

RASPROSTRANJENOST, MORFOLOŠKE I EKOLOŠKE ZNAČAJKE RIJEČNE KORNJAČE, MAUREMYS RIVULATA (VALENCIENNES 1833) U HRVATSKOJ

Štih Koren, Ana

Doctoral thesis / Doktorski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:672739>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-18**



Repository / Repozitorij:

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





Sveučilište u Zagrebu

PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET
BIOLOŠKI ODSJEK

Ana Štih Koren

**RASPROSTRANJENOST, MORFOLOŠKE I
EKOLOŠKE ZNAČAJKE RIJEČNE
KORNJAČE, *MAUREMYS RIVULATA*
(VALENCIENNES 1833) U HRVATSKOJ**

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2024.



University of Zagreb

FACULTY OF SCIENCE
DEPARTMENT OF BIOLOGY

Ana Štih Koren

**DISTRIBUTION, MORPHOLOGICAL AND
ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF
THE BALKAN TERRAPIN,
MAUREMYS RIVULATA
(VALENCIENNES 1833) IN CROATIA**

DOCTORAL THESIS

Zagreb, 2024.

Ovaj je doktorski rad izrađen pod vodstvom izv. prof. dr. sc. Dragice Šalamon, u sklopu Sveučilišnog poslijediplomskog doktorskog studija Biologije pri Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Informacije o mentorici

Izv. prof. dr. sc. Dragica Šalamon doktorirala je 12. veljače 2014. godine iz područja biotehnologije i polja poljoprivrede na Sveučilištu u Zagrebu, Agronomskom fakultetu, nakon stečenog magisterija biologije na Sveučilištu u Zagrebu, Prirodoslovno-matematičkom fakultetu. Na Sveučilištu u Zagrebu, Agronomskom fakultetu zaposlena je od 2008. godine te je na toj instituciji napredovala u znanstvenom i znanstveno-nastavnom zvanju, a od 5. travnja 2022. godine radi kao izvanredna profesorica.

Znanstvena djelatnost dr. sc. Dragice Šalamon odvija se u okvirima procjene vrijednih animalnih resursa genetičkim (molekularnim i genomičkim), spacijalnim i biometrijskim tehnikama te njihove zaštite kroz proizvodnu i legislativnu valorizaciju. Znanstvene publikacije uključuju rezultate istraživanja genetičke vrijednosti autohtonih pasmina, valorizacije potencijala u proizvodnji mlijeka istraživanjem laktacije, mužnje i vimena. Njezini znanstveni interesi obuhvaćaju prijenos znanstvenih tehnika za karakterizaciju, valorizaciju i zaštitu udomaćenih vrsta životinja u upravljanje ugroženim divljim vrstama životinja. Otvoreni javni podaci sektora poljoprivrede, zaštite prirode i okoliša te otvoreni znanstveni podaci i podatkovna pismenost kao ishod visokoškolskog obrazovanja fokus su njenih najnovijih istraživanja. U navedenim temama surađuje, koordinira i evaluira znanstvene i stručne projekte u suradnji s hrvatskim i svjetskim znanstvenim i visokoškolskim ustanovama.

Nastavna djelatnost se od 5. srpnja 2016. godine, kada je napredovala u znanstveno-nastavno zvanje docenta, razvija u smjeru podatkovne pismenosti i primjene nastavnih metoda za razvoj kritičkog mišljenja te je do danas bila suradnik na petnaest obaveznih i izbornih kolegija na hrvatskom i engleskom jeziku na nekoliko preddiplomskih i diplomskih studija te na dva kolegija na poslijediplomskom doktorskom studiju poljoprivrednih znanosti na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Koordinatorica je dva kolegija na diplomskim studijima te jednog na doktorskom studiju koji se bave primjenom analiza prostornih podataka u R-u. Dva mandata bila je članica vijeća diplomskog studija Genetika i oplemenjivanje životinja. Od 2022./2023. vodi izvannastavnu grupu za agronomske podatke, a 2021. dodijeljena joj je posebna nagrada institucije za e-kolegij.

ZAHVALE

Veliko hvala mentorici na savjetima, ispravcima, beskonačnim sastancima i raspravama. Hvala na toliko puno uloženog vremena i riječima ohrabrenja.

Kolegama iz Hyle hvala na podršci, razumijevanju te prije svega pomoći na terenu. Ivona, Mladen, Barbara, Ana, Anja, Mirta, Katarina, Leo, Kristijan, Domen, Toni – hvala na prijateljstvu i ispomoći prilikom skakanja u kanale, dizanja vrša, mjerenja, fotografiranja i svog terenskog posla koji nas je povezivao te vruće ljetne dane.

Ana, Miloše i Borise hvala na nesebičnoj pomoći i savjetima kod obrade podataka.

Hvala komisiji na konstruktivnim savjetima i vremenu koje ste utrošili u čitanje rada.

Na kraju, hvala obitelji, posebno roditeljima, sestri i Toniju na neizmjerljivoj podršci koju mi uvijek pružate i nesebično darujete svoje vrijeme.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu

Doktorski rad

Prirodoslovno-matematički fakultet

Biološki odsjek

RASPROSTRANJENOST, MORFOLOŠKE I EKOLOŠKE ZNAČAJKE RIJEČNE KORNJAČE, *MAUREMYS RIVULATA* (VALENCIENNES 1833) U HRVATSKOJ

ANA ŠTIH KOREN

Zoologijski zavod, Biološki odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu,

Rooseveltov trg 6, 10 000 Zagreb

Cilj je ovog rada istražiti rasprostranjenost, staništa te populacijsku i reproduktivnu biologiju riječne kornjače u Hrvatskoj u odnosu na populacije ukupnog areala vrste. Utvrđeno je da obitava u izoliranim subpopulacijama na području Dubrovačkog zaleđa, Rijeke dubrovačke, Stonskog polja i Konavala na staništima koja obuhvaćaju 0,54 % slatkovodne i 40,46 % kopnene komponente na poljoprivrednim zemljištima. Populacijska i reproduktivna biologija istražena je na vijabilnim subpopulacijama u Dubrovačkom zaleđu i Konavlima dok je na drugim lokacijama broj jedinki bio prenizak za odgovarajuće analize. Na području Dubrovačkog zaleđa subpopulacija vrste procijenjena je na 132, a na poligonu u Konavoskom polju na 128 jedinki. U Stonskom polju i Rijeci dubrovačkoj subpopulacije nisu vijabilne. Literaturni nalazi s Neretve i Baćinskih jezera nisu potvrđeni ovim istraživanjem te se smatraju nepouzdanima. Iako je populacija riječne kornjače u Hrvatskoj na rubu areala vrste, populacijske, reproduktivne, morfometrijske i ekološke karakteristike ne odstupaju znatno od populacija u ostatku areala.

(171 stranica, 52 slike, 30 tablica, 212 literaturnih navoda, jezik izvornika: hrvatski)

Ključne riječi: staništa, područje staništa AOH, ulovi-označi-ponovno ulovi, reproduktivna obilježja, populacijska obilježja

Mentor: dr. sc. Dragica Šalamon, izvanredna profesorica

Ocjenjivači: dr. sc. Zoran Marčić, izvanredni profesor

dr. sc. Jasna Lajtner, redovita profesorica

dr. sc. Marina Piria, redovita profesorica u trajnom zvanju

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb

Doctoral thesis

Faculty of Science

Department of Biology

DISTRIBUTION, MORPHOLOGICAL AND ECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE BALKAN TERRAPIN, *MAUREMYS RIVULATA* (VALENCIENNES 1833) IN CROATIA

ANA ŠTIH KOREN

Division of Zoology, Department of Biology, Faculty of Science, University of Zagreb,

Rooseveltova trg 6, 10000 Zagreb

This study determines the distribution, population characteristics, habitats and reproductive traits of the Balkan terrapin in Croatia in relation to central populations in the species' range. The terrapin was found to inhabit isolated subpopulations in Dubrovnik hinterland, Rijeka dubrovačka, Ston field, and Konavle, in habitats comprising 0.54 % of freshwater component and 40.46 % of agricultural land in terrestrial component. Population and reproductive biology were studied in the viable subpopulations in Dubrovnik hinterland and Konavle. In the Dubrovnik hinterland the population was estimated at 132 individuals, and 128 individuals at the Konavle field site. In Ston field and Rijeka dubrovačka species is nonviable. Referenced observations from the Neretva and Baćina lakes were not confirmed by this study and are considered unreliable. Population, reproductive, morphometric, and ecological characteristics of Croatian peripheral population of the Balkan terrapin do not considerably differ from those in the rest of the species' distribution range.

(171 pages, 52 figures, 30 tables, 212 references, original in Croatian)

Key words: habitat, area of habitat, mark-recapture, reproductive characteristics, population characteristics

Supervisor: dr. Dragica Šalamon, Associate professor

Reviewers: dr. Zoran Marčić, Associate professor

dr. Jasna Lajtner, Full professor

dr. Marina Piria, Full professor

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1 Hipoteze i ciljevi istraživanja	3
2. PREGLED LITERATURE	6
2.1 Taksonomski status riječne kornjače	7
2.2 Područje rasprostranjenosti riječne kornjače	8
2.2.1. Lokaliteti literaturno poznatih nalaza riječne kornjače u Hrvatskoj	11
2.3 Staništa riječne kornjače	17
2.4 Brojnost riječne kornjače	21
2.5 Morfometrija i omjer spolova	23
2.6 Razmnožavanje	25
2.7 Rubne populacije	28
2.7.1 Manja gustoća rubnih populacija	28
2.7.2 Manji reproduktivni uspjeh rubnih populacija	29
2.7.3 Fragmentiranost rubnih populacija	29
3. MATERIJALI I METODE	30
3.1 Rasprostranjenost i staništa	31
3.1.1 Literaturno i terensko prikupljanje podataka	31
3.1.2 Prostorne analize rasprostranjenosti riječne kornjače	34
3.1.3 Analize staništa za vrstu	37
3.1.4 Visinska rasprostranjenost riječne kornjače u Hrvatskoj i svijetu	39
3.2 Značajke populacije	40
3.2.1 Terensko prikupljanje podataka za procjene brojnosti	40
3.2.2 Analize populacijske dinamike i veličine populacija	45
3.2.3 Analize morfometrije i dobno spolne strukture	48
3.3 Značajke reprodukcije biologije	49
3.3.1 Terensko prikupljanje podataka	49
3.3.2 Statističke analize	52
4. REZULTATI	55
4.1 Rasprostranjenost i staništa	56
4.1.1 Rasprostranjenost riječne kornjače u Hrvatskoj	56
4.1.2 Područje staništa (AOH)	63

4.1.3	Staništa riječne kornjače u Hrvatskoj.....	67
4.1.4	Visinska rasprostranjenost riječne kornjače	70
4.2	Značajke populacije	73
4.2.1	Brojnost riječne kornjače na odabranim lokalitetima.....	73
4.2.2	Gustoća populacije riječne kornjače.....	85
4.2.3	Morfometrija i dobno-spolna struktura riječne kornjače.....	86
4.3	Značajke reprodukcije biologije.....	104
5.	RASPRAVA	114
5.1	Rasprostranjenost i staništa.....	115
5.1.1	Rasprostranjenost riječne kornjače u Hrvatskoj	115
5.1.2	Područje staništa (AOH)	120
5.1.3	Staništa riječne kornjače u Hrvatskoj	122
5.1.4	Visinska rasprostranjenost riječne kornjače	125
5.2	Značajke populacije	127
5.2.1	Brojnost i vijabilnost populacije riječne kornjače.....	127
5.2.2	Gustoća populacije riječne kornjače.....	131
5.2.3	Dobno-spolna struktura riječne kornjače u Hrvatskoj.....	133
5.2.4	Morfometrijske karakteristike riječne kornjače	136
5.3	Značajke reprodukcije biologije.....	139
5.3.1	Polaganje jaja i broj gnijezda	139
5.3.2	Broj i veličina jaja	141
5.3.3	Inkubacija i izlijeganje mladunaca	143
5.3.4	Reproduktivni napor.....	145
6.	ZAKLJUČAK	147
7.	LITERATURA	152
8.	ŽIVOTOPIS	166

Popis kratica

AIC kriterij – Akaikeov informacijski kriterij za odabir najboljeg modela u MARK programu

ANW – udaljenost analnih pločica, eng. *anal notch width*

AOH – područja staništa eng. *area of habitat*

AOO – područje zastupljenosti/površina nastanjenja, eng. *area of occupancy*

BL_R, BL_L – duljina mosta na bočnim stranama tijela, eng. *bridge length right and left*

c – vjerojatnost ponovnih ulova, eng. *recapture probability*

CCL – zakrivljena dužina karapaksa, eng. *curved*

EFCM – relativna masa gnijezda, eng. *effective relative clutch mass*

EOO – obim pojavljivanja, eng. *extent of occurrence*

f – broj životinja koji nikada nije ulovljen, eng. *frequency/count of animals observed 0 times*

GBIF – ime otvorene baze podataka, eng. *global biodiversity information facility*

MaxCW – maksimalna širina karapaksa, eng. *maximal carapace width*

MaxPL – maksimalna dužina plastrona, eng. *maximal plastron length*

MaxPW – maksimalna širina plastrona, eng. *maximal plastron width*

MCW – širina karapaksa na sredini tijela, eng. *mid-body carapace width*

MPL – dužina plastrona na sredini tijela, eng. *plastron length*

N – ukupna veličina populacije, eng. *population size*

p – vjerojatnost ulova jedinki, eng. *capture probability*

PAW – širina otvora zdjelice, eng. *pelvic aperture width*

pent – vjerojatnost ulaska novih jedinki u populaciju, eng. *probability of entrance*

PVA – analiza vijabilnosti populacije, eng. *population viability analysis*

PW6 – širina plastrona na šestoj marginalnoj pločici, eng. *plastron width at sixth marginal plate*

RCM – relativna masa gnijezda, eng. *relative clutch mass*

Rep_tot – dolžina repa od analne pločice do vrha repa

SCL – ravna dužina karapaksa, eng. *straight carapace length*

SHMax – visina oklopa, eng. *shell height*

SRTM – globalni set podataka o nadmorskim visinama temeljem radarske topografije, eng. *NASA shuttle radar topography mission*

VTT – dolžina repa od nečisnice do vrha repa, eng. *vent to tail tip*

WV2 – širina druge vertebralne pločice karapaksa, eng. *vertebral scute width*

WV3 – širina treće vertebralne pločice karapaksa, eng. *vertebral scute width*

WV4 – širina četvrte vertebralne pločice karapaksa, eng. *vertebral scute width*

ϕ – pretpostavljeno preživljavanje, eng. *apparent survival*

1. UVOD

Hrvatska, sa svojom površinom od tek 56 594 km², odnosno 0,56 % teritorija Europe (Državni zavod za statistiku, 2024), sadrži veoma raznoliku floru i faunu što se posebno odražava u raznolikosti vodozemaca i gmazova. U Hrvatskoj živi 21 vrsta vodozemaca te 39 vrsta gmazova (Jelić i sur., 2015) što predstavlja 22,1 % odnosno 19,02 % europske faune (Speybroeck i sur., 2020). Ovu relativno visoku raznolikost herpetofaune možemo pripisati položaju Hrvatske koja obuhvaća dijelove tri glavne europske biogeografske regije, kontinentalnu, alpinsku i mediteransku te posljedično tome vrlo raznolike tipove staništa diljem tih regija. Osim trenutne situacije, visoka biološka raznolikost uvelike je uvjetovana činjenicom da je većina Hrvatske pripadala glacialnom utočištu (refugiju) prilikom čega je veći dio naše zemlje ostao izvan ledenog pokrova (Stewart i sur., 2009).

Na području Hrvatske obitava šest vrsta autohtonih kornjača (Jelić i sur., 2015) od čega su tri vrste morske: glavata želva, *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758), zelena želva, *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758), sedmopruga usminjača, *Dermochelys coriacea* (Vandelli, 1761); jedna vrsta je kopnena: kopnena kornjača ili čančara, *Testudo hermanni* Gmelin, 1789; te dvije slatkovodne vrste: barska kornjača, *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758) i riječna kornjača, *Mauremys rivulata* (Valenciennes, 1833). Osim autohtonih kornjača u Hrvatskoj je populacije uspostavila i strana invazivna vrsta crvenouha kornjača (Burić i sur., 2021), *Trachemys scripta* (Schoepff, 1792).

Riječna kornjača je relativno nedavno dobila status vrste dok se do pred dvadesetak godina smatrala tek jednom od podvrsta vrste *Mauremys caspica* (Gmelin, 1774) (Fritz i Wischuf, 1997). Iz tog razloga dosadašnje dostupno znanje o biološkim karakteristikama i ekološkim potrebama te reprodukciji ove vrste nedostatno je za učinkovito upravljanje populacijama ove vrste koja se nalazi u aneksima II i IV Direktive o staništima te je u izvještavanjima država članica Europske unije ocijenjena kao vrsta u nepovoljnom konzervacijskom statusu (U1 i U2) kojeg je potrebno poboljšati.

Riječna kornjača je istočnoeuropska i zapadnoazijska vrsta koja nastanjuje Sredozemna područja istočne Europe od Balkanskog poluotoka pa sve do zapadne Azije (Fritz i Wischuf, 1997). Hrvatska predstavlja sjeverozapadni rubni dio areala vrste te je ograničena na uski obalni pojas najjužnijih dijelova Dalmacije, od područja Stonskog polja sve do Konavoskog polja.

Zbog vrlo malog područja rasprostranjenosti, izoliranosti i pada brojnosti na pojedinim lokacijama, riječna kornjača na području Hrvatske ima status ugrožene vrste (Jelić i sur., 2015), a u Europi najmanje zabrinjavajuće vrste (Van Dijk i sur., 2004).

Kao i kod drugih ugroženih vrsta, za sprječavanje njenog nestanka potrebna su osnovna saznanja o rasprostranjenosti, populacijskoj biologiji, ekologiji te reproduktivnoj biologiji. Dosadašnja istraživanja na području Hrvatske u većoj su se mjeri odnosila na istraživanja rasprostranjenosti dok su ostali aspekti važni za dugoročnu usmjerenu zaštitu vrste uglavnom nedostajali.

Ovom disertacijom pridonijet će se saznanjima o rasprostranjenosti, populacijskoj biologiji te reproduktivnoj biologiji riječne kornjače na području Hrvatske. Osim toga, utvrdit će se imaju li populacije na području Hrvatske karakter rubnih populacija, iz aspekta fragmentiranosti staništa, veličine populacije, morfometrijskih karakteristika, omjera spolova te reproduktivnih karakteristika. Podaci prikupljeni ovim istraživanjem moći će biti korišteni kao temelj za buduća istraživanja ove vrste te za kvalitetniju i usmjereniju zaštitu vrste i upravljanje vrstom u Hrvatskoj temeljenu na prikupljenim saznanjima.

Kako bi se nadopunila znanja o rasprostranjenosti, brojnosti, morfologiji i reprodukciji riječne kornjače u Hrvatskoj planirane su hipoteze i ciljevi istraživanja objašnjeni u poglavlju 1.1.

1.1 HIPOTEZE I CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Unatoč tome što je riječna kornjača kvalifikacijska vrsta ekološke mreže Natura 2000 te kritično ugrožena vrsta, prije početka izrade ovog doktorskog rada, nedostajali su ključni podaci o rasprostranjenosti, brojnosti, populacijskim trendovima te dijelovima reproduktivne biologije koji su potrebni za prioritiziranje populacija u zaštiti i usmjereno upravljanje vrstom. Saznanja o rasprostranjenosti vrste na zapadnom dijelu područja rasprostranjenosti bila su nepotpuna, pojedini povijesni nalazi nepotvrđeni, a pojedina novija opažanja upitna. Na području Hrvatske, osim nekoliko povijesnih nalazišta, veći dio područja Dubrovačko-neretvanske županije u kojoj je kornjača prisutna, nikada nije detaljno istraživana. Nadalje, status vrste na nekim povijesnim lokalitetima, posebice Stonskom polju uvelike je nepoznat te nije bilo jasno obitava li vrsta tamo i dalje ili je došlo do lokalnog izumiranja.

U skladu s time, prvi je cilj ovog istraživanja bio utvrditi trenutnu rasprostranjenost riječne kornjače u Hrvatskoj pregledom svih dostupnih slatkovodnih staništa unutar Dubrovačko-neretvanske županije, kako povijesnih tako i ostalih potencijalnih staništa, sa posebnim naglaskom na najsjevernije dijelove odnosno Baćinska jezera i Deltu rijeke Neretve. Temeljem nalazišta cilj je utvrditi stanišnu preferenciju ove vrste kako bi se u budućnosti mogle lakše i efikasnije planirati akcije obnove staništa.

Cilj 1a. Provjeriti prisutnost subpopulacije riječne kornjače na području Neretve i Stonskog polja nalazima juvenilnih i odraslih jedinki kojima bi se utvrdila vijabilnost subpopulacija.

Cilj 1b. Prema Nacionalnoj klasifikaciji staništa definirati tip staništa jedinki evidentiranih terenskim istraživanjem te kartirati lokacije povoljnih staništa na području čitave rasprostranjenosti vrste u Hrvatskoj.

Osim samog problema rasprostranjenosti, za riječnu kornjaču na području Hrvatske nedostaju ključni podaci o populacijskoj strukturi, primjerice omjeru spolova, dobnoj strukturi te morfometrijskim vrijednostima – podaci koji mogu uvelike pomoći u utvrđivanju razlika među populacijama te ukazivati na stanje samih istraživanih subpopulacija. Nadalje, važan aspekt stabilne populacije riječne kornjače je prisustvo juvenilnih jedinki čime se utvrđuje vijabilnost i uspjeh reprodukcije. Populacijski trendovi, odnosno brojnost jedinki te sama veličina populacije ključni su parametri za potencijalne buduće akcije reintrodukcije i/ili uzgoja u zatočeništvu – ključno je znati koje su populacije stabilne i mnogobrojne, a koje malobrojne.

Zbog toga je drugi cilj bio izračunati veličinu i gustoću populacije na svim lokacijama na kojima će riječna kornjača biti zabilježena, a dodatno temeljem promjene u brojnosti kroz četiri godine utvrditi populacijsku dinamiku subpopulacije u Konavoskom polju. Dodatni cilj bio je utvrditi dobno spolnu strukturu te dobiti uvid u osnovne morfološke karakteristike hrvatskih populacija.

Cilj 2a. Temeljem promjene u brojnosti kroz četiri godine utvrditi populacijsku dinamiku subpopulacije u Konavoskom polju.

Cilj 2b. Izračunati veličinu i gustoću populacije metodom ulovi-označi-ponovno ulovi.

Cilj 2c. Utvrditi dobnu i spolnu strukturu.

Treći cilj ovog istraživanja bio je prikupiti osnovne podatke o reproduktivnoj biologiji riječne kornjače te istu usporediti sa do sada poznatim podacima iz ostatka areala. To uključuje prikupljanje

saznanja o reprodukciji, odnosno o vremenu razmnožavanja, lokacijama gniježđenja, razdoblju polaganja jaja, broju položenih jaja po ženki te procjeni reproduktivnog napora koji ženka ulaže u razvoj legla.

Cilj 3a. Utvrditi vrijeme polaganja i broj položenih jaja.

Cilj 3b. Utvrditi reproduktivni napor koji ženka ulaže u razvoj legla.

U skladu s navedenim ciljevima hipoteze ovog istraživanja su:

1. subpopulacije riječne kornjače na području južne Hrvatske tipične su za rubni dio areala vrste jer koriste fragmentirani sustav povoljnih mikrostaništa,
2. unatoč rubnom efektu, populacija riječne kornjače na području Hrvatske je stabilna, omjer spolova je unutar poznatog raspona, a razmnožavanje se odvija svake godine,
3. iako je populacija riječne kornjače u Hrvatskoj na rubnom dijelu areala vrste, njen reproduktivni potencijal je usporediv s vrijednostima do sada objavljenim za vrstu.

Kako bi se provjerile postavljene hipoteze, istraživanje riječne kornjače obuhvatilo je:

- istraživanje rasprostranjenosti vrste na području Dubrovačko-neretvanske županije,
- analizu preferencija staništa koja vrsta naseljava,
- određivanje brojnosti populacija metodom ulovi-označi-ponovno ulovi,
- utvrđivanje spolne i morfometrijske strukture istraživanih populacija,
- utvrđivanje osnova reproduktivne biologije: vrijeme polaganja jaja, brojnost jaja, trajanje inkubacije.

2. PREGLED LITERATURE

2.1 TAKSONOMSKI STATUS RIJEČNE KORNJAČE

Red kornjača (Testudines) prvi se put na Zemlji pojavio tijekom kasnog trijasa, prije oko 250 milijuna godina (Rieppel i Reisz, 1999). Od tada do danas, osim potpunog gubitka zubala i nešto manje veličine tijela, nije bilo značajnijih promjena u njihovoj anatomiji. Danas je u svijetu poznato oko 200 vrsta kornjača, koje se dijele na dva podreda, ovisno o načinu uvlačenja glave u oklop: vijovratke (Pleurodyra) i krijovratke (Cryptodira) (Joyce i sur., 2004). Na području Europe, žive isključivo krijovratke i to 15 vrsta raspoređenih u deset rodova (Speybroeck i sur., 2020). Krijovratke se još dodatno dijele na tri velike natporodice: morske kornjače (Chelonioidea), kopnene i slatkovodne kornjače (Testudinoidea) te mekoštite kornjače i srodnike (Trionychoidea) koje ne dolaze u Europi (Joyce i sur., 2004).

Rod *Mauremys* Gray 1869 spada u porodicu Geoemydidae (Bataguridae) (Barth i sur., 2003; Joyce i sur., 2004) unutar koje se nalaze slatkovodne kornjače koje su većinski rasprostranjene po palearktičkoj regiji, s izuzetkom jednog roda koji dolazi na području centralne i južne Amerike (Barth i sur., 2003; Fritz, 2001a; Mantziou i sur., 2004). Vrste roda *Mauremys* karakteriziraju pruge po glavi i vratu po kojima su prepoznatljive, a naseljavaju spore tekućice i stajaćice diljem istočne Azije te Mediterana (Feldman i Parham, 2004). Unutar roda *Mauremys* nalazi se šest istočno palearktičnih vrsta (*M. japonica*, *M. mutica*, *M. annamensis*, *M. nigricens*, *M. revesii*, *M. sinensis*) (Kurnaz i sur., 2019) te tri mediteranske vrste (*M. rivulata*, *M. leprosa*, *M. caspica*) od kojih je samo jedna, *M. rivulata* (Valenciennes 1833), riječna kornjača, prisutna u Hrvatskoj (Barth i sur., 2003; Feldman i Parham, 2004; Fritz i sur., 2008; Mantziou i sur., 2004) (Slika 1).

Sve donedavno, vrsta *Mauremys rivulata* (Slika 1) smatrala se podvrstom vrste *Mauremys caspica* (Böttger, 1880; Eiselt i Spitzenberger, 1967; Ernst i Barbour, 1989; Siebenrock, 1913), međutim nakon istraživanja temeljenih na razlikama u obojanosti plastrona i karapaksa te geografskoj odvojenosti, dosadašnja podvrsta počinje se smatrati zasebnom vrstom (Busack i Ernst, 1980; Fritz i Freytag, 1993; Fritz i Wischuf, 1997). Dodatno, početkom 21. stoljeća serološkim i molekularnim istraživanjima utvrđene su jasne razlike među podvrstama *M. caspica caspica* i *M. caspica rivulata* čime je prijašnje uzdizanje na status vrste bilo dodatno opravdano (Ayaz i sur., 2006; Barth i sur., 2003; Fritz i sur., 2008; Mantziou i sur., 2004).



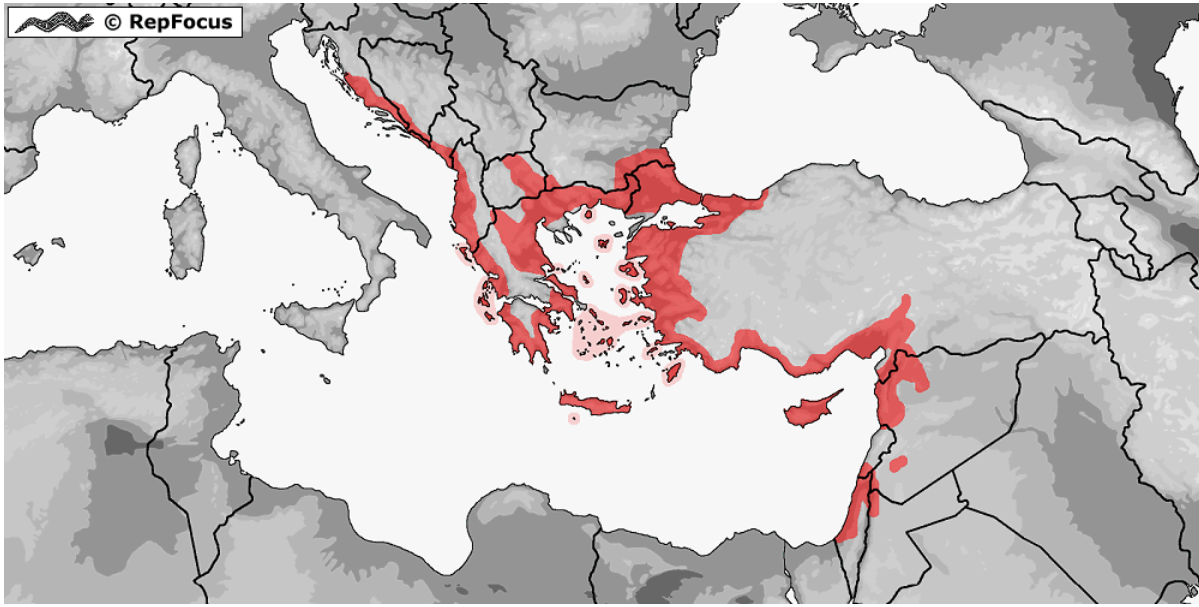
Slika 1. Riječna kornjača (*Mauremys rivulata*). Foto: Ivona Burić.

2.2 PODRUČJE RASPROSTRANJENOSTI RIJEČNE KORNJAČE

Rasprostranjenost riječne kornjače u svijetu

Područje rasprostranjenosti riječne kornjače proteže se od zapadne Azije pa sve do zemalja Balkanskoga poluotoka. Rasprostranjena je u Hrvatskoj, Crnoj Gori, Albaniji, jugoistočnoj Makedoniji, južnoj Bugarskoj, Grčkoj te na mnogim egejskim i jonskim otocima (Jonski poluotok, Limnos, Lesbos, Paros, Rodos, Krf, Milos, Tilos, Imbros, Kreta) (Mantziou i Rifai, 2014). Osim na Balkanu, nalazimo je i na Cipru te na mediteranskom području europske i azijske Turske, u obalnoj Siriji, Libanonu, čitavom Jordanu, sjevernom i središnjem Izraelu te Palestini, uključujući i pojas Gaze (Abd Rabou i sur., 2007; Al-Quran, 2009; Ayaz i Çiçek, 2011; Fritz i Wischuf, 1997; Mantziou i Rifai, 2014) (Slika 2).

Riječna kornjača ima pretežito mediteransku rasprostranjenost s iznimkom Sjeverne Makedonije i Bugarske gdje živi u kontinentalnoj biogeografskoj regiji (Slika 2). No ipak, centralni i tipični dio areala s najvećim povezanim područjima koja vrsta nastanjuje može se smatrati područje Grčke i Turske dok se ostale populacije, radi njihove izdužene i lokalizirane rasprostranjenosti na uglavnom obalna područja, mogu smatrati rubnim populacijama.



Slika 2. Područje rasprostranjenosti riječne kornjače (Midtgaard, 2022).

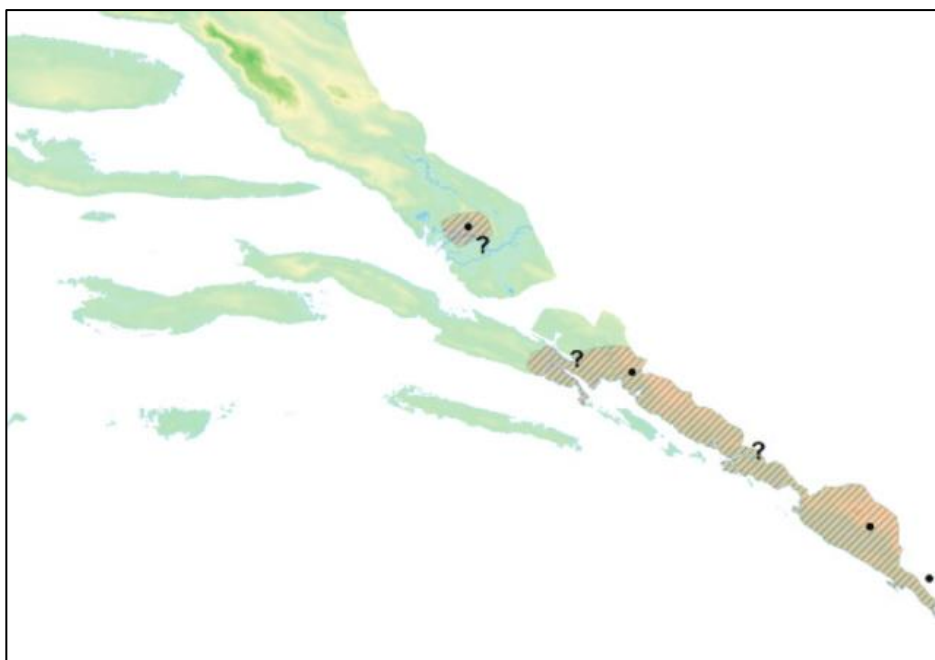
Rasprostranjenost riječne kornjače u Hrvatskoj

Prvi podaci o prisutnosti riječne kornjače u Hrvatskoj objavljeni su u starim faunističkim radovima koji sežu od kraja 19. pa sve do kraja 20. stoljeća. U njima se riječna kornjača spominje za područje Stona i rijeke Omble (Boettger, 1893; Brelih i Džukić, 1974; Diesner, 1966; Erber, 1864; Fritz i Wischuf, 1997; Karaman, 1939, 1921; Kolombatović, 1888; Pavletić, 1964; Pozzi, 1966; Pracht, 1987; Radovanović, 1941, 1951, 1964; Rössler, 1904; Schreiber, 1912; Tomasini, 1889; Werner, 1898). Postoji i jedan nalaz s područja Zadra (Iverson, 1992), no on se smatra pogrešnim, zbog krive oznake lokaliteta na muzejskom primjerku (Fritz, 1995).

Prvo recentno istraživanje riječne kornjače u Hrvatskoj započeo je 1997. godine Hrvatski prirodoslovni muzej iz Zagreba. Istraživanje je trajalo godinu dana, prilikom čega su popisane potencijalne lokacije riječne kornjače u Hrvatskoj te su obidene i povijesne literaturne lokacije (Šalomon, 2006a). Godine 2004., u sklopu programa nacionalnog monitoringa ugroženih vrsta tadašnjeg Državnog zavoda za zaštitu prirode, u Hrvatskoj ponovno započinju istraživanja na riječnoj kornjači koja izvodi Udruga Hyla i koja s manjim prekidima traju sve do 2013. godine. Rezultati istraživanja rasprostranjenosti koja su proveli Hrvatski prirodoslovni muzej u Zagrebu i Udruga Hyla objavljena su u stručnim izvještajima navedenih institucija, a pozitivni nalazi vrste sumirani su u dvije Crvene knjige o vodozemcima i gmazovima Hrvatske (Janev Hutinec i sur.,

2006; Jelić i sur., 2015) te na dva kongresna priopćenja (Koren i Šalamon, 2009; Šalamon i Šilić, 2007).

Na području Hrvatske riječna kornjača nastanjuje isključivo Dubrovačko-neretvansku županiju, no točna rasprostranjenost razlikuje se u navedenim literaturnim izvorima. Prema Janev Hutinec i sur. (2006) riječna kornjača dolazi na području Baćinskih jezera i Stona, a prema Šalamon i Šilić (2007) te Koren i Šalamon (2009) na području Stonskog polja, Majkova, Prljevića i Konavoskog polja. Prema najnovijoj Crvenoj knjizi (Jelić i sur., 2015) u Hrvatskoj postoje tri geografski izolirane populacije (Stonsko polje, Majkovi i Prljevići, južni dio Konavoskog polja) te nekoliko izoliranih nalaza na području rijeke Neretve (Slika 3).



Slika 3. Rasprostranjenost riječne kornjače u Hrvatskoj prema Crvenoj knjizi vodozemaca i gmazova Hrvatske (Jelić i sur., 2015). Upitnici, redom od sjevera prema jugu, predstavljaju područje Neretve, Stonskog polja i Omble te označavaju upitnu prisutnost vrste na tom području.

2.2.1. Lokaliteti literaturno poznatih nalaza riječne kornjače u Hrvatskoj

Baćinska jezera

Baćinska jezera sačinjava skup od sedam jezera koja se nalaze sjeverozapadno od ušća rijeke Neretve u more (Slika 4). Sama jezera i kopnena staništa oko njih vizualno pogoduju slatkovodnim kornjačama. Obale jezera su blago položene te omogućuju kornjačama nesmetan izlazak van, kako u potrazi za gnijezdima tako i za sunčanje, na samom jezeru postoji mnoštvo područja za sunčanje, a okolne livade su potencijalna gnjezdilišta. Prema prvoj Crvenoj knjizi vodozemaca i gmazova Hrvatske (Janev-Hutinec, 2006) na Baćinskim jezerima dolaze dvije vrste slatkovodnih kornjača, barska i riječna kornjača.



Slika 4. Baćinska jezera. Foto: Ana Štih Koren.

Neretva

Delta rijeke Neretve jedno je od najvažnijih močvarnih područja u Hrvatskoj. Karakteriziraju ga obalne lagune, muljevite i pjeskovite obale sa slanušama, jezera, pritoci same rijeke te mnoštvo umjetno iskopanih kanala za navodnjavanje (Slika 5). Brdoviti krš koji okružuje cijelo područje bogat je podzemnim vodama koje opskrbljuju brojne izvore, potoke i jezera (Šarić i Budinski, 2018). Na bogatom i pogodnom staništu zabilježene su barske (Koren i sur., 2013), riječne ((Jelić

i sur., 2012b, 2015) i invazivne crvenouhe kornjače. Cijelo područje Neretve pogodno je za slatkovodne kornjače, kako zbog prisustva pogodnih vodnih tijela, tako i zbog prisustva mnoštva područja za gniježđenje.



Slika 5. Područje delte rijeke Neretve. Foto: Ana Štih Koren.

Stonsko polje

Stonsko polje nalazi se na jugoistočnom djelu poluotoka Pelješac. Na području polja postoje dva bujična potoka (Perunski i Mlinski), nekoliko manjih lokvi te mreža melioracijskih kanala koji ispresijecaju polje. Polje se mjestimično koristi u poljoprivredne svrhe, dok je dio slatkih i boćatih kanala zapušten i bez prijašnje poljoprivredne aktivnosti oko njih (Slika 6).

Postoji desetak radova koji spominju Ston kao nalazište riječne kornjače, ali samo četiri rada iznose vlastite podatke (Buresch i Zonkow, 1933; Pracht, 1987; Schreiber, 1912; Šalamon i Šilić, 2007), ostali govore o općenitoj rasprostranjenosti vrste na području Hrvatske (Cyren, 1941; Fritz, 1995; Fritz i Wischuf, 1997; Janev Hutinec i sur., 2006; Jelić i sur., 2015; Lončar, 2005; Radovanović, 1964; Šilić, 2006; Veith, 1991; Wischuf i Busack, 2001). Prvi literaturni nalaz iznosi Schreiber (1912) te navodi kako je riječna kornjača na području Stonskog polja bila brojna. Na bogatom staništu uz riječnu kornjaču živi i barska kornjača (Šalamon i Štih, 2019). Crvena knjiga vodozemaca i gmazova Hrvatske objavljuje da je populacija u Stonskom polju na rubu izumiranja, jer dugi niz godina nije viđena niti jedna jedinka (Jelić i sur., 2015).

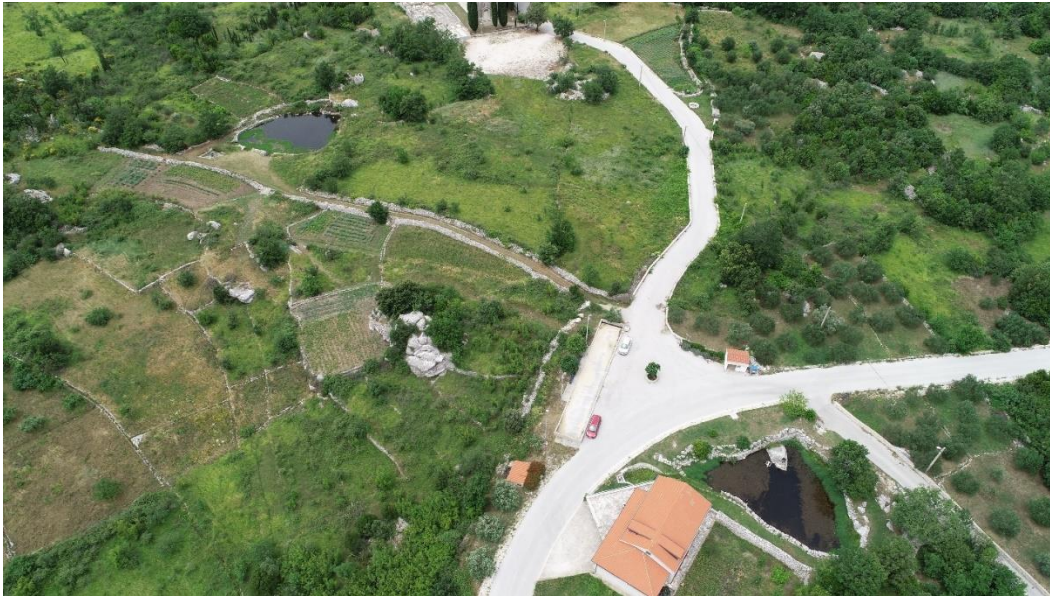


Slika 6. Zarasli kanal u Stonskom polju. Foto: Ana Štih Koren.

Dubrovačko zaleđe

Na području naselja Majkovi u Dubrovačkom zaleđu nalaze se tri lokve u kojima dolazi riječna kornjača, dvije u zaselku Zabrežje i jedna u zaselku Prljevići (Slika 7). Sve lokve su antropogenog postanka te su u prošlosti služile za navodnjavanje okolnih vrtova i poljoprivrednih površina od kojih se danas samo nekoliko aktivno obrađuje, dok su ostali dijelovi većinski zarasli. Dvije lokve su stalne stajačice, dok je treća (kod crkve u zaselku Zabrežje) privremena, no za vrijeme istraživanja nije presušila. Lokve su pogodne za život kornjača jer imaju blage obale, mjesta pogodna za sunčanje, a na okolnim zemljištima koja se obrađuju pronađena su gnijezda riječnih kornjača s jajima. Lokve u zaselku Zabrežje udaljene su 200 metara jedna od druge. Literaturni nalazi riječne kornjače iz dvije lokve u zaselku Zabrežje spominju se tek 2007. godine (Šalamon i Šilić, 2007), a kasnije su također objavljeni u Crvenoj knjizi vodozemaca i grazova Hrvatske (Jelić i sur., 2015).

Na prostoru Dubrovačkog zaleđa više od desetak naselja ima lokve, npr. naselje Lisac i Podimoč, a u naselju Orašac postoji i manje akumulacijsko jezero.



Slika 7. Zračna snimka dvije lokve u zaselku Zabrežje. Foto: Arhiva JU DNŽ.

Rijeka dubrovačka

Rijeka dubrovačka nalazi se sjeveroistočno od grada Dubrovnika, duga je oko 5 km, a kod Gruža se ulijeva u Jadransko more. Najvećim dijelom poprima oblik zaljeva, kojeg okružuju i do 600 m visoke, strme padine okolnih brda (Slika 8). Zaljev je ustvari potopljena dolina rijeke Omble te upravo zbog toga mnogi Rijeku dubrovačku nazivaju i rijekom Omblom, iako je službeno rijeka Ombla samo „početni“, odnosno izvorišni dio zaljeva Rijeke dubrovačke, u dužini od 30m. Rijeka Ombla izvire u naselju Komolac podno stijene poznate kao Golubov kamen, izljuje se u izvorsko jezerce koje je dugačko oko 30-ak metara te se preko slapa prelijeva u zaljev Rijeke dubrovačke (Mayer i sur., 2015). U zaljevu se miješa dotok slatke vode krške rijeke Omble i slane vode s otvorenog mora.

Prema literaturnim navodima riječna kornjača bila je česta na području Rijeke dubrovačke ili rijeke Omble (Karaman, 1921; Veith, 1991; Werner, 1891). Oba se naziva koriste u različitim literaturnim navodima, ponekad čak i kao sinonimi, makar su to dva odvojena lokaliteta. Prvi literaturni nalaz iznosi Schinz 1840., a zadnji Karaman 1921. godine. Nakon Karamana riječna kornjača se za područje Rijeke dubrovačke spominje u još nekoliko radova, ali autori citiraju stare muzejske

nalaze ili spominju područje rijeke kao generalno stanište za riječnu kornjaču, bez vlastitih novih nalaza (Bolkay, 1924; Cyren, 1941; Erber, 1864; Fritz, 1995; Fritz i Wischuf, 1997; Lončar, 2005; Pavletić, 1964; Pozzi, 1966; Radovanović, 1964; Rössler, 1904; Tomasini, 1889, 1894; Veith, 1991; Werner, 1891).



Slika 8. Rijeka dubrovačka. Foto Bruno Schmidt.

Konavle

Regija Konavle nalazi se na samom jugu Hrvatske te se u geografskom smislu sastoji od planine Sniježnice na granici s Bosnom i Hercegovinom, središnjeg nizinskog dijela Konavosko polje te brežuljkastog dijela koji odvaja polje od Jadranske obale (Slika 9). Unatoč prevladavajućeg karbonatnog sastava u Konavoskom polju razvijena je površinska riječna mreža. Tri veće tekućice ovog područja su Ljuta, Konavočica i Kopačica. Ljuta je jedina tekućica sa stalnim tokom, izvire u podnožju planine Sniježnica te ima jedan od najjačijih izvora u Europi te je voda samog toka hladnija od vode Konavočice i Kopačice. Konavočica i Kopačica imaju karakter bujičnih rijeka te u toplom dijelu godine mjestimično presuše (Šeparović i sur., 2016). Slivno područje riječne mreže rasprostire se unutar Konavoskog polja te se na njegovoj najnižoj točki nalaze prirodni ponori, kroz koje sva voda pristigla tekućicama odlazi u krško podzemlje. Rijeka Konavočica ulijeva se u korito

rijeke Ljute, a Ljuta i Kopačica poniru u sredini polja. Osim tri navedene rijeke, u Konavoskom polju nalazi se splet umjetno iskopanih kanala za navodnjavanje te veći broj, što prirodnih, što umjetno iskopanih lokvi u svrhu poljoprivrede (navodnjavanje, stočarstvo) (Slika 10, Slika 11). Između kanala i lokvi smjestile su se oranice, vrtovi, polja, voćnjaci, vinogradi te je prirodna vegetacija pretežito iskrčena budući da se radi o poljoprivrednom zemljištu. Izvan Konavoskog polja, na obroncima prema Sniježnici te na brežuljkastom dijelu prema obali nalazi se još nekoliko lokvi.

Prema objavljenoj literaturi do 2013. godine riječna je kornjača na području Konavoskog polja pronađena u rijeci Konavočici (Jelić i sur., 2015; Koren i Šalamon, 2009; Lončar, 2005; Šalamon, 2005, 2006a, 2007; Šalamon i Šilić, 2007), Kopačici (Vucić i Blažević, 2020), Ljutoj (Tvrtković i Veen, 2006) te nekoliko lokvi (Lončar, 2005; Šalamon, 2005, 2006b, 2006a, 2007, 2008; Šilić, 2006).



Slika 9. Pogled iz zraka na Konavosko polje, kanale, lokve te rijeku Kopačicu: Foto: Leo Lanča.



Slika 10. Kanal u Konavoskom polju. Foto: Ana Štih Koren.



Slika 11. Lokva u Konavoskom polju. Foto: Ana Štih Koren.

2.3 STANIŠTA RIJEČNE KORNJAČE

Riječna kornjača sredozemna je vrsta koja pretežito obitava u nizinama (Kornilev i sur., 2017), no pojedine populacije nalaze se i na visinama do 900 metara IUCN (Van Dijk i sur., 2004), odnosno 810 m (Arnold i Ovenden, 2004; Busack i Ernst, 1980; Rifai i Amr, 2004; Valakos i sur., 2008). Prisutnost riječne kornjače na određenom staništu prvenstveno je uvjetovana količinom padalina (0 – 175 fiziološki suhих dana na godinu) (Kornilev i sur., 2017), budući da su padaline ključne za uspješnu inkubaciju jaja koja zahtijevaju određeni postotak vlage i minerala u zemlji (Ayaz i Çiçek, 2011; Busack i Ernst, 1980; Kornilev i sur., 2017). Dodatno, mladunci iz jaja izlaze tek nakon sezonskih jačih kiša (Busack i Ernst, 1980).

Prisutnost stalne ili povremene vode smatra se ključnim elementom staništa riječne kornjače budući da se ona, baš kao i druge vodene kornjače, može hraniti samo u vodi zbog specifičnog mehanizma gutanja (Natchev i sur., 2015). Preferencije riječne kornjače prema staništu opisane su u mnogim radovima od 1985. godine pa sve do danas. Ustanovljeno je kako riječna kornjača nastanjuje različit splet prirodnih i umjetnih slatkovodnih staništa poput močvara, poplavnih pašnjaka, jezera, lokvi, rijeka, potoka, kanala za navodnjavanje te slatkovodnih i brakičnih obalnih laguna (Auer i Taškavak, 2004; Ayaz i Çiçek, 2011; Chelazzi i sur., 2007). Može podnijeti širok raspon temperature, saliniteta, pH, organskog opterećenja, onečišćenja i brzine vode (Auer i Taškavak,

2004; Gasith i Sidis, 1984; Rifai i Amr, 2004, 2006) te je nađena i u vodnim tijelima saliniteta i do 9,2 ‰ (Gasith i Sidis, 1984; Gül i sur., 2022). S obzirom da vrsta tolerira bočatu i slanu vodu (Broggi, 2000), velika je vjerojatnost da se putem morskih struja naplavinama širi transoceanski (Vamberger i sur., 2014). Na to ukazuju genetska istraživanja populacija diljem areala (Vamberger i sur., 2014) kao i pojedini novi nalazi vrste izvan znanog areala područja korištenja staništa na jadranskim (Štih i Šalamon, 2018) i egejskim otocima (Broggi, 2012; 2014) te nalazi na naplavinama u moru (Mantziou i Rifai, 2014).

Dubina vodnih tijela koja nastanjuje nije toliko bitna, često živi u plitkim vodnim tijelima, koja mogu biti duboka i manje od metra (Biton i sur., 2017). Ima sklonost k mirnijim vodama s muljem i vegetacijom (stajaćice i tekućice sporijeg toka) (Gasith i Sidis, 1984) te obično ne nastanjuje brze tokove rijeka (Auer i Taşkavak, 2004; Ayaz i Budak, 2008; Ayaz i Çiçek, 2011; Chelazzi i sur., 2007; Kornilev i sur., 2017; Rifai i Amr, 2004; Šilić, 2006). Na nekim egejskim otocima dolazi čak u privremenim malim vodotocima te lokvicama koje se stvaraju u njima te na marginalnim, privremenim vlažnim staništima koja ne podržavaju veliki broj jedinki (Broggi, 2014).

Riječna kornjača nije specijalizirana u odabiru staništa te je također prisutna i u vodnim tijelima zagađenima kućnim i industrijskim otpadom (Akgül i sur., 2014; Biton i sur., 2017; Gasith i Sidis, 1984) zbog čega neki autori navode da tolerira visok stupanj onečišćenja. Iako riječna kornjača dolazi i u zagađenim vodenim staništima, dokazano je u Turskoj da onečišćivači utječu na zdravstveno stanje riječnih kornjača. Sve uzorkovane jedinke imale su abnormalne eritrocite i oštećen genetski materijal čime je dokazan genotoksični utjecaj okoliša na vrstu (Çördük i sur., 2019). Također je poznato da visoke koncentracije polutanata utječu na pojavu morfoloških deformacija kod slatkovodnih kornjača koje žive u zagađenim područjima (Bishop i sur., 1998) te Bayrakçı i sur. (2016) pretpostavljaju da su anomalije skuta viđene na oklopu riječnih kornjača povezane s korištenjem pesticida.

Riječna kornjača tijekom godišnjeg životnog ciklusa koristi složen sustav lotičkih, lentičkih i kopnenih mikrostaništa na nizinskim i brežuljkastim područjima (za sunčanje, hranjenje, polaganje jaja, za juvenilne jedinke) i ona se razlikuju ovisno o starosti jedinke, kao i o godišnjem dobu, odnosno, hidro-klimatološkoj slici sezone (Chelazzi i sur., 2007). Općenito se životinje van vode mogu pronaći samo iznimno, na obradivim površinama, livadama i pašnjacima na kojima polažu jaja (Auer i Taşkavak, 2004; Chelazzi i sur., 2007; Mantziou i Rifai, 2014). Mužjaci su agilniji i uz

prisutnost povoljnog vodenog koridora za migraciju mogu prelaziti i udaljenosti do 4 km (Chelazzi i sur., 2007). Ženke su filopatrične, kreću se u krugu od 1,5 km među lokvama i močvarnim staništima, a rijetko migriraju na veće udaljenosti uzduž vodenog toka. Za oba spola pretpostavlja se da hiberniraju i estiviraju svake godine na istim lokacijama (Chelazzi i sur., 2007). Osim rada Chelazzi i suradnika (2007), ne postoje drugi objavljeni podaci za kretanja riječne kornjače, no rađena su istraživanja na drugim vrstama roda *Mauremys*. Primjerice, *M. leprosa* ima raspon kretanja (eng. *home range*) od 2 ha, *M. reversii* 2,8 – 6,1 ha te $2,91 \pm 2,28$ ha. Duljina raspona kretanja (eng. *home range length*) kod *M. sinensis* iznosi 170 m – 1460 m (dnevno kretanje maksimalno 245 m), a kod *M. japonica* maksimalno 219 m kod mužjaka i do 91 m kod ženki, kod *M. reevesi* $670,23 \pm 119,62$ m (Bu i sur., 2023; Chen i Lue, 2008; Pérez-Santigosa i sur., 2013; Song i sur., 2014, 2014).

Na temperaturama ispod 13 °C, riječne kornjače smanjuju aktivnost i ulaze u stanje hibernacije (Gasith i Sidis, 1985; Rifai i Amr, 2004), dok na temperaturama iznad 45 °C tijekom razdoblja suše, kada povremena i privremena vodna tijela presuše, estiviraju (Rifai i Amr, 2004). Prema Chelazzi i sur. (2017) močvarni je teren preferirana lokacija hibernacije, dok se u rijekama i lokvama odrasle životinje najviše zadržavaju početkom ljeta. Vodna tijela koja ne presušuju te mali bazenčići u koritima bujičnih povremenih tokova važna su utočišta za populaciju u ljetnim, sušnim razdobljima.

Mlade životinje vrlo su plahe i nježne te imaju veću sklonost obitavati u malim rubnim bazenima ili plićim područjima s gušćom vegetacijom i vrlo muljevitim dnom u koja se mogu brzo zavući u slučaju opasnosti (Ayaz i Çiçek, 2011).

U Hrvatskoj, u svakom od tri geografski odvojena područja nalaza, riječna kornjača nastanjuje relativno različiti tip staništa (Jelić i sur., 2015; Šalamon i Šilić, 2007; Šilić, 2006). Najsjevernije poznato područje na kojem obitava riječna kornjača u Hrvatskoj nalazi se na području Stonskog polja gdje nastanjuje splet slatkovodnih kanala za navodnjavanje, bez nalaza jedinki u obližnjim bočatim kanalima pored stonske solane (salinitet 1 ‰) (Šalamon i Šilić, 2007). Na području Dubrovačkog zaleđa (naselje Majkovi) nastanjuje tri antropogene mediteranske lokve mezotrofnog do eutrofnog karaktera, s minimalnim ljudskim utjecajem (Mikuš i sur., 2015). Treće područje nalazi se u Konavoskom polju te se literaturni navodi odnose na dvije lokve, rijeku Ljutu te

povremene rijeke Konavočicu i Kopačicu koje imaju bujični karakter te u toplom dijelu godine mjestimično presuše ostavljajući u koritu bazenčiće s vodom pogodne za opstanak vrste.

Dodatno opažanje postoji još za područje Baćinskih jezera, dok za nalaz iz jezera i kanala za navodnjavanje na područja Neretve (Jelić i sur., 2012b, 2015), uz iznimku fotografije jedne jedinke, nema uzoraka tkiva ili životinja.

Osim ovih pet lokacija, u prošlosti je riječna kornjača nastanjivala i područje rijeke Omble, no budući da se to područje radi urbanizacije značajno promijenilo u posljednjih 100 godina, nije u potpunosti jasno na kakvim je ondje staništima živjela (Bolkay, 1924; Fritz i Wischuf, 1997; Karaman, 1921; Pozzi, 1966; Rössler, 1904; Schinz, 1840; Tomasini, 1889, 1894; Veith, 1991; Werner, 1891; Wischuf i Busack, 2001).

Dodatno, u Crvenoj knjizi vodozemaca i gmazova Hrvatske (Jelić i sur., 2015) dan je popis staništa prema Nacionalnoj klasifikaciji staništa na temelju stare karte staništa (Karta staništa RH 2004) i na temelju nalaza vrste do 2012. godine. Prema navedenoj knjizi riječna kornjača naseljava sljedeća staništa: A. Površinske kopnene vode i močvarna staništa; B. Neobrasle i slabo obrasle kopnene površine, C. Travnjaci, cretovi i visoke zeleni, D. Šikare, E. Šume, I. Kultivirane nešumske površine i staništa s korovnom i ruderalnom vegetacijom, J. Izgrađena i industrijska staništa.

Shodno svemu napisanom te uzimajući u obzir staništa i upitnih i potvrđenih nalaza do 2013. godine, tj. do početka izrade ovog doktorskog rada, riječna kornjača u Hrvatskoj naseljava stajaća i tekuća slatkovodna staništa i to lokve (Slika 12), povremene bujične rijeke (Slika 13) i kanale za navodnjavanje te bočata staništa, poput uzvodnog dijela Rijeke dubrovačke. Budući da nikada nisu tražena gnijezda, u niti jednoj literaturi nije navedeno na kakvim staništima riječna kornjača u Hrvatskoj gnijezdi.



Slika 12. Stanište riječne kornjače, lokva u Majkovima. Foto: Toni Koren.



Slika 13. Stanište riječne kornjače, rijeka Konavočica. Foto: Ana Štih Koren.

2.4 BROJNOST RIJEČNE KORNJAČE

Brojnost riječne kornjače unutar cijelog areala rasprostranjenosti varira od lokacije do lokacije te ne postoji objavljen cjeloviti pregled brojnog stanja populacija vrste unutar neke od država koju nastanjuje. Brojnost vrste u nezagađenim staništima istočnog dijela areala iznosi 19 – 217 jedinki/ha, a na eutrofnim vlažnim staništima 500 – 2 000 jedinki po hektaru (Wischuf i Busack, 2001), no istraživanja je teško usporediti zbog neujednačenosti tipa površina koje se uzimaju u izračun, osobito kad se brojevi odnose na ukupno suho stanište s vodnim tijelima.

U provinciji Izmir, u mjestu Clarosu u Turskoj prosječna veličina populacije iznosila je 217 jedinki s 434 kornjače/ha staništa (Güçlü i Türkozan, 2010). Tijekom istraživanja u zapadnoj Anatoliji, na močvarnom području delte Menderes, populacija riječne kornjače procijenjena je na 341 ± 110 jedinki, s gustoćom 170 (62,5 – 278) jedinki/ha (Bayrakçi i sur., 2015a). Na području zapadne Turske procijenjena je populacija od 197 jedinki i s gustoćom od 50 jedinki/ha vodene površine (Auer i Taşkavak, 2004). Na najvećem turskom otoku Imbrosu populacija iz rijeke Büyükdere procijenjena je na 135 jedinki, s gustoćom od 68 jedinki/ha (Bayrakçi i sur., 2015a). Prema Gasith i Sidis (1984) na određenim lokalitetima u Izraelu postoji velika razlika u gustoći populacija kornjača između onečišćenih i neutjecajnih staništa. Na neutjecajnim staništima brojnost jedinki bila je između 50 – 100 jedinki/ha, a na onečišćenim 500 – 2 000 jedinki/ha što je jedna od najvećih gustoća jedinki slatkovodnih kornjača na onečišćenim staništima. Na području istočne Bugarske u

Nacionalnom parku Strandzha, gustoća populacije iz rijeke iznosila je 2,27 – 48 jedinki/ha. U Crnoj Gori procijenjena je brojnost u tri izolirane populacije (Mrčevo polje, Tivatsko polje, rijeka Sutorina) na obalnom dijelu države, koja je redom iznosila 208, 136 i 315 jedinki (Iković i Gvozdrenović, 2018). U Bugarskoj na području dvije rijeke procjena je bila 142 jedinke (Mollov i sur., 2021)

Brojnost riječne kornjače na području Hrvatske uglavnom se odnosi na jednogodišnja istraživanja ograničenog karaktera. Primjerice, 2006. godine napravljena je procjena brojnosti populacije u lokvi kod vatrogasnog doma u Majkovima gdje je populacija procijenjena na 119 jedinki, odnosno 5,05 jedinki/ha vodene površine istraživane lokve (Šalamon, 2006b; Šalamon i Šilić, 2007).

Istraživanja na području Konavoskog polja rađena su samo u rijeci Konavočici i to tijekom jedne sezone kada je gustoća jedinki u rijeci procijenjena na 72 jedinke/ha korita rijeke. Istraživanja su rađena samo jednu ljetnu sezonu kada je korito predstavljalo mozaik suhih, zamočvarenih i sporadičnih rezidualnih lokvi (Šalamon i Šilić, 2007).

Isti autori 2006. godine vrše istraživanja na području Stonskog polja te gustoću procjenjuju na 4 jedinke/ha vodene površine svih kanala zbog vrlo malog broja nađenih jedinki. Deset godina kasnije u Crvenoj knjizi vodozemaca i gmazova Hrvatske, objavljuje se da je populacija u Stonskom polju potencijalno izumrla ili na rubu izumiranja, jer dugi niz godina nije viđena niti jedna jedinka (Jelić i sur., 2015).

Prema starim literaturnim navodima (Karaman, 1921; Veith, 1991; Werner, 1891) riječna kornjača bila je vrlo brojna u Ombli (Rijeci Dubrovačkoj), ali nikada nije rađen lov jedinki i procjene brojnosti, već je samo vizualno opažana. Također, ne postoje literaturni podaci o brojnosti za područje Baćinskih jezera i Neretve, jedino se pretpostavlja da je na području Neretve populacija izrazito malena, iako nikada nisu rađena detaljna istraživanja (Jelić i sur., 2015).

U Crvenoj knjizi vodozemaca i gmazova Hrvatske navodi se da ukupna populacija u Hrvatskoj koja uključuje tada poznate lokalitete (Stonsko polje, Majkovi, Konavosko polje) broji oko petstotinjak odraslih jedinki (Jelić i sur., 2015).

2.5 MORFOMETRIJA I OMJER SPOLOVA

Vanjski izgled riječne kornjače, morfometrijske karakteristike i dobno-spolnu strukturu određenih populacija opisali su mnogi autori (Auer i Taşkavak, 2004; Ayaz i Budak, 2008; Bayrakçı i sur., 2015b; Rifai i Amr, 2004; Tok, 1999). Istraživanjima su utvrdili razliku u obojenju između odraslih i juvenilnih jedinki pri čemu su juvenilne jedinke življih boja s jasno vidljivim nedefiniranim uzorcima na karapaksu, koji s godinama nestaju i blijede (Ernst i Barbour, 1989). Jedinke kojima nisu vidljive sekundarne spolne karakteristike smatraju se juvenilnim jedinkama (Auer i Taşkavak, 2004; Güçlü i Türkozan, 2010), ali kako bi se ujednačila podjela na starosne kategorije, vidljivost sekundarnih spolnih karakteristika stavljena je u korelaciju s dužinom karapaksa (SCL). Shodno tome, a ovisno o autorima, odraslim se smatraju jedinke dužine karapaksa iznad 80 mm (Auer i Taşkavak, 2004; Güçlü i Türkozan, 2010; Rifai i Amr, 2004), odnosno iznad 100 mm (Ayaz i Budak, 2008; Gül i sur., 2014; Saçdanaku i Haxhiu, 2015; Tok, 1999). Dodatno, prema istraživanjima Auer i Taşkavak (2004) iz zapadne Turske dužina karapaksa od 86 mm odgovara starosti od tri godine, ako se zbrajaju prstenovi (annuli) na pločicama karapaksa, a slično je izračunato i za majkovske jedinke gdje su tri plastralna annula korelirana sa 75 mm ravne linije karapaksa, odnosno četiri annula sa 100 mm. Kao i kod Rifai i Amr (2004) i Šalamon (2006) je potvrdila brži rast mužjaka od ženki.

Istraživanjima je utvrđen spolni dimorfizam kod riječne kornjače pri kojem su mužjaci manji i lakši od ženki (Auer i Taşkavak, 2004; Ayaz i sur., 2006; Güçlü i Türkozan, 2010; Rifai i Amr, 2004, 2006; Saçdanaku i Haxhiu, 2015), imaju konkavniji plastron, duži rep te deblji bazalni dio repa u kojem su smještene genitalije (Rifai i Amr, 2004).

Omjer spolova razlikuje se od populacije do populacije, a ovisi o vremenskom periodu lova, tj. aktivnosti jedinki (Auer i Taşkavak, 2004). Omjer spolova je gotovo kod svih istraživanja riječne kornjače bio u korist ženki. Tako je u zapadnoj Turskoj u dolini u podnožju planine Yunt omjer bio 2,6 Ž : 1 M (Auer i Taşkavak, 2004), u Albaniji u zaljevu Voira 2,8 Ž : 1 M (Saçdanaku i Haxhiu, 2015), u Izmiru u Turskoj 3,01 Ž : 1,17 M : 1 J (Güçlü i Türkozan, 2010), u Jordanu 1,3 Ž : 1 M (Rifai i Amr, 2004) te u Bugarskoj 1,25 Ž : 1 M (Mollov i sur., 2021). Omjer spolova na strani mužjaka (1 Ž : 1,7 M) jedino je bio na području rijeke Mendere u zapadnoj Turskoj (Bayrakçı i sur., 2015a).

Broj juvenilnih jedinki ovisi o metodologiji i mikrolokaciji lova, budući da se juvenilne jedinke zadržavaju u plićim dijelovima vlažnog staništa i najlakše ih je uloviti ručnim mrežicama. Postotak ulovljenih juvenilnih jedinki uglavnom je u raznim istraživanjima bio do 50 % uzorka: 42 % (Auer i Taškavak, 2004) i 44,9 % (Bayrakçı i sur., 2015a) u zapadnoj Turskoj, 50 % u Albaniji (Saçdanaku i Haxhiu, 2015), 50,3 % (Rifai i Amr, 2004) u Jordanu, s iznimkom u Izmiru u Turskoj s ulovom od 19 % juvenilnih jedinki (Güçlü i Türkozan, 2010) te u Bugarskoj s 27 % (Mollov i sur., 2021)

Morfometrijska istraživanja riječne kornjače nisu mnogobrojna i uglavnom se odnose na centralni dio područja rasprostranjenosti, odnosno Tursku. U jednom istraživanju uspoređena su morfometrijska mjerenja i značajke boje-uzorka kod 62 jedinke riječne kornjače iz jezerskog područja (Göller Bölgesi) i mediteranske regije Turske (Ayaz i Budak, 2008). Najveća zabilježena ravna duljina oklopa (SCL) kod mužjaka i ženke egejskog uzorka bila je 215 mm, odnosno 214 mm (Ayaz i Budak, 2008). Maksimalne duljine oklopa razlikuju se ovisno o populacijama. Primjerice, Ayaz i sur. (2006) su morfološkim istraživanjima u zapadnoj Turskoj zaključili da je srednja vrijednost SCL 177 mm, Taskavak i sur. (1997) zabilježili su maksimalne vrijednost SCL od 217 mm za dvije marginalne populacije u Anatoliji, dok je Tok (1999) zabilježio maksimalnu vrijednost SCL od 172 mm s otoka Datca u zapadnoj Turskoj. U Crnoj Gori istraživane su tri populacije riječne kornjače, Mrcevo polje, Tivat i Sutorina. Srednja vrijednost SCL kod mužjaka bila je 136 – 149 mm, a 153 – 159 mm kod ženki (Iković i Gvozdenović, 2018).

Tijekom 2006. godine istraživane su morfološke razlike između populacije u Majkovima iz lokve kod vatrogasnog doma i populacije u Konavoskom polju iz rijeke Konavočice. Omjer spolova u Majkovima je bio podjednak (1,09 Ž : 1 M), dok je u Konavoskom polju na strani mužjaka (1 Ž : 1,7 M), no u tom istraživanju bila je obuhvaćena samo tekućica, ne i lokve (Šalamon i Šilić, 2007). Postotak juvenilnih jedinki u ulovu bio je 36 % u Majkovima, a 38 % u Konavoskom polju. Tijekom 2009. ponovile su se iste analize, ali sada s većim brojem jedinki s područja Konavoskog polja iz rijeke Konavočice, no rezultati su bili isti, s omjerom spolova u korist mužjaka u Konavoskom polju te u korist ženki u Majkovima (Majkovi – 0,95 Ž : 0.80 M : 1 J; Konavosko polje – 0,55 Ž : 1,27 M : 1 J) (Koren i Šalamon, 2009). Postotak juvenilnih jedinki u ulovu ovaj je put bio 35 % u Majkovima, a 57 % u Konavoskom polju. Tijekom oba istraživanja rezultati su pokazali da nema značajnih razlika u veličini tijela majkovskih i konavoskih jedinki te su u obje populacije ženke

veće od mužjaka sa srednjim vrijednostima SCL 11,16 i 12,94 cm kod mužjaka te 14,34 i 14,08 cm kod ženki u konavoskom, odnosno majkovskom uzorku (Šalamon, 2006b). Najveće izmjerene jedinice u majkovskom uzorku bile su 19,20 cm ženka i 19,55 cm mužjak ravne linije karapaksa (SCL) (Šalamon, 2006b).

2.6 RAZMNOŽAVANJE

Reprodukcija riječne kornjače prvi je puta istražena tek pred četrdesetak godina i to na populacijama u Izraelu (Gasith i Sidis, 1985), nakon čega se mali broj istraživača bavio tom problematikom i uglavnom su određene spoznaje prikupljene usputnim opažanjem (Ayaz i Çiçek, 2011; Baier i sur., 2009; Mantziou, 2000; Rifai i Amr, 2004). Shodno tome Mantziou i Rifai (2014) zaključuju kako su potrebna detaljnija istraživanja reprodukcije, posebno kako bi se dobili rezultati o geografskoj varijaciji.

Riječne kornjače pare se od jeseni do proljeća, ovisno o geografskom području koje naseljavaju (Mantziou i Rifai, 2014). U južnim dijelovima umjerenog pojasa, kao u Izraelu, sezona parenja počinje u rujnu i traje do svibnja, s time da je najviše aktivnosti zabilježeno između studenog i travnja, s vrhuncem između siječnja i veljače. U sjevernijim hladnijim predjelima areala, parenje kreće nakon veljače (Gasith i Sidis, 1985), odnosno, od travnja do lipnja (Ayaz i Çiçek, 2011). Parenje se odvija pod vodom, ali povremeno je moguće i na kopnu (Sidis i Gasith, 1988). Ženke pokazuju agresivnost prema većem broju mužjaka koji ih nastoje oploditi, a ponekad su i mužjaci agresivni međusobno (Rifai i Amr, 2004). Između svibnja i srpnja, ovisno o geografskoj širini, gravidne ženke na livadama uz vodna tijela polažu jaja (Ayaz i Çiçek, 2011). Ovisno o klimi na lokaciji ženka može imati dva do tri gnijezda u sezoni (Ayaz i Çiçek, 2011; Mantziou i Rifai, 2014), a polaganje jaja shodno tome može trajati i do sredine kolovoza. Broj položenih jaja varira od četiri do deset (Mantziou i Rifai, 2014). U zapadnoj Turskoj ženke polažu četiri do šest jaja (Ayaz i Çiçek, 2011), a u Izraelu četiri do deset jaja (Gasith i Sidis, 1985).

Inkubacijski period za jaja riječne kornjače traje 65 – 75 dana kada su inkubirana na temperaturama između 27 i 30 °C i u srednje visokoj vlažnosti (75 – 90 %) (Mantziou, 2000; Rifai i Amr, 2004; Rifai i Mantziou, 2005). Istraživanjem na Cipru utvrdili su da period inkubacije traje 49 – 77 dana (Baier i sur., 2009; Rifai i Amr, 2004). Mladunci iz jaja uglavnom izlaze krajem ljeta.

Zanimljivo je da kod mnogih vrsta slatkovodnih kornjača diljem svijeta dolazi do pojave zakašnjele emergencije ili prezimljavanja tek izlegnutih jedinki u gnijezdu (Gibbons i Nelson, 1978), radi veće šanse za preživljavanjem zime. Takve jedinke iz gnijezda izlaze tek iduće proljeće. Prezimljavanje u gnijezdu je kod riječne kornjače za sada potvrđeno samo na području Turske (Ayaz i Çiçek, 2011).

Spol kod nekih vrsta kornjača unutar porodice Geoemydidae određen je spolnim kromosomima, dok kod drugih vrsta ovisi o temperaturi. Mužjaci se razvijaju na nižim temperaturama, između 22,5 °C i 27 °C, a ženke na oko 30 °C (Ewert i Nelson, 1991). Temperaturno određivanje spola kod riječne kornjače nije bilo predmet istraživanja, ali je potvrđeno kod drugih vrsta roda *Mauremys* (Zhu i sur., 2006; Okada i Yabe, 2010).

Prema fiziološkom istraživanju Gasitha i Sidisa (1985) mužjaci dosežu spolnu zrelost između jedne i dvije godine, dok ženke nekoliko godina kasnije. Međutim, Çiçek i suradnici (2016) su, koristeći sekundarne spolne oznake i skeletokronometriju, otkrili da riječne kornjače u Turskoj dostižu spolnu zrelost između pete i sedme godine života. Generacijsko vrijeme za ovu vrstu prema fiziološkim istraživanjima je između 2,5 i 4,5 godina, a generacijski interval je 7,5 do 8,5 godina, uz pretpostavku jednakog broja gnijezda svake godine od druge, odnosno pete godine do dvanaeste. U Turskoj, najstarija izmjerena dob životinje je 12 godina u južnoj Anatoliji (Çiçek i sur., 2016) i 16 godina u zapadnoj Anatoliji (Auer i Taşkavak, 2004). Prema istraživanjima Çiçek i sur. (2016) reprodukcijsko razdoblje je sedam godina, generacijsko vrijeme šest godina, a generacijski interval devet godina, uz pretpostavku jednog gnijezda svake godine.

Reproduktivni potencijal i napor

Reproduktivni potencijal slatkovodnih kornjača predstavlja maksimalni kapacitet kornjača za reprodukciju pod optimalnim uvjetima. On uključuje broj jaja koje ženka može položiti tijekom svog života (fertilitet), učestalost polaganja jaja, vrijeme inkubacije, stopu preživljavanja mladunaca (fekunditet) i vrijeme potrebno da mlade jedinke dosegnu spolnu zrelost (Najbar i Szuszkiewicz, 2005).

Reproduktivni napor često se razmatra kao ukupna količina energije uložena u reprodukciju tijekom određenog vremenskog razdoblja, bilo da se radi o jednoj reproduktivnoj epizodi (npr. jedno gnijezdo) ili o cijeloj reproduktivnoj sezoni (Vitt i Caldwell, 2014). Ako je ukupno energetska

ulaganje (potencijalno ulaganje) jedinke u reproduktivni napor tijekom cijelog života, njezina reproduktivna vrijednost na početku spolne zrelosti, reproduktivna vrijednost jedinke smanjivat će se sa svakim uzastopnim reproduktivnim događajem. Odnosno, svako trenutačno reproduktivno ulaganje smanjuje reproduktivnu vrijednost jedinke, a ono što preostaje (od ukupnog potencijalnog ulaganja) naziva se preostala reproduktivna vrijednost. Jedinke vrste koja se reproducira samo jednom u životu (semelparna životinja) troši cijelu svoju reproduktivnu vrijednost u tom jedinom događaju, za razliku od opadajuće reproduktivne vrijednosti za vrste koje se reproduciraju više puta (iteroparna životinja), poput slatkovodnih kornjača (Vitt i Caldwell, 2014).

Reproduktivni napor, odnosno utrošak energije u jednom reprodukcijom razdoblju uključuje dvije kategorije troška: i) energetske izdatke ženke za reprodukciju (proizvodnja jajašca, iskapanje/zakapanje gnijezda, polaganje jaja; ii) energetske izdatke ženke za vlastito preživljavanje tijekom reprodukcijom razdoblja (eng. *survival cost*), budući da energiju koju ženka investira u reprodukciju, ne ulaže u vlastiti rast i preživljavanje (Vitt i Caldwell, 2014).

Relativna masa gnijezda (RCM, eng. *relative clutch mass*) je omjer između mase gnijezda koje ženka polaže i ukupne tjelesne mase ženke nakon polaganja jaja. RCM samo je jedna od mjera koja se koristi za procjenu reproduktivnog napora kod ženki i omogućuje znanstvenicima da kvantificiraju koliko energije i resursa ženka ulaže u proizvodnju potomstva u odnosu na svoju tjelesnu masu. RCM vrijednost paralelno pruža uvid u trošak ulaganja u reprodukciju (proizvodnju jaja, iskapanje/zakapanje gnijezda, polaganje jaja) i u trošak ulaganja u preživljavanje tijekom reprodukcijom razdoblja.

Visoke RCM vrijednosti ukazuju na visoku reproduktivnu investiciju, odnosno značajan energetski trošak za ženku i u vidu ulaganja u reprodukciju i u vidu ulaganja u preživljavanje. Ova tvrdnja je potkrijepljena istraživanjima prilikom kojih je dokazano da ženke guštera koje uložile više energije u reprodukciju, imaju manju izdržljivost tijekom gravidnosti, nižu razinu aktivnosti/fizičke kondicije nakon polaganja jaja i povećanu vjerojatnost smrtnosti prije proizvodnje drugog gnijezda.

Razina RCM koja se smatra "visokom" može varirati ovisno o vrsti kornjača i ekološkom kontekstu, ali vrijednosti iznad 0,2 (20 %) ukazuju na visoko reproduktivno ulaganje (Congdon i Gibbons, 1985). Stoga veće RCM vrijednosti ukazuju na veće energetske troškove za preživljavanje ženke tijekom faze reprodukcije i na veće energetske troškove ulaganja u reprodukciju (proizvodnja jajašca, iskapanje/zakapanje gnijezda, polaganje jaja).

2.7 RUBNE POPULACIJE

Sve široko rasprostranjene vrste na području svoje rasprostranjenosti imaju centralne i rubne populacije. Rubne populacije karakterizirane su specifičnim ekološkim i genetskim karakteristikama, koje su proizašle iz njihovog položaja na rubovima distribucijskog areala vrste (Kawecki, 2008). Populacije na rubnim dijelovima areala obično se razlikuju od onih u centralnom dijelu po nekoliko demografskih karakteristika (Kawecki, 2008): manja gustoća populacija, manji reproduktivni uspjeh, fragmentirana distribucija.

2.7.1 Manja gustoća rubnih populacija

Populacije na rubnim dijelovima imaju manju gustoću u odnosu na centralne populacije, tj. brojnost bi trebala pravocrtno opadati od središta distribucije prema rubovima (Kawecki, 2008). Gustoća populacije barske kornjače *Emys orbicularis* veće su u centralnom dijelu areala rasprostranjenosti, dok su marginalne populacije vrlo često karakterizirane s malim ili ekstremno malim brojem jedinki (Fritz, 2001b, 2003). Ovo može biti rezultat manje dostupnih resursa, nepovoljnijih klimatskih uvjeta ili većeg pritiska predatora na rubnim staništima. Sagarin i sur. (2006) naglašavaju kako je pretpostavku teško opravdati ako uspoređujemo samo kvalitetu staništa na središnjem i rubnom dijelu areala, jer ne postoji razlog zašto bi kvaliteta staništa bila najbolja u geometrijskom središtu areala vrste što je potvrđeno i drugim istraživanjima (Vucetich i Waite, 1998). Nadalje, rubne populacije su osjetljivije na okolišne promjene i fluktuacije, što ih čini sklonijima lokalnim izumiranjima. Ovaj povećani rizik proizlazi iz kombinacije manjih veličina populacija, demografske stohastičnosti i veće izloženosti rubnim efektima. Ako lokalna izumiranja u marginalnim staništima nisu korelirana, napuštena područja mogu biti ponovno naseljena jedinkama iz drugih marginalnih populacija. Međutim, ako se izumiranja dogode zbog široko rasprostranjenog okolišnog događaja, rubne populacije mogu izumrijeti istovremeno, što zahtijeva ponovnu kolonizaciju iz centralnih populacija (Manier i Arnold, 2005). Taj tip istraživanja nije rađen na riječnoj kornjači, no postoje rezultati ovakvih istraživanja na barskoj kornjači. Ustanovljeno je da centralne populacije *E. orbicularis* imaju veću genetsku raznolikost u usporedbi s marginalnim populacijama (Horváth i sur., 2020). To se često pripisuje većim veličinama populacija i stabilnijim okolišnim uvjetima u centralnim staništima, što omogućuje veću gensku protočnost i niže stope parenja u srodstvu. Nasuprot tome, marginalne populacije, koje su često

manje i izoliranije, pokazuju smanjenu genetsku raznolikost i više stope parenja u srodstvu (Horváth i sur., 2020). Općenito su periferne populacije kornjača, koje se često nalaze na granicama areala rasprostranjenosti, posebno osjetljive na učinke genetskog drifta i parenja u srodstvu (Leonardi i sur., 2012).

2.7.2 Manji reproduktivni uspjeh rubnih populacija

Populacije u centralnom dijelu areala imaju veći reproduktivni uspjeh u odnosu na one na rubnim dijelovima areala. Shodno tome, u centralnom dijelu se po jedinici površine proizvede više potomaka (Kawecki, 2008). Zbog veće proizvodnje potomaka u centralnom dijelu, disperzija jedinki je asimetrična, ako se uzme u obzir da je sklonost disperziji jednaka u oba smjera. Shodno tome više jedinki migrira iz centralnog u rubni dio. Ova asimetrična disperzija može utjecati na dinamiku populacije i genetsku strukturu vrste, tj. rubne populacije mogu biti ovisne o priljevu jedinki iz centralnog areala za održavanje njihove brojnosti i genetske raznolikosti (Kawecki, 2008).

2.7.3 Fragmentiranost rubnih populacija

U rubnom dijelu areala čak i male promjene u okolišnim uvjetima mogu imati veliki utjecaj na opstanak lokalnih populacija, posebice ako je rata disperzije preniska da bi ih demografski održala. Kao posljedica toga, rubne populacije često su fragmentirane i raštrkane (Kawecki, 2008). Također su sklonije lokalnim izumiranjima zbog fluktuacija u okolišu, demografske stohastičnosti i rubnog efekta (Tossas i Thomlison, 2007). Ako ta izumiranja nisu povezana kroz različite dijelove rubnog areala, napuštena staništa mogu ponovno naseliti disperzanti iz drugih rubnih dijelova. Međutim, ako izumiranja nastanu zbog primjerice okolišnog događaja koji zahvaća cijelu rubnu regiju, sve rubne populacije izumiru istovremeno. Tada se rubno stanište može ponovno naseliti samo disperzantima iz centralnog dijela. Iako u kratkom roku rubna staništa mogu biti demografski neovisna, ona bi se ponavljajuće naseljavala iz središnjih populacija i ne bi opstala dovoljno dugo da se prilagode.

3. MATERIJALI I METODE

3.1 RASPROSTRANJENOST I STANIŠTA

Istraživanje rasprostranjenosti za potrebe ove doktorske disertacije uključivalo je: i) literaturno i terensko prikupljanje podataka; ii) prostornu analizu rasprostranjenosti; iii) analizu stanišne preferencije riječne kornjače na području Hrvatske.

3.1.1 Literaturno i terensko prikupljanje podataka

Literaturno prikupljanje podataka uključivalo je pregled dostupne znanstvene i stručne literature te opservacijskih podataka u bazi podataka GBIF (eng. *global biodiversity information facility*) do 2023. godine (GBIF, 2023). Literatura je pregledavana u svim većim repozitorijima digitalnih publikacija, kao i dosadašnjim radovima koji se tiču riječne kornjače na području Hrvatske i Europe koristeći ključne riječi: *Mauremys rivulata*, distribution, areal, Croatia, Europe. Svaki originalni opis lokacije gdje je pronađena jedinka, a koji se razlikovao od drugih opisa u publikaciji, smatrano je zasebnim zapisom prisutnosti (Kornilev i sur., 2017).

Podaci iz radova prikupljeni su u unaprijed pripremljenu tablicu sa sljedećim parametrima: godina nalaska, lokacija, sakupljač, referenca te koordinata koja se geokodirala iz toponima. Za geokodiranje je korišten paket za R tidygeocoder (Cambon i sur., 2021). Budući da je većina podataka bila iz 20. stoljeća, nije bilo točnih koordinata, već je bio dostupan širi toponim u okolici nalazišta (primjerice Ragusa ili Ston). Takve lokacije nisu predstavljale problem, jer su se isti toponimi ponavljali i u drugim publikacijama u kojima je dodatno bila opisno precizirana lokacija te je bilo jasno koji toponim označava koju lokaciju. Olakotna okolnost bila je i činjenica da riječna kornjača dolazi na samo nekoliko lokaliteta u Hrvatskoj te ih nije bilo teško povezati s opisima lokacija iz literature. Shodno tome svakoj lokaciji s istim ili sličnim toponimom (primjerice Ston – Stonsko polje; rijeka Ombla – Rijeka Dubrovačka – Dubrovnik – Gruž) dodijeljena je ista koordinata, tj. koordinata one lokacije koja je bila najpreciznije opisana, koristeći WGS84 koordinatni sustav i Google karte (Google, 2024). Za pojedine lokacije (Baćinska jezera, Neretva, rijeka Ljuta u Konavoskom polju) po potrebi su kontaktirani autori referenci, a potom i pronalazači koji su dodatno pojasnili svoja opažanja te ista nadopunili s koordinatama ili u nekim slučajevima fotografijama i dodatnim objašnjenjima učestalosti nalaza i detaljima lokacije. Tijekom terenskih izlazaka vršeni su i informativni razgovori s mještanima o opažanjima riječne kornjače na lokalitetima, učestalosti opažanja i vremenu kada su životinje opažene.

Terenska istraživanja u svrhu istraživanja rasprostranjenosti riječne kornjače obuhvatila su slatkovodna staništa na području Dubrovačko-neretvanske županije (Tablica 1). Prilikom istraživanja posjećena su sva nalazišta vrste poznata iz literature kao i dodatna vodna tijela diljem županije. Lokacije vodnih tijela za obilazak pripremljene su prije samih terenskih obilaska pomoću Google satelitskih karata te topografskih karata u mjerilu 1: 25 000 koje imaju označene lokve te je dodatno napravljen i .shp lokve Dubrovačko-neretvanske županije. Karte sa literaturnim nalazištima i označenim vodenim staništima bile su podloga za terenska istraživanja.

Dodatno, na velikim područjima, poput rijeke Neretve i Baćinskih jezera koja nije moguće u potpunosti pregledati radi njihove veličine i nedostupnosti, prije odlaska na teren uz pomoć Google satelitske karte odabrane su potencijalno pogodne mikrolokacije, na kojima je obavljen lov vršama i promatranjem. Osim unaprijed pripremljenih mikrolokacija, na terenu su istražene i dodatne pristupačne mikrolokacije koje su procijenjene kao potencijalno stanište vrste.

U svrhu utvrđivanja trenutnog područja rasprostranjenosti, od 2013. do 2019. godine obavljeno je 15 terenskih obilazaka u Dubrovačko-neretvanskoj županiji, ukupnog trajanja 43 dana (Tablica 1). Terenski obilasci organizirani su od travnja do kraja listopada u skladu s periodom aktivnosti riječne kornjače.

Tablica 1. Popis istraživanih lokaliteta, vrsta vodenog staništa, broj posjećenih mikrolokacija, period istraživanja te broj lovnih dana u svrhu istraživanja rasprostranjenosti i staništa riječne kornjače (*Mauremys rivulata*) u Hrvatskoj.

Širi lokalitet	Vrsta vodenog staništa	Broj posjećenih mikrolokacija	Period istraživanja	Broj dana lova
Bačinska jezera	jezera	30	2017: srpanj, listopad	4
Područje Neretve	lokve, kanali, jezera	136	2018: travanj	14
Stonsko polje	lokve, kanali	25	2017: srpanj 2018: srpanj	5
Dubrovačko zaleđe	lokve	16	2017: srpanj 2018: lipanj, listopad 2019: lipanj	17
Rijeka dubrovačka	lokve, kanali, rijeka	15	2018: svibanj 2019: travanj	4
Konavle	lokve, kanali, cijeli tok rijeke Konavočice, Kopačice i Ljute	100	2013: lipanj, srpanj, rujan 2014: svibanj 2015: lipanj, kolovoz 2017: srpanj 2018: srpanj	8

Prisutnost gnijezda, juvenilnih i odraslih jedinki riječne kornjače istraživana je vizualnim pregledom pogodnih staništa te postavljanjem vrša s mamcem u vodna tijela (riba, mesni narezak) (Slika 14, Slika 15). Na svakom terenu, na svakoj mikrolokaciji, postavljene su dvije vrše koje su u vodi stajale 24 sata. Pritom je ključno da dio vrše uvijek viri izvan površine vode kako bi ulovljene kornjače mogle nesmetano disati. Na svim istraživanim mikrolokacijama zabilježene su GPS koordinate, pozitivni i negativni nalazi riječnih kornjača te lovni napor prikazan kao ukupan broj lovnih sati vršama. Sve ulovljene jedinice riječne kornjače puštene su natrag na mjesto ulova.



Slika 14. Postavljanje vrše za lov riječne kornjače na području Baćinskih jezera. Foto: Barbara Horvatić.



Slika 15. Vizualni pregled kanala na području Konavoskog polja. Foto: Ivona Burić.

3.1.2 Prostorne analize rasprostranjenosti riječne kornjače

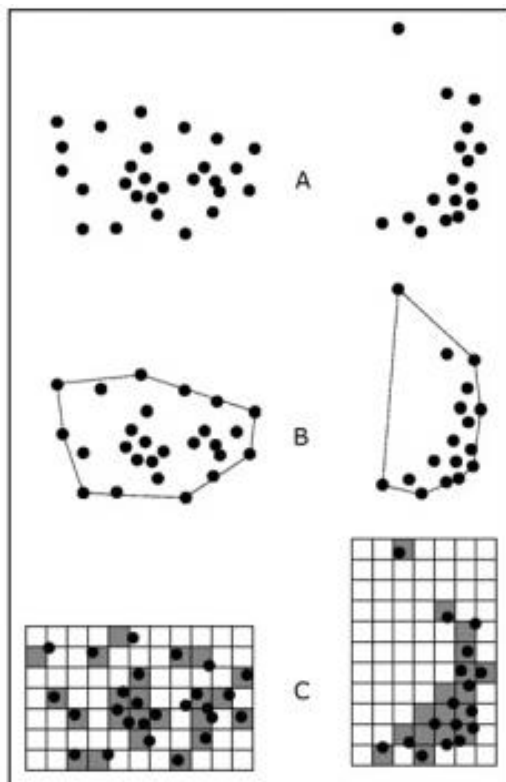
Područje staništa

U svrhu utvrđivanja područja rasprostranjenosti riječne kornjače u Hrvatskoj, odnosno je li isti cjeloviti ili je fragmentiran na manje i međusobno izolirane dijelove izrađena je karta područja staništa (AOH, eng. *area of habitat*). AOH se odnosi na ukupnu površinu pogodnog staništa dostupnog za određenu vrstu (Brooks i sur., 2019), tj. to je područje unutar kojeg vrsta može održivo postojati, temeljeno na dostupnosti ključnih resursa i uvjeta potrebnih za preživljavanje i reprodukciju.

AOH je jedna od tri prostorne metrike koje se koriste u kriterijima Crvenog popisa IUCN-a za procjenu rizika od izumiranja. Ostale dvije metrike su: obim pojavljivanja (EEO, eng. *extent of occurrence*) i područje zastupljenosti/površina nastanjenja (AOO, eng. *area of occupancy*).

EOO je minimalni konveksni poligon oko svih poznatih i pretpostavljenih nalaza vrste, isključujući nalaze skitajućih jedinki (eng. *vagrancy*). AOO je područje unutar EOO, koje vrsta u prirodi stvarno naseljava, isključujući nalaze lutajućih jedinki. AOO se za procjenu kriterija crvene liste najčešće izražava u 2 x 2 km kvadrantima u kojima je jedinka prisutna.

Kako bi se napravila karta područja staništa (AOH), potrebno je prvo poznavati obim pojavljivanja (EOO) (Slika 16).



Slika 16. Dva primjera razlike između obima pojavljivanja i područja zastupljenosti. (A) prostorna distribucija poznatih, pretpostavljenih ili projektiranih mjesta trenutnog pojavljivanja. (B) prikazuje jednu moguću granicu obima pojavljivanja (EOO), što je izmjereno područje unutar ove granice. (C) prikazuje jedno mjerenje područja zastupljenosti (AOO) koje se može postići zbrojem zauzetih kvadrata mreže (IUCN, 2012).

U svrhu izrade karte rasprostranjenosti s prikazom područja staništa (AOH) korištena je metodologija koju su predložili Palacio i suradnici (2021). Njihov postupak izrade karte AOH malo se razlikuje od smjernica IUCNa (Brooks i sur., 2019) po tome što kao dodatan korak ima IDW

interpolaciju (eng. *inverse distance weighting*). Drugim riječima, radi se korekcija dobivene karte, tako da se dodatno brišu i lokacije na kojima vrsta nije potvrđena (negativni nalazi vrste). IDW interpolacija osobito je pogodna za vrste sa diskontinuiranom distribucijom (Hijmans i Elith, 2019) kakvu ima i riječna kornjača u Hrvatskoj.

Karta AOH izrađena je u ArcGIS programu (v. 10, 7.1 ESRI) i prilikom izrade napravljeni su sljedeći koraci prema Palacio i sur. (2021):

1. Na temelju svih pozitivnih nalaza vrste prikupljenih u ovom istraživanju između 2013. i 2019. godine, prema smjernicama IUCN-a (IUCN/SSC, 2019), napravljen je obim pojavljivanja (EOO) povezivanjem rubnih nalaza (točkasti nalazi) u poligon.
2. Kako bi se dobio čim precizniji obim pojavljivanja korigirane su dobivene granice, tj. isključen je dio poligona koji se nalazio u moru, budući da riječna kornjača nastanjuje slatkovodna staništa.
3. Za dobivanje AOH poligona dobiveni EOO poligon topološki je reduciran podlogom nadmorskih visina (Global Digital Elevation Model (SRTM), s preciznošću 90 metara) na način da je prostor iznad 95. percentila pojave nalaza ove vrste u svijetu, temeljem opservacijskih podataka iz otvorene baze podataka GBIF (eng. *global biodiversity information facility*), isključen iz područja staništa vrste (3.1.3 Analize staništa za vrstu).
4. Iz dobivenog poligona trebaju se isključiti staništa koje vrsta prema saznanju struke ne koristi. IUCN pregled staništa za vrstu (Van Dijk i sur., 2004) je analiziran i utvrđeno je da nije cjelovit jer ga sačinjavaju samo vodena staništa i u potpunosti su isključena staništa na kojima riječna kornjača gnijezdi, poput livada i obradivih zemljišnih čestica (Auer i Taškavak, 2004; Chelazzi i sur., 2007; Mantziou i Rifai, 2014). Staništa navedena u Crvenoj knjizi vodozemaca i gmazova Hrvatske (Jelić i sur., 2015) su cjelovita, no nisu mogla biti korištena kao kriterij za topološki upit temeljem raspoložive Nacionalne karte staništa. Razlog tome su poligoni unutar Nacionalne karte staništa koji nisu homogeni (definirani jednim tipom staništa), već je pitanje rezolucije karte staništa riješeno tako da se unutar jednog poligona javljaju različiti tipovi staništa i to u većini slučajeva različitih NKS razina (npr. šuma + lokva + livada) i dodatno bez jasnih granica među njima, što sve otežava daljnje analize staništa.

5. Budući da se saznanja o staništima nisu mogla iskoristiti, napravljena je daljnja korekcija karte temeljena na objavljenim podacima o biologiji vrste. U kreiranje AOH poligona uključena je tampon zona (eng. *buffer*) oko svakog pozitivnog nalaza vrste u promjeru od 4 km, koliko je maksimalno kretanje mužjaka riječne kornjače ako koristi vodotokove, a uključuje i udaljenost koju ženke prolaze prilikom traženja mjesta za gniježđenje (Chelazzi i sur., 2007). Nadodavanjem tampon zone zaokružena su sva kopnena i vodena staništa koja riječna kornjača potencijalno iskorištava unutar svog areala kretanja.
6. Budući da na Karti kopnenih nešumskih staništa nedostaje većina vodnih tijela u Dubrovačko-neretvanskoj županiji, dobiveni poligon AOH preklopljen je s prostornom podlogom vodotoka Hrvatskih voda te .shp lokve Dubrovačko-neretvanske županije koji je napravljen u sklopu prikupljanja podataka za rasprostranjenost riječne kornjače (poglavlje 3.1.1).
7. Temeljem negativnih nalaza, izuzev negativnih opažanja unutar tampon zone od 4 km, napravljena je IDW interpolacija, kojom je poligon AOH dodatno smanjen (Palacio i sur., 2021). Negativni nalazi unutar tampon zona su ostavljeni, budući da ta mikrostaništa vrsta možda iskorištava kao koridore za migraciju unutar areala kretanja (privremena staništa), neovisno što na tim mikrolokacijama tijekom istraživanja vrsta nije zabilježena.

3.1.3 Analize staništa za vrstu

Tipovi staništa na cijelom području AOH

Kako bi se utvrdilo koje sve tipove staništa riječna kornjača potencijalno iskorištava na području Hrvatske dobivene granice AOH su u programu ArcGIS (v. 10, 7.1 ESRI) preklopljene s tri prostorne podloge: Kartom kopnenih i nešumskih staništa Hrvatske, kartom lokvi Dubrovačko-neretvanske županije i kartom vodotokova Dubrovačko-neretvanske županije te su nakon toga izračunati postotci pojedinog staništa unutar karte AOH. Prilikom analize staništa napravljeni su sljedeći koraci:

1. Za svaki pojedini AOH (poglavlje 3.1.2), temeljem topološkog upita iz Karte kopnenih i nešumskih staništa (Bardi i sur., 2016) napravljena je ekstrakcija svih tipova staništa na tim

područjima. Karta kopnenih nešumskih staništa napravljena je na temelju IV. verzije Nacionalne klasifikacije staništa (DZZP, 2014).

2. Navedena Karta staništa je donekle neprecizna jer: i) su granice poligona pojedinog tipa staništa grube i ne detaljne te ne ocrtavaju uvijek stvarnu granicu staništa na terenu; ii) nema ucrtana mnoga vodna tijela. Zbog nepreciznosti granica poligona i nedostupnosti detaljnijih karti staništa, provedene su sljedeće korekcije:
 - a) od Hrvatskih voda ustupljena je prostorna podloga vodotoka na području AOH, u obliku linijskih poligona. Oko svakog poligona kreirana je tampon zona od 0,75 m sa svake strane linije vodotoka, što u konačnici daje poligon vodotoka širine 1,5 m. Tampon zona od 0,75 m određena je tako da uključuje vodno tijelo i riparijsku zonu temeljem terenskih saznanja u ovom istraživanju gdje je većina kanala u Dubrovačko-neretvanskoj županiji do dva metra širine. Nakon preklapanja dobivenog poligona vodotoka s granicama AOH, izračunata je površina tog poligona vodotokova (stanišni tip *A.2 Tekućice*) unutar granica AOH.
 - b) Ručno su iscrtane točkaste lokacije lokvi na području AOH koristeći Google satelitske karte i topografske karte te je oko svake točke lokve kreirana tampon zona od pet metara, što u konačnici daje krug promjera 10 m koji uključuje vodno tijelo i riparijsku zonu temeljem terenskih istraživanja u kojima je većina istraženih lokvi u Dubrovačko-neretvanskoj županiji do 10 m promjera. Nakon preklapanja napravljenog poligona lokvi s granicama AOH, izračunata je površina tog poligona lokvi (stanišni tip *A.1 Stajaćice*) unutar granica AOH.
3. Područje ekstrahiranih tipova staništa iz Karte kopnenih i nešumskih staništa, topološki je umanjeno temeljem novo napravljenih poligona vodotokova i lokvi.
4. Potrebno je ponovno napomenuti da su mnogi poligoni na Karti staništa heterogeni i ne sadržavaju samo jedan tip staništa, već kombinaciju staništa uočenih na tom poligonu te je dominantni tip staništa u atributnoj tablici označen kodom sloja NKS1. Budući da unutar heterogenog poligona ne postoji deliminacija koji tip staništa se unutar poligona gdje nalazi i koju površinu zauzima, u daljnjim analizama svaki heterogeni poligon definiran je samo dominantnim tipom staništa kako bi se mogle izračunati površine. Shodno tome izračunata je površina svih heterogenih poligona unutar granica AOH.

5. Za svaki pojedinačni AOH napravljen je dodatno i pregled svih tipova staništa (kod sloja NKS1, NKS2, NKS3) koja se prema atributnoj tablici Karte staništa na tom AOH nalaze. Ovim korakom dobiven je detaljan popis svih staništa unutar AOH, a ne samo dominantnih tipova dobivenih u koraku 4.

3.1.4 Visinska rasprostranjenost riječne kornjače u Hrvatskoj i svijetu

Nadmorske visine za model dostupnih staništa za riječnu kornjaču.

U svrhu utvrđivanja visinske rasprostranjenosti riječne kornjače na području čitavog areala korištena je globalna podatkovna baza javno dostupnih opservacijskih podataka GBIF (eng. *global biodiversity information facility*) (GBIF, 2023). Sveukupno je pronađeno 2 150 pojedinačnih podataka opažanja riječne kornjače. Iz analiza distribucija nalaza prema nadmorskim visinama isključeni su nalazi iz država u kojima riječna kornjača nije prirodno rasprostranjena (Slika 2). Nadalje, isključeni su i nalazi sa nesigurnošću koordinata većom od 30 m te svi nalazi bez prostornih koordinata, kao i podaci iz Hrvatske (56 opažanja) da bi se izbjeglo ponavljanje identičnih opažanja nakon što je podacima dobivenim iz GBIF baze podataka pridodan podatkovni skup nalaza ovog istraživanja s područja Hrvatske (64 jedinstvena lokaliteta opažanja).

Nakon pročišćavanja podataka, ostalo je 988 nalaza kojima je u ArcGIS programu (v. 10, 7.1 ESRI) dodijeljena nadmorska visina topološkim upitom na sloju Global Digital Elevation Model (SRTM, eng. *shuttle radar topography mission*) s preciznošću 90 metara. Dodatno je iz daljnjih analiza isključeno šest ekstremnih vrijednosti nalaza iz Izraela, budući da su bili u geografskoj depresiji (od -279 mnm do -85 mnm). Zbog (ne)preciznosti SRTMa kojim je određena nadmorska visina nalaza 34 opažanja s nadmorskim visinama između -10 i 0 mnm, aproksimirane su na 0,1 mnm nakon provjere da se radi o otočnim i priobalnim lokalitetima (1 u Albaniji, 24 u Grčkoj, 6 u Izraelu, 1 u Crnoj Gori i 2 u Turskoj).

Finalni set od ukupno 982 opažanja, odabranih iz GBIF baze podataka i prikupljenih prilikom ovog istraživanja, nakon Shapiro-Wilkovog testa normalnosti distribucije varijable nadmorske visine ($\alpha = 0,001$), analiziran je Kruskal-Wallis neparametarskim testom ($\alpha = 0,05$) kako bi se utvrdilo razlikuje li se visinska distribucija kornjača u Hrvatskoj od ostalih zemalja u kojima dolazi uz dodatne post hoc višestruke usporedbe grupa Dunnovim testom s Bonferrony korekcijom (Kaps i

Lamberson, 2009). Dunnov test je neparametarski *post hoc* test koji omogućuje višestruke usporedbe između grupa, dok Bonferroni korekcija prilagođava p-vrijednosti kako bi se smanjila vjerojatnost lažno pozitivnih rezultata zbog višestrukog testiranja (Kaps i Lamberson, 2009). Također je napravljena opisna statistika seta visinskih opažanja riječne kornjače diljem područja prirodne rasprostranjenosti u Europi za dobivanje kriterija u modeliranju dostupnih staništa (AOH) za riječnu kornjaču u Hrvatskoj. Analize su provedene u softveru R (R Core Team., 2024) pomoću paketa tidyverse (Wickham i sur., 2019).

3.2 ZNAČAJKE POPULACIJE

Istraživanje populacijske biologije uključivalo je: i) terensko prikupljanje podataka; ii) procjenu brojnosti populacije na razini cijele Hrvatske te zasebno za svaki lokalitet; iii) izračun gustoće populacije na razini cijele Hrvatske te zasebno za svaki lokalitet; iv) analizu dobno-spolne strukture skupno i zasebno za svaki lokalitet (Majkovi, Konavosko polje).

3.2.1 Terensko prikupljanje podataka za procjene brojnosti

Terenska istraživanja riječne kornjače provedena su na dvije šire lokacije u Dubrovačko-neretvanskoj županiji, u Konavoskom polju te u naselju Majkovi, metodom ulovi-označi-ponovno ulovi (eng. *capture-mark-recapture*) u cilju procjene veličine populacije. Osnovni princip metode je da se dio populacije uzorkuje, uzorkovane jedinke se označavaju, potom se vraćaju u populaciju te se nakon nekog vremena populacija ponovo uzorkuje te se bilježi koliko je ulovljenih jedinki označeno u prošlom lovu. Ponovnim uzorkovanjem utvrđuje se odnos obilježenih i neobilježenih jedinki i procjenjuje veličina populacije. Što se više puta postupak primjeni, procjena je točnija. Temeljne pretpostavke metode su sljedeće (Heyer i sur., 1994): i) svaka jedinka ima jednaku vjerojatnost da bude ulovljena u n-tom uzorku bez obzira na to je li označena ili nije, kao i jednaku vjerojatnost preživljavanja; ii) između razdoblja uzorkovanja obilježene i neobilježene životinje se na svom staništu nasumično miješaju; iii) jedinke ne mogu izgubiti oznake između dva razdoblja uzorkovanja, a sve oznake na životinjama su uvijek dobro prepoznatljive; iv) vrijeme uzorkovanja je zanemarivo u odnosu na vrijeme između dva uzorkovanja.

Terensko istraživanje u tri lokve na području naselja Majkovi odrađeno je 2018. godine prilikom čega su na svakoj lokvi odrađena četiri lovna dana. Na svaku je lokvu postavljeno 10 vrša s mamcem te su ostavljene u vodi 24 h. Nakon toga su izvađene iz vode, ostavljene sat vremena na suhom i ponovno bačene u vodu čime je započeo novi lovni dan. Prilikom postavljanja vrše pazilo se da dio vrše uvijek viri djelomično van vode kako bi ulovljene kornjače mogle udahnuti zrak. Vrše su provjeravane svakih dva sata te su sve ulovljene kornjače vađene radi obrade, a vrše su vraćene natrag u vodu. Noću se vrše nisu dizale niti provjeravale, već je prva provjera bila u 8 h ujutro, a zadnja u 22 h. Kao mamac korišten je mesni narezak koji se po potrebi nadopunjavao. Sve jedinke ulovljene isti dan čuvane su u plastičnim posudama te su u lokvu vraćane tek nakon što su sve vrše izvađene van (22h) i nakon što je lov za taj dan bio gotov.

U Konavoskom polju korištena je slična metodologija lova, ali s malim izmjenama zbog drugačijeg tipa staništa i vremenskog rasporeda lova u skladu s ciljem izračunavanja vremenske dinamike brojnosti.

Na području Konavoskog polja uspostavljen je poligon površine 10 ha koji je obilažen prilikom ulovi-označi-ponovno ulovi metode. Poligon se sastojao od kanala za navodnjavanje u dužini od 1 200 metara, šest lokvi koje se nalaze u neposrednoj blizini kanala ili su povezane s njime te kopnenog staništa oko lokvi i kanala. Kanal za navodnjavanje se puni rijekom Ljutom te protok vode kroz njega kontroliraju Hrvatske vode, ali je u periodu istraživanja bio uvijek pun. Sve lokve koje su dio poligona su antropogenog postanka te ih je lokalno stanovništvo iskopalo u svrhu navodnjavanja. Voda je u lokvama prisutna tijekom cijele godine. Populacijska istraživanja na području Konavala izvršena su tijekom 2013., 2015. (dva izlaska), 2017. i 2018. godine, tijekom pet terenskih izlazaka, svaki u trajanju od četiri dana. Lovni napor prilikom svakog terenskog izlaska bio je ujednačen. Za razliku od lova u Majkovima, na svakoj lokvi postavljene su po dvije vrše, a ulovljene životinje nisu se zadržavale do sljedećeg lova, već nakon obrade odmah puštale na mjesto ulova. Također se cijeli dio kanala koji je unutar poligona prolazio svaka dva sata te su u njemu kornjače lovljene ručnom mrežicom.

Svaka ulovljena jedinka riječne kornjače bila je:

- označena različitim kombinacijama ureza na marginalnim pločicama karapaksa (Slika 17, Slika 19). Urezi su se radili turpijama različitih veličina i debljina (Glenos, 2013).
- izvagana radi utvrđivanja mase (W);

- detaljno izmjerena pomičnom mjerkom s točnošću od 0,1 mm u svrhu utvrđivanja 17 morfometrijskih mjera (Tablica 2, Slika 18, Slika 20);
- izvagana digitalnom vagom s preciznosti 0,1 g;
- određena je dobno-spolna skupina prema sekundarnim spolnim karakteristikama. Jedinke koje su imale ravan plastron, kraći i tanji rep klasificirane su kao ženke, a jedinke s konkavnim plastronom, dužim i debljim repom kao mužjaci prema Rifai i Amr (2004). Ako je dužina ravne linije karapaksa (SCL) bila ispod 100 mm jedinka je klasificirana kao juvenilna, a iznad 100 mm kao odrasla prema Ayaz i Budak (2008). Ako je bilo moguće odrediti spol na navedeni način za životinje manje od 100 mm informacija je zabilježena kao upitna te se provjeravala kasnije temeljem morfometrijskih značajki s obzirom na to da su Rifai i Amr (2004) dobno-spolne karakteristike mjerili za životinje iznad 80 mm;
- nakon označavanja fotografirana sa svih strana zbog identifikacije kod ponovnog ulova.

Tablica 2. Kratice i objašnjenja morfometrijskih mjera koje su uzimane riječnoj kornjači u sklopu ovog doktorskog rada.

Kratice morfometrijske mjere	Objašnjenje i engleski naziv mjere
SCL	ravna dužina karapaksa, eng. <i>straight carapace length</i>
CCL	zakrivljena dužina karapaksa, eng. <i>curved</i>
MCW	širina karapaksa na sredini tijela, eng. <i>mid-body carapace width</i>
MaxCW	maksimalna širina karapaksa, eng. <i>maximal carapace width</i>
WV2, WV3, WV4	širina vertebralnih skuta, eng. <i>vertebral scutes width</i>
MPL	dužina plastrona na sredini tijela, eng. <i>plastron length</i>
MaxPL	maksimalna dužina plastrona, eng. <i>maximal plastron length</i>
PW6	širina plastrona na šestoj marginalnoj pločici, eng. <i>plastron width at 6th marginal plate</i>
MaxPW	maksimalna širina plastrona, eng. <i>maximal plastron width</i>
ANW	udaljenost analnih pločica, eng. <i>anal notch width</i>
SHMax	visina oklopa, eng. <i>shell height</i>
BL_R, BL_L	duljina mosta na bočnim stranama tijela, eng. <i>bridge length right and left</i>
VTT	duljina repa od nečisnice do vrha repa, eng. <i>vent to tail tip</i>
Rep_tot	duljina repa od analne pločice do vrha repa



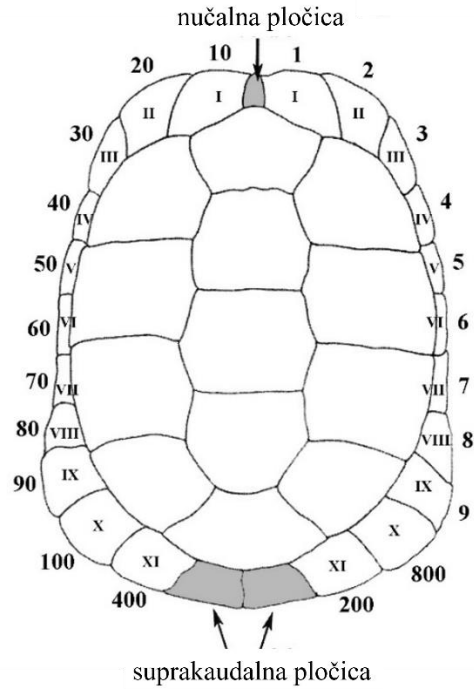
Slika 17. Označavanje riječne kornjače pomoću ručne turpije. Foto: Mladen Zadavec.



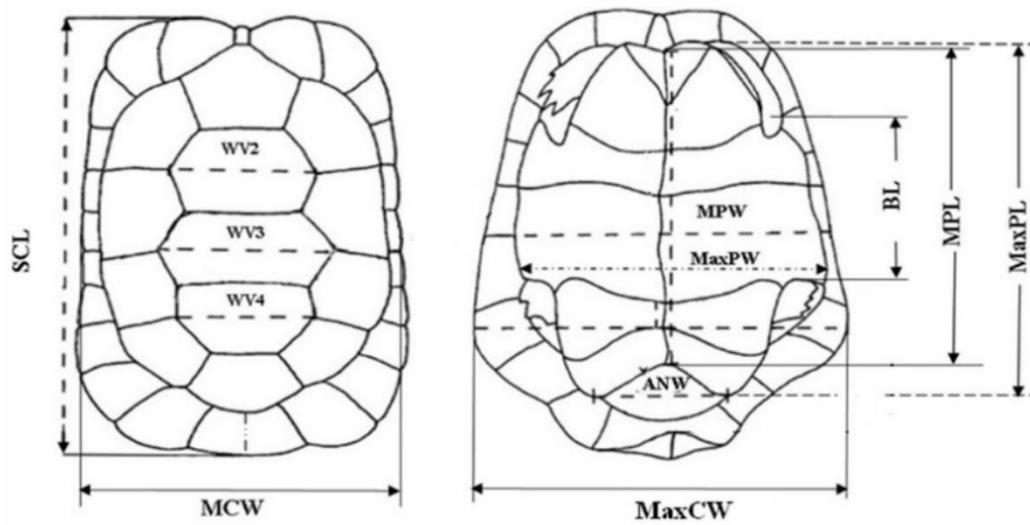
Slika 18. Mjerenje riječne kornjače pomoću digitalne pomične mjerke. Foto: Mladen Zadavec.

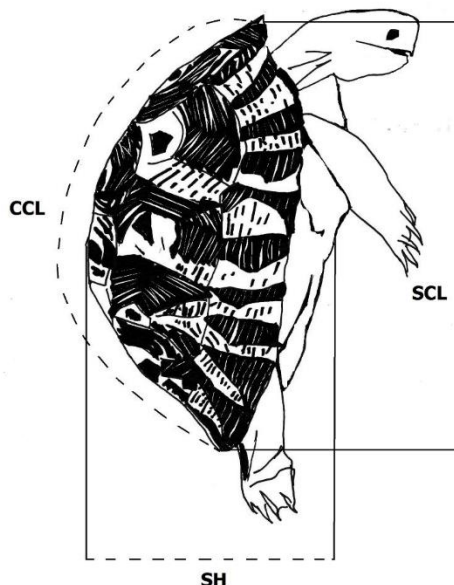
Prilikom procjene brojnosti u Konavoskom polju značajan broj jedinki između 80 i 100 mm imao je izražene sekundarne muške spolne karakteristike te su u svrhu procjene te populacije dobno spolne kategorije bile sljedeće:

- Mužjaci – ravna duljina karapaksa iznad 80 mm i izražene sekundarne spolne karakteristike
- Ženke – ravna duljina karapaksa iznad 100 mm i izražene sekundarne spolne karakteristike
- Mladunci – jedinke ispod 80 mm i jedinke između 80 i 100 mm koje nisu imale izražene sekundarne muške spolne karakteristike.



Slika 19. Sistem urezivanja trajnih brojčanih oznaka na oklop riječne kornjače. Kombinacijom ureza na lijevoj i desnoj strani marginalnih pločica plastrona svaka jedinka dobiva jedinstveni broj. Modificirano prema Glenos (2013).





Slika 20. Način uzimanja morfometrijskih mjera kod riječne kornjače. Značenje kratica opisano je u tablici 2. Modificirano prema Carretero (2005).

3.2.2 Analize populacijske dinamike i veličine populacija

Populacijska dinamika

Veličina populacije i populacijska dinamika kroz godine računata je uz pomoć programa MARK (Huggins, 1989), tj. koristeći RMark paket (Laake, 2013) u statističkom programu R.

Za analizu podataka s područja Konavoskog polja korišten je model za otvorene populacije, budući da su se istraživanja provodila četiri godine (2013., 2015., 2017., 2018.) dok je na području naselja Majkovi (zaselak Zabrežje i zaselak Prljevići) korišten model za zatvorene populacije, jer se radilo samo o jednoj godini istraživanja (2018.)

Kod modela za otvorene populacije, populacija može rasti ili opadati zbog imigracije, emigracije, rođenja i smrti između uzorkovanja. Otvoreni modeli omogućavaju računanje različitih populacijskih parametara između uzorkovanja (godina), kao što je pretpostavljeno preživljavanje jedinki, sezonska ili ukupna veličina populacije. Kod modela za zatvorene populacije, osnovna pretpostavka je da između uzorkovanja nema imigracije ili emigracije; populacija ostaje konstantna u pogledu broja jedinki i jedini demografski procesi koji se razmatraju su vjerojatnost ulova i

vjerojatnost ponovnih ulova. Zatvoreni modeli stoga omogućuju procjenu manjeg broja parametara, ali omogućavaju pouzdanu procjenu veličine populacije.

Za analize otvorene populacije na području Konavoskog polja korišten je Jolly-Seber (JS) model (Jolly, 1965; Seber, 1965), tj. prošireni Jolly-Seber (POPAN) model (Schwarz i Arnason, 1996). Modificirani model omogućuje procjenu dodatnih demografskih parametara u otvorenim populacijama.

Glavne komponente (demografski parametri) POPAN modela su:

- **ϕ (pretpostavljeno preživljavanje, eng. *apparent survival*)** – procjenjuje se vjerojatnost preživljavanja jedinki između dva uzorkovanja, s time da program ne može razlikovati jedinke koje su uginule od onih koje su emigrirale.
- **p (vjerojatnost ulova, eng. *capture probability*)** – procjenjuje se vjerojatnost ulova jedinki koje su još uvijek žive i prisutne u populaciji na istraživanom području.
- **pent (vjerojatnost ulaska, eng. *probability of entrance*)** – procjenjuje se vjerojatnost ulaska (imigracija, rođenje) novih jedinki u populaciju između dva uzorkovanja.
- **N (ukupna veličina populacije, eng. *population size*)** – procjenjuje se ukupan broj jedinki u populaciji.

Dodatno, iz pretpostavljenog preživljavanja RMark paket omogućuje izračun dužine zadržavanja jedinki u populaciji (Cook i sur., 1967), formulom:

$$\hat{e} = -\ln(\Phi)^{-1}$$

Pri čemu je:

\hat{e} – dužina zadržavanja jedinki u populaciji, eng. *residence*,

Φ – pretpostavljeno preživljavanje, eng. *apparent survival*.

Za analize zatvorenih populacija na području naselja Majkovi (zaselak Zabrežje i zaselak Prljevići) korišteni su zatvoreni modeli iz programa MARK (Huggins, 1989) koristeći paket RMark (Laake, 2013). Za zatvorene populacije, glavni demografski parametri su:

- **p (vjerojatnost ulova, eng. *capture probability*)** – vjerojatnost da će jedinka biti ulovljena tijekom uzorkovanja. Pod pretpostavkom da između uzorkovanja nema promjene u veličini populacije (tj. nema imigracije, emigracije, rođenja ili smrti).
- **c (vjerojatnost ponovnih ulova, eng. *recapture probability*)** – vjerojatnost da će jedinka koja je već označena biti ponovno ulovljena.
- **f (broj životinja koji nikada nije ulovljen, eng. *frequency/count of animals observed 0 times*)** – označava broj jedinki u populaciji koje nikada nisu bile uhvaćene.

U cilju dobivanja detaljnijeg uvida u faktore koji utječu na populacijsku dinamiku, bilo otvorenih ili zatvorenih populacija, potrebno je te faktore, tj. kovarijate uključiti u testiranje modela. Za otvoreni POPAN model definirana su dva kovarijata: vrijeme i dobno-spolna kategorija (eng. *sex* – ženka, mladunac, mužjak) te je u testiranim modelima: i) dozvoljeno da preživljavanje (ϕ) varira između dobno-spolne kategorije, vremena i na osnovu interakcija vrijeme×dobno-spolna kategorija; ii) dozvoljeno da vjerojatnost ulova (p) varira između dobno-spolne kategorije, vremena i na osnovu interakcija vrijeme×dobno-spolna kategorija; iii) dozvoljeno da vjerojatnost ulaska jedinki u populaciju (p_{ent}) varira između dobno-spolne kategorije i na osnovu vremena; iv) dozvoljeno da broj jedinki (N) varira između dobno-spolne kategorije.

Kod zatvorenih populacijskih modela osnovni model (M_0) podrazumijevao je fiksni parametar p . Pored toga napravljeni su modeli kod kojih je omogućeno da parametar p varira u odnosu na vrijeme (M_t) i to nezavisno u svakoj od sesija ulova ili linearno. Konačno, uključeni su i modeli kod kojih je bilo moguće pratiti odgovor životinja na hvatanje (b). Ovi modeli uključuju: i) model gdje su izračunati fiksni efekti parametara c i p (M_b); ii) model gdje je omogućeno da oba parametra variraju u zavisnosti od vremena ulova; iii) model u kojem parametar p zavisi od vremena i parametra c (M_{tb}).

Za odabir najboljeg modela prema Akaikeovom informacijskom kriteriju (AIC kriteriju), unutar skupine testiranih modela biran je model s najnižom AIC vrijednošću, dok se modeli s $\Delta AIC \leq 2$ također smatraju dobrim opcijama. Modeli s ΔAIC između dva i sedam imaju umjerenu potporu prilikom odabira, dok se modeli s $\Delta AIC > 7$ obično odbacuju (Cooch i White, 2002).

Za izračun brojnosti po dobno-spolnoj kategoriji (ženka, mladunac, mužjak) i po godinama (2013., 2015., 2017., 2018.) za otvorenu populaciju na području Konavoskog polja koristila se popan.derived funkcija (Burnham i Anderson, 2010).

Gustoća populacije

Gustoća populacije riječne kornjače izračunata je zasebno za svaki lokalitet (naselje Majkovi, Konavosko polje) te dodatno u zaselku Zabrežje posebno za obje lokve i skupno za obje lokve.

Gustoća jedan izračunata je uzimajući u obzir površinu vodnih tijela i procijenjenu brojnost populacije. U naselju Majkovi za površinu vodnih tijela uzimana je površina tri lokve, odnosno površina jedinih vodenih staništa na kojima je nađena riječna kornjača na tom području. Za Konavosko polje gustoća je računana samo za poligon na kojem se procjenjivala brojnost te je za površinu vodnih tijela uzeto šest lokvi i kanal duljine 1 200 m koji se nalaze unutar poligona. Za brojnost populacije na području Konavoskog polja uzeta je veličina zadnje godine istraživanja (2018.), a za brojnosti u naselju Majkovi zbrojena je procjena brojnosti u zaselku Prljevići te zajednička procjena brojnosti na dvije lokve u zaselku Zabrežje. Gustoća dva računana je na isti način, samo se za površinu nije uzimala površina vodnih tijela, već površina AOH svakog lokaliteta.

Formula za gustoću populacije je sljedeća:

$$\text{Gustoća populacije} = \frac{N}{Pv}$$

Pri čemu je:

N – brojnost populacije,

Pv – površina vodnih tijela / površina AOH izražena u hektarima.

3.2.3 Analize morfometrije i dobno spolne strukture

Podaci dobiveni morfometrijskim mjerenjima analizirani su korištenjem softvera R (ver. 4.3.3.) (R Core Team., 2024) i alata paketa tidyverse (Wickham i sur., 2019). Testirana je statistička distribucija podataka Shapiro-Wilk testom ($\alpha = 0,001$). Za testove razlika između spolova, dobnih

struktura, lokaliteta te godina uzorkovanja pri normalno distribuiranim podacima korištena je analiza varijance s *post hoc* testom višestrukih usporedbi, odnosno, Kruskal-Wallis H testom ($\alpha = 0,05$) uz Dunnov test, neparametarski *post hoc* test koji omogućuje višestruke usporedbe između grupa podataka koji nemaju normalnu distribuciju. Korelacije i značajnost koeficijenata prikazane su u korelacijskoj matrici uz pomoć R paketa Hmisc (E. Harrell Jr. i Dupont, 2024) i ggcorplot (Kassambara i Patil, 2023). Uzročno-posljedični odnosi mjerenih karakteristika testirani su jednostavnim i mnogostrukim regresijskim modelima. Za interaktivne prikaze regresijskih modela korišten je paket ggiraphExtra (Moon, 2024).

Uz dobno-spolnu strukturu populacija temeljem modela procjene brojnosti populacija u slučajevima u kojima model to omogućava, definirana je dobno-spolna struktura temeljem analiziranih morfometrijskih mjera.

3.3 ZNAČAJKE REPRODUKCIJSKE BIOLOGIJE

Ovim dijelom istraživanja prikupljani su osnovni podaci o reprodukciji riječne kornjače uključujući vremensko razdoblje polaganja jaja, broj položenih jaja po ženki, energetska utrošak ženke u leglo te uspjeh inkubacije pri zadanim uvjetima.

Istraživanje reprodukcije uključivalo je: i) terensko prikupljanje podataka; ii) rad u laboratoriju s uzorcima; iii) analizu reproduktivnih karakteristika.

3.3.1 Terensko prikupljanje podataka

Tijekom 2014., 2015., 2017., 2018., 2023. i 2024. godine na tri su lokaliteta (Konavosko polje, zaselak Zabrežje, zaselak Prljevići) izvršena terenska istraživanja u svrhu prikupljanja gravidnih ženki u periodu kada bi ženke trebale biti gravidne, a to je prema literaturi svibanj i lipanj (Ayaz i Čiçek, 2011). U vodena staništa na spomenutim lokacijama postavljane su vrše s mamcem, koje su u vodi stajale 72 sata kako bi se ulovio čim veći broj ženki. Vrše su djelomično virile van vode, a provjeravane su svaka dva sata. Ulovljene ženke spremene su u plastične posude, dok su mužjaci i juvenilne jedinke odmah puštani natrag u vodno tijelo. Godine 2014. sve ulovljene ženke odvedene su u veterinarsku stanicu u Dubrovniku na rendgensko snimanje, a u 2023. godini korišten je prijenosni rendgenski uređaj kako bi se provjerila prisutnost jaja u tijelu. Godine 2015., 2017. i

2018. nije bilo moguće dogovoriti rendgensko snimanje te su se od svih ulovljenih jedinki izabrale samo one ženke mase iznad 600 grama, a sve ostale su vraćene u prirodu na mjesto ulova. Sve ženke kojima je rendgenom pokazana prisutnost jaja ili koje su težile iznad 600 g onih godina kada se nije radilo rendgensko snimanje, odvedene su u Zoološki vrt grada Zagreba na polaganje jaja. Rendgensko snimanje nema negativnog utjecaja na jaja (Gibbons, 2023).

U Zoološkom vrtu ženke su smještene u posebne prostorije, još jednom izvagane te su im uzete morfometrijske mjere opisane u tablici 2. Svaka je ženka pojedinačno smještena u posebno pripremljen terarij označen brojčanim kodom ženke koja se u njemu nalazila. Svaki terarij bio je opremljen na način da zadovoljava minimalne standarde držanja slatkovodnih kornjača. Iznad terarija nalazila se rasvjeta koja je omogućavala sunčanje kornjačama i regulaciju tjelesne temperature, a unutar terarija je bio vodeni i suhi dio. Suhi se dio sastojao od kamena položenog u vodu te kutije ispunjenje pijeskom dubine 10 cm kako bi ženke mogle zakopati jaja nakon polaganja (Slika 21). Kornjače su hranjene sirovim mesom i biljem svaka dva dana i sve su ženke držane pod istim uvjetima.

Djelatnici Zoološkog vrta svako su jutro pažljivo pregledavali pijesak ne bi li pronašli položena jaja. Dodatno su svako jutro i vagali ženke ne bi li vidjeli promjenu u masi koja bi im ukazivala na polaganje jaja. Masa ženki u laboratoriju mjerena je svaki dan sve do polaganja jaja kada je zadnji put izmjerena. Zapisan je datum dolaska ženki u laboratorij te datum polaganja jaja i broj jaja.



Slika 21. Terarij za privremeni smještaj gravidnih ženki riječne kornjače Zoološkom vrtu grada Zagreba. Foto: Ana Štih Koren.

Nakon polaganja jaja, svako je gnijezdo premješteno u zasebnu plastičnu posudu te položeno na navlaženi supstrat od vermikulita, s omjerom vermikulita i vode 1 : 0,9. Svaka plastična posuda označena je kodom ženke, a svako jaje pripadajućim brojem od 1 do n, gdje broj n označava broj položenih jaja jedne ženke (Slika 22). Posuda s jajima čuvana je u inkubatoru, na temperaturi od 26 °C te vlazi od 60 do 90 % pogodnoj za uzgoj gmazova (Slika 23). Svakih sedam dana jaja su vagana digitalnom vagom preciznosti 0,01 g te su za svako jaje digitalnom pomičnom mjerkom preciznosti 0,01 mm zabilježene i sljedeće mjere: duljina jaja, širina jaja (mjerena na najširem dijelu jaja). Ako bi se na nekim jajima pojavila plijesan, ona bi se uklonila kako se zdrava jaja ne bi ugrozila.



Slika 22. Označena jaja riječne kornjače na supstratu vermikulit. Foto: Ana Štih Koren.



Slika 23. Inkubator s posudama s jajima riječne kornjače. Foto: Ana Štih Koren.

Nakon izlijeganja mladunaca za svakog je zapisano vrijeme trajanja inkubacije te je izvagan digitalnom pomičnom mjerkom preciznosti 0,01 mm te izmjeren pomičnom mjerkom preciznosti 0,01 mm. Dodatno, morfometrijske mjere opisane u tablici 2 izmjerene su za svakog mladunca. Nakon mjerenja sve juvenilne jedinice premještene su u već pripremljene terarije pri čemu su sve jedinice istog gnijezda smještene u zajednički terarij. Svako jaje koje nije izlegnuto je otvoreno, kako bi se provjerilo je li bilo oplođeno ili ne. Ako unutar jajeta nije bilo mrtvog mladunca ili zametka smatralