
<b>PW6/SCL</b>	15	0.546±0.198	0.049-1.068	36	0.59±0.104	0.493-0.925	0.310
<b>MaxPW/SCL</b>	15	0.603±0.156	0.508-1.143	36	0.589±0.087	0.476-0.932	0.688
<b>PSL/SCL</b>	15	0.209±0.114	0.133-0.544	34	0.199±0.145	0.134-0.984	0.818
<b>FSL/SCL</b>	15	0.12±0.048	0.088-0.263	22	0.235±0.246	0.114-0.972	0.083
<b>ANW/SCL</b>	15	0.181±0.073	0.041-0.328	36	0.233±0.101	0.115-0.498	0.075
<b>ASJ/SCL</b>	15	0.093±0.044	0.052-0.237	24	0.566±0.251	0.159-0.986	<0.0001
<b>TLC/SCL</b>	10	2.926±0.047	2.863-3.011	22	2.855±1.019	0.293-4.742	0.828
<b>SHMax/SCL</b>	13	0.429±0.126	0.347-0.809	35	0.437±0.08	0.12-0.684	0.793
<b>SHV3/SCL</b>	10	0.425±0.148	0.323-0.809	35	0.451±0.105	0.345-0.947	0.541
<b>SHP/SCL</b>	13	0.207±0.082	0.13-0.43	34	0.263±0.118	0.111-0.463	0.128
<b>CI /SCL</b>	7	0.259±0.066	0.215-0.408	5	0.233±0.016	0.212-0.254	0.426
<b>CII/SCL</b>	6	0.227±0.07	0.189-0.368	6	0.203±0.031	0.172-0.259	0.467
<b>CIII/SCL</b>	6	0.223±0.07	0.182-0.357	6	0.187±0.027	0.139-0.224	0.259
<b>CIV/SCL</b>	6	0.21±0.068	0.172-0.349	6	0.219±0.033	0.179-0.277	0.788
<b>CV/SCL</b>	6	0.23±0.066	0.18-0.361	6	0.18±0.018	0.147-0.198	0.099
<b>BL R/SCL</b>	15	0.255±0.096	0.124-0.522	35	0.249±0.04	0.144-0.336	0.747
<b>BL L/SCL</b>	15	0.248±0.091	0.124-0.506	35	0.258±0.043	0.172-0.422	0.614
<b>Nº of claws on FLL L/SCL</b>	15	0.035±0.008	0.029-0.062	27	0.361±0.136	0.178-0.794	<0.0001
<b>Nº of claws on FLL R/SCL</b>	15	0.035±0.008	0.029-0.062	27	0.367±0.138	0.222-0.794	<0.0001
<b>FLL L/SCL</b>	14	0.609±0.092	0.477-0.825	21	0.61±0.108	0.423-0.932	0.976
<b>FLL R/SCL</b>	13	0.614±0.094	0.494-0.825	21	0.607±0.106	0.418-0.893	0.851
<b>HLL L/SCL</b>	13	0.675±0.164	0.565-1.178	20	0.596±0.088	0.473-0.843	0.082
<b>HLL R/SCL</b>	14	0.685±0.173	0.575-1.242	19	0.61±0.091	0.447-0.842	0.166
<b>HL/SCL</b>	15	0.293±0.067	0.227-0.513	21	0.268±0.043	0.213-0.373	0.171
<b>HW/SCL</b>	15	0.207±0.055	0.159-0.376	23	0.202±0.043	0.149-0.316	0.775
<b>SL/SCL</b>	15	0.215±0.042	0.182-0.35	22	0.214±0.042	0.152-0.337	0.952
<b>HH/SCL</b>	15	0.134±0.028	0.114-0.23	23	0.176±0.173	0.114-0.956	0.368
<b>Tail /SCL</b>	15	0.444±0.139	0.295-0.852	21	0.426±0.117	0.225-0.695	0.666
<b>Claw/SCL</b>	15	0.062±0.017	0.045-0.118	20	0.564±0.106	0.267-0.726	<0.0001
<b>Masa/SCL</b>	12	3.472±0.869	1.901-5.489	9	5±0.957	4.268-7.333	<0.0001

**Tablica 7.** Deskriptivna statistika morfometrijskih obilježja mužjaka i ženki uzoraka jedinki vrste *Emys orbicularis hellenica* iz Krke. Sve značajke su izražene u milimetrima osim tjelesne mase koja je u gramima.

Karakteristika	Mužjaci			N	Ženke		t-test p
	N	AVR±SDEV	MIN-MAX		AVR±SDEV	MIN-MAX	
SCL	15	148.28±24.06	80.5-171.8	24	157.45±24.19	93.3-182.2	0.256
CCL	15	170.01±22.71	119.1-198	22	190.27±19.21	148-220	0.006
MCW	15	102.05±23.92	34.3-127.4	24	108.26±23.83	22.3-127	0.434
MaxCW	15	110.1±24.27	43.3-139.1	24	121.35±28.08	30.4-196	0.208
WV2	11	39.07±9.71	20.6-62.8	20	40.5±5.1	30.2-51.38	0.593
WV3	11	43.58±8.06	31.8-65.4	20	44.58±4.96	33.8-55.6	0.671
WV4	11	44.36±8.59	31.2-66.8	17	45.04±5.76	35-57.31	0.805
MPL	15	138.6±15.84	103.6-168.6	24	152.61±19.13	112-188.4	0.023
MaxPL	15	142.78±16.76	106.1-175.9	24	155.31±18.93	114.7-179	0.042
PW6	15	78.09±22.14	8-104.3	24	88.85±11.72	65-109.6	0.054
MaxPW	15	86.88±11.83	63.3-106.3	24	91.68±12.6	63.32-110.4	0.243
PSL	15	26.6±7.51	19.5-50.1	22	28.68±4.82	20.4-41.91	0.305
FSL	15	17.45±6.64	10.6-39.7	22	22.93±8.05	15-49.44	0.036
ANW	15	26.24±10.08	6.5-49.5	24	29.92±15.39	6.5-76.44	0.417
ASJ	15	13.89±7.05	6.3-35.7	24	11±5.05	2.6-29.72	0.145
TLC	10	443.4±52.75	326-504	10	455.52±143.66	53.2-557	0.805
SHMax	13	60.45±9.24	45.3-81.1	23	66.42±14.55	18.2-81.1	0.192
SHV3	10	59.17±10.33	43.2-80	23	63.63±14.91	16.9-78.5	0.397
SHP	13	28.91±7.38	20.8-50.3	22	28.9±6.76	17.1-50.7	0.996
CI	7	38.96±10.82	26.3-61.5	5	39.38±4.55	32.6-43.8	0.937
CII	6	33.95±10.86	24.9-55.5	6	33.02±3.54	26.5-36.9	0.845
CIII	6	33.68±11.41	20.6-53.8	6	30.95±4.71	22.6-34.7	0.599
CIV	6	31.57±10.85	21.6-52.6	6	34.2±3.32	27.5-36.1	0.582
CV	6	34.9±11.28	20.1-54.5	6	28.62±6.77	16.7-35.4	0.269
BL R	15	36.35±9.61	19.4-55	23	38.61±7.46	24.9-48.6	0.420
BL L	15	35.49±9.42	19.4-55.8	23	40.34±7.38	27.7-50	0.084
Nº of claws on FLL L	15	5±0	5-5	24	4.83±0.48	3-5	
Nº of claws on FLL R	15	5±0	5-5	24	4.92±0.28	4-5	
FLL L	14	87.93±13.78	66.4-118.4	21	93.16±14.73	65.5-128.8	0.299
FLL R	13	90.22±12.56	66.4-116.8	21	92.39±14.43	67.9-128.6	0.657
HLL L	13	95.73±12.63	69.2-124.4	20	92.69±14.12	70.8-128.1	0.534
HLL R	14	97.5±12.59	71-128.4	19	94.14±14.52	70.9-127.8	0.493
HL	15	42.18±4.13	35-50.2	21	42.15±7.5	30.11-67.2	0.987
HW	15	29.81±5.07	21.1-39.4	22	31.08±7.21	21.7-57	0.556
SL	15	31.17±3.54	26.1-37.5	22	33.74±7.63	23.16-60.8	0.232
HH	15	19.46±2.45	12.7-23.3	22	21.91±6.18	14.7-47.3	0.155
Tail	15	63.58±12.39	48.1-96.2	21	65.13±13.77	34.4-86.5	0.731
Claw	15	8.87±1.38	6.5-10.8	20	9.02±1.78	4.1-11.9	0.792
Masa	12	537.58±179.02	212-943	9	810.56±99.16	683-1009	<0.0001



**Slika 15.** Grafički prikaz diskriminativne analize

U diskriminativnoj analizi, Os x vidno razdvaja populaciju Krke od Paga. Jedinke s Paga imaju značajno niže vrijednosti svih parametara naspram jedinki Krke (Slika 15). Glavni parametri po kojima se populacije s Paga i Krke razlikuju su ravna dužina karapaksa (SCL), zakrivljena dužina karapaksa (CCL), širina karapaksa (MCW), duljina plastrona od vratne do početka analne ploče (MPL) te maksimalna dužina plastrona (MaxPL) što se može očitati iz koeficijanata diskriminativne funkcije u Tablici 9.

Os y razdvaja mužjake i ženke Krke primarno po masi, opsegu oklopa (TLC), zakrivljenoj dužini karapaksa (CCL) i duljini plastrona od vratne do početka analne ploče (MPL) (Slika 15. i Tablica 9.). Jedinaka iz Baćinskih jezera je označena crvenom točkom u kružnici koja predstavlja populaciju ženki s Paga. Na slici je vidljiva krivo determinirana ženka, koja je zapravo mužjak, na grafu je prikazana plavom točkom u populaciji Krka\_M.

Na temelju diskriminativne analize određeni su postoci točno determiniranih uzoraka u određenoj grupi. Točno je klasificirano 98% uzoraka, jer je jedna jedinka ženka s Krke krivo identificirana kao mužjak (Tablica 8.).

**Tablica 8.** Prikaz točno klasificiranih jedinki u određene grupe

	Krka_F	Pag_F	Baćinska_F	Krka_M	Total
Krka_F	23	0	0	1	24
Pag_F	0	11	0	0	11
Bacinska_F	0	0	1	0	1
Krka_M	0	0	0	16	16
Total	23	11	1	17	52

**Tablica 9.** Koeficijenti diskriminativne funkcije za točnu klasifikaciju po svim varijablama

Karakteristike	Axis 1	Axis 2
<b>SCL</b>	<b>40,771</b>	-1,302
<b>CCL</b>	<b>54,798</b>	<b>-28,623</b>
<b>MCW</b>	21,333	-0.47458
<b>MaxCW</b>	28,878	-18,432
<b>WV2</b>	0.95908	-0.1747
<b>WV3</b>	11,072	-0.1463
<b>WV4</b>	12,141	0.050913
<b>MPL</b>	<b>39,387</b>	<b>-21,907</b>
<b>MaxPL</b>	<b>39,501</b>	-1,006
<b>PW6</b>	18,873	-18,033
<b>MaxPW</b>	24,272	-0.6686
<b>PSL</b>	0.98921	0.18511
<b>FSL</b>	0.008367	-0.947
<b>ANW</b>	0.66638	-0.71719
<b>ASJ</b>	-0.00459	0.51939
<b>TLC</b>	10,771	<b>14,553</b>
<b>SHMax</b>	15,604	-0.85252
<b>SHV3</b>	14,084	-0.70125
<b>SHP</b>	-0.64264	-0.01518
<b>CI</b>	0.000206	-0.02332
<b>CII</b>	-0.00047	0.052943
<b>CIII</b>	-0.00137	0.15505
<b>CIV</b>	0.00132	-0.14937
<b>CV</b>	-0.00315	0.35642
<b>BL R</b>	0.94895	-0.32503
<b>BL L</b>	10,047	-0.69866
<b>Nº of claws on FLL L/SCL</b>	-0.00243	0.030274
<b>Nº of claws on FLL R/SCL</b>	-0.00121	0.015137
<b>FLL L</b>	0.006028	-0.68227
<b>FLL R</b>	0.001941	-0.21971
<b>HLL L</b>	-0.00493	0.55801
<b>HLL R</b>	-0.00525	0.59371
<b>HL</b>	5.57E-02	-0.00063
<b>HW</b>	0.001913	-0.21655
<b>SL</b>	0.0036	-0.40752
<b>HH</b>	0.003609	-0.40851
<b>Tail</b>	0.000183	-0.02075
<b>Claw</b>	9.47E-01	-0.01072
<b>Masa</b>	0.22726	<b>-25,723</b>



## 4. RASPRAVA

Destrukcijom vodenih i poplavnih staništa brojnost populacije opada posebice na otocima. Kartom smo utvrdili distribuciju barske kornjače koja se proteže duž čitave kontinentalne Hrvatske; u Istri, duž čitave Jadranske obale, u Ravnim Kotarima, Dalmaciji, te na otocima (Krku, Cresu, Lošinju, Rabu, Pagu, Ugljanu, Žirje, Kornatima, Šipan i Mljetu). Jednako tako je utvrđena njezina odsutnost na planinskom predjelu Like i Gorskog kotara, za koji se smatra da je najvjerojatnije zbog nadmorske visine i nepovoljnih klimatskih uvjeta definirana i granica između dvije podvrste: *E. o. orbicularis* i *E. o. hellenica* (Fritz 1992, Bibron, Saint-Vincent 1832) u Hrvatskoj.

Na Krki je izmjereno ukupno 39 odraslih jedinki vrste *E. orbicularis hellenica* od kojih je 24 ženki i 15 mužjaka, što čini omjer spolova od 1.6:1 u korist ženki za uzorak jedinki iz Krke i muzeja. Razlog zašto je ulovljeno više ženki može bit temperatura okoliša u nekim godinama koje su bile povoljnije za razvoj ženki, obzirom na to da kornjače pokazuju temperaturnu ovisnost o determinaciji spola na temelju temperaturne inkubacije jaja (Bereznay 2002). Niski omjer juvenilnih jedinki ukazuje na uobičajeno stanje biologije kornjača (Ramos i sur. 2009), što može biti povezano s njihovom ugroženošću. Svakako bi fokus daljnjih istraživanja trebao biti na hvatanju i juvenilnih jedinki barske kornjače.

Usporedbom svih jedinki mužjaka i svih ženki, Tablica 3. prikazuje veće srednje vrijednosti za sve parametre u mužjaka, što bi ukazivalo da su mužjaci veći. S obzirom da su uspoređeni mužjaci s Krke, bez mužjaka s Paga (jer ih nije bilo) ovi podaci su dalje analizirani usporedbom samo ženki. Jedinke ženki s Paga su pokazale značajno niže vrijednosti skoro svih parametara naspram ženki s Krke, što je razlog zašto mužjaci imaju veće srednje vrijednosti. Diskriminativna analiza jasno odvaja populaciju s Paga od populacije iz Krke prema nekoliko parametara. Posebice se izdvajaju po niskim vrijednostima SCL, CCL, MCW, MPL, MaxPL, koje su u biti pokazatelji ukupne tjelesne veličine, što označuje „patuljast“ rast jedinki s Paga. Moravec (2003) navodi kako su na Pagu nađene patuljaste populacije *E. orbicularis hellenica*, što objašnjava dobivene niske vrijednosti u Paškim ženkama. Maksimalnu duljinu koju patuljaste populacije *E. orbicularis* mogu dosegnuti su do 120 mm

(Moravec 2003), što je ovim radom također potvrđeno kod uzoraka jedinki s Paga (SCL, MAX:124 mm). Morfometrijska mjerenja i njihovi omjeri s ukupnom duljinom karapaksa ukazuju na razlike između dviju populacija, a to su otočne populacije koje uključuju jedinke s Paga i populacije Krke iz unutrašnjosti kopna. Kao razlog zašto su otočne populacije manje od populacija u unutrašnjosti kopna, Moravec (2003) navodi izlaganje nepovoljnim uvjetima kao što su slani ribnjaci i presušivana staništa za vrijeme suhih ljetnih perioda što uzrokuje patuljasti rast u populaciji.

Pregledom deskriptivne statistike morfometrijskih obilježja između mužjaka i ženki iz Krke, ženke imaju sve srednje vrijednosti veće od mužjaka osim za stražnje noge. Srednja vrijednost za dužinu karapaksa kod mužjaka iznosi 148 mm, a kod ženki 157 mm, što ženke čini malo većima. Minimalna vrijednost ove podvrste je od 80 mm, a maksimalna seže do 220 mm. Ove rezultate potkrepljuju Fritzove tvrdnje (1998), gdje *E. o. hellenica* seže maksimalnu dužinu karapaksa od 17 cm, a većina jedinki su manji od 14 ili 15 cm.

Pregledom diskriminativne analize glavni parametri koji odvajaju mužjake i ženke su masa, opseg oklopa, zakrivljena dužina karapaksa i duljina plastrona od vratne do početka analne ploče. Srednje vrijednosti gotovo svih izmjerenih indeksa su veće u ženki nego u mužjaka, no statistički značajne vrijednosti su samo za indekse udaljenosti od analne do suprakaudalne ploče (ASJ), broj kandži, duljini jedne kandže te masi;  $p < 0.0001$ ). Kako bi se utvrdila razlika u veličini između mužjaka i ženki napravljen je i *box plot* grafički prikaz odnosa ravne dužine karapaksa za mužjake i ženke obzirom na podrijetlo. Rezultati prikazuju najveće srednje vrijednosti za ženke iz Krke, s najvećom maksimalnom vrijednosti, dok mužjaci imaju manju srednju i manju minimalnu vrijednost u odnosu na ženke Krke, što ukazuje na prisutnost spolnog dimorfizma u veličini tijela.

Jedna je ženka iz Krke nehotice zbog krivog prijepisa zabilježena kao mužjak u tablicu, naime diskriminativnom analizom je otkrivena i ispravljena u rezultatima kako bi podaci bili validni.

Ovime se potvrđuje teorija ostalih radova (Fritz 1998, Ramos i sur. 2009, Kaviani & Rahimibashar 2015), da su ženske jedinke vrste *Emys orbicularis hellenica* veće i teže od mužjaka. Kaviani & Rahimibashar (2015) tvrde da su ženke veličinom veće od mužjaka jer kasnije sazriju od mužjaka, a zrele jedinke svu svoju energiju usmjeravaju za reprodukciju što

im umanjuje rast. Obzirom da mužjaci prije dosegnu zrelost, ženke imaju više vremena energiju fokusirati na rast.

## 5. ZAKLJUČAK:

- Primorska barska kornjača u Hrvatskoj je nastanjena duž čitave kontinentalne Hrvatske; u Istri, duž čitave Jadranske obale, u Ravnim Kotarima, Dalmaciji, te na otocima (Krku, Cresu, Lošinju, Rabu, Pagu, Ugljanu, Žirje, Kornatima, Šipan i Mljetu), a Lika i Gorski kotar čini granicu između kontinentalne podvrste *Emys orbicularis orbicularis* i primorske podvrste *Emys orbicularis hellenica*
- Analize pokazuju da su ženke po ukupnoj tjelesnoj veličini blago veće od mužjaka te da je spolni dimorfizam kod podvrste *Emys orbicularis hellenica* prisutan
- Uzorci jedinki iz muzeja, čije je nalazište na Pagu, imaju “patuljast” rast i maksimalnu duljinu do 120 mm

## 6. LITERATURA:

Alibardi, L. (2005): Proliferation in the Epidermis of Chelonians and Growth of the Horny Scutes. *Journal of Morphology* 265. Dipartimento di Biologia evoluzionistica sperimentale, Universita di Bologna, Bologna, Italy, str. 52-69

Belaid, B., N. Richard-Mercier, C. Pieau, M. Dorizzi (2001): Sex reversal and aromatase in the European Pond Turtle: treatment with letrozole after the thermosensitive period for sex determination. *J. Experimental Zoology*, 290: 490-7

Benton, M. J. (2016): The Chinese pareiasaurs. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 177(4), 813-853.

Bereznay, A. (2002): "Emys orbicularis" (On-line), Animal Diversity Web. Accessed December 26, 2017 at [http://animaldiversity.org/accounts/Emys\\_orbicularis/](http://animaldiversity.org/accounts/Emys_orbicularis/)

Bodie, J. (2001): Steam and riparian management for freshwater turtles. *J. Env. Management*, 62: 443-55.

Brogg, M. F., & Grillitsch, H. (2012): The european Pond Terrapin *Emys orbicularis hellenica* (VaLeNcieNNes, 1832) in the aegean: Distribution and threats. *Wien. Herpetozooa* 25 (1/2): 47-58

Bucković, D. (2006): Meozoik i Kenozoik. *Historijska geologija* 2 (SLIKA)

Čihar J. (1990): *Turtles, Tortoises and Terrapins. Amphibians And Reptiles*, Aventinum, Prague

De Iuliis, G., & Pulerà, D. (2006): *The dissection of vertebrates*. Academic Press

Ernest C.H. i Barbour R.W. (1989) a: *Turtles of the world*. Washington, D.C. (Smithsonian Institution Press), xii, 313 p.

Ernst, C. H. & Barbour, R. W. (1989) b: *Turtles of the world*. Washington, D. C. London (Smithsonian Institution Press), 388 pp

Fattizzo, T. (2004): Basic morphological data and notes on natural history and conservation of a population of *Emys orbicularis* in southern Apulia (Carovigno, Salento). *Italian Journal of Zoology*, 71, 191–193.

Feldman, C., J. Parham (2002): Molecular phylogenetics of emydine turtles: taxonomic revision and the evolution of shell kinesis. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 22: 388-98.

Fritz, U. (1992): Zur innerartlichen Variabilität von *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758). 2. Variabilität in Osteuropa und Redefinition von *Emys orbicularis orbicularis* (Linnaeus, 1758) und *E. o. hellenica* (Valenciennes, 1832). *Zool. Abh.* 47 (5): 37–77

Fritz, U. (1998): Introduction to zoogeography and subspecific differentiation in *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758). In *Proceedings of the EMYS Symposium Dresden* (Vol. 96, pp. 1-27).

Fritz, U. i Andreas, B. (2000): Distribution, variety of forms and conservation of the European pond turtle. *Chelonii* 2: 23–26

Fritz U., Schmidt C. & Ernst C.H., (2011): Competing generic concepts for Blanding's, Pacific and European pond turtles (*Emydoidea*, *Actinemys* and *Emys*)-Which is best?

Fritz U., Fattizzo T., Guicking D., Tripepi S., Pennisi M.G., Lenk P., Joger U. & Wink M. (2004): A new cryptic species of pond turtle from southern Italy, the hottest spot in the range of the genus *Emys* (Reptilia, Testudines, Emydidae). *The Norwegian Academy of Science and Letters. Zoologica Scripta* 34: 351-371

Gadow, H. (1958): *Amphibia and Reptiles*. England: Wheldon & Wesley, Ltd.

Gans, C. (1985): *Biology of the Reptilia*: Vol. 14. New York: John Wiley & Sons

Hans-Volker, K., Kai K. & Wolfgang B. (2012): Die Geschichte der Europäischen Sumpfschildkröte in Deutschland 1: Zur Verbreitungsgeschichte der Europäischen Sumpfschildkröte – *Emys orbicularis* (L., 1758) – in Mecklenburg-Vorpommern und die Beschreibung eines historischen Fundes aus Pasewalk

Harless, M., H. Morlock (1979): *Turtles: Perspectives and Research*. New York: John Wiley & Sons.

Holman, J.A. & Fritz, U. (2001): A new emydine species from the Middle Miocene (Barstovian) of Nebraska, USA with a new generic arrangement for the species of *Clemmys* sensu McDowell (1964) (Reptilia: Testudines: Emydidae). *Zoologische Abhandlungen Staatliches Museum für Tierkunde Dresden* 51:331-354

Jelić, D (unpublished) – faunistička baza podataka Dušan Jelić

Jelić, D., Budinski, I., & Lauš, B. (2012): Distribution and conservation status of the batrachian and herpetofauna of the Croatian island of Mljet. *Herpetozoa*, 24(3/4), 165-178.

Jelić, D. (2013): Checklist of Amphibians and Reptiles of Croatia with bibliography of last 250 years of herpetological research. *Natura Slovenica*

Jelić, D.; Kuljerić, M.; Koren, T.; Treer, D.; Šalamon, D.; Lončar, M.; Podnar-Lešić, M.; Janev-Hutinec, B.; Bogdanović, T.; Mekinić, S.; Jelić, K. (2015): *Crvena knjiga vodozemaca i gmazova Hrvatske*, Zagreb: Ministarstvo zaštite okoliša i prirode, Državni zavod za zaštitu prirode, Hrvatsko herpetološko društvo HYLA

Kaviani, M., & Rahimibashar, M. R. (2015). Sexual dimorphism of the European Pond Turtle, *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758), in Anzali Lagoon, Iran (Reptilia: Emydidae). *Zoology in the Middle East*, 61(3), 231-235.

Kolombatović, J. (1882): Fische, welche in den Gewässern von Spalato beobachtet und überhaupt im adriatischen Meere registriert wurden. [Fish that were observed in the waters of Split and registered in the adriatic Sea in general]. *Spalato (a. Zannoni)*, 1-35.

Lenk, P., Fritz, U., Joger, U. & Winks, M. (1999): Mitochondrial phylogeography of the European pond turtle, *Emys orbicularis* (Linnaeus 1758). *Mol. Ecol.* 8: 1911-1922

Linzey, D.W. (2003): *Evolution of Reptiles*. *Vertebrate Biology*. The McGraw-Hill

Maljković, Z. & Matoničkin, I. eds., (2014): *Životinje: Velika Ilustrirana Enciklopedija Gmazovi*. Mozaik knjiga. Slovačka: 366.

Marguš D. (2009): Gmazovi Nacionalnog parka "Krka". Javna ustanova »Nacionalni park Krka«, Šibenik str: 29-31

Mattison C. (2008): *Turtles and Tortoises*. *Firefly Encyclopedia of Reptiles and Amphibians*, 2nd Edition. Firefly Books (U.S.) Inc. Buffalo, New York, 118-137.

Moravec, J. (2003): Some notes on the population of dwarfed *Emys orbicularis* from Pag (Croatia). *Journal of the National Museum, Natural History Series*, 172, 55-60.

Parham, J.F. & Feldman C.R. (2000): Generic Revision of Emydine Turtles. Turtle and Tortoise Newsletter. The Newsletter of Chelonian Conservationists and Biologists.

Pough F.H., Andrews R.M., Cadle J.E., Crump M.L., Savitzky A.H., Wells K.D. (2001): Herpetology, Prentice Hall, New Jersey.

Pough F.H., Janis C.M., Heiser J.B. (2005): The Lepidosaurs: Tautara, Lizards, and Snakes. Vertebrate Life, 7th Edition. Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, str. 327-363

Ramos, S., Franch, M., Llorente, G. A., & Montori, A. (2009): Morphometry and biological cycle of a European pond turtle (*Emys orbicularis*) population from north-eastern Spain. Rev. Esp. Herp, 23, 117-128.

Štih, A., Koren, T., Zadavec, M.(2015): Riječna kornjača - skroviti stanovnik južne Hrvatske.Hrvatsko herpetološko društvo – Hyla. Kopko d.o.o. Zagreb.

Tenšek, S. (2012): Kornjače: spor kao --- . Drvo znanja 155: 18-25

Thomas H. Van Devender (2002): The Sonoran Desert Tortoise Natural History, Biology and Conversation. Publisher: University of Arizona Press, pp. 1-380

Tome, S. (2003): Strokovna izhodišča za vzpostavljanje omrežja Natura 2000: Močvirska sklednica *Emys orbicularis*(Linnaeus, 1758). Ljubljana.

Tunjić M. (2007): Divni svijet Kornjača. Europska barska kornjača. Kornjače.com

Uetz, P., Freed, P. & Jirí Hošek (eds.), The Reptile Database, <http://www.reptile-database.org>.Pristupljeno[14.11.2017]

Vitt J.L. & Caldwell P.J. (2009): Herpetology. An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles. Herpetology, 3rd edition.

Wermuth H. & Mertens R. (1961): Schildkröten,Krokodile, Brückenechsen - Jena (Fischer),XXVI, 422 pp

Young , J. Z. (1962): Life of Verterates. Evolution of the reptiles, str: 384-429.

Zaher M. (2016): Paleontologija. Anapsidi.

Živny-Maljković, D. (2001): Kornjače. Drvo znanja 42, 3-6 (slika)

Zuffi, M. A. L., & Gariboldi, A. (1995b): Sexual dimorphism in Italian populations of the European pond terrapin, *Emys orbicularis*. pp. 124–129. In: Llorente, G. A. et al. (Eds), *Scientia Herpetologica, Papers Submitted from 7th Ordinary General Meeting of the Societas Europaea Herpetologica*. Barcelona, September 15-19, 1993, 7, 383 pp.

Internet izvori:

- <http://www.portalnebula.hr/pojam/anapsidi/> (13.11.2017.)
- [https://hr.wikipedia.org/wiki/Galapago%C5%A1ka\\_kornja%C4%8Da#/media/File:Galapagos\\_giant\\_tortoise\\_Geochelone\\_elephantopus.jpg](https://hr.wikipedia.org/wiki/Galapago%C5%A1ka_kornja%C4%8Da#/media/File:Galapagos_giant_tortoise_Geochelone_elephantopus.jpg) (28.11.2017)
- <http://animalwall.xyz/sea-turtle-ibama-giant-projeto-tamar-leatherback-wallpapers/> (28.11.2017)
- <http://www.npkrka.hr> (3.1.2018)
- <http://reptile-database.reptarium.cz> (10.2.2018)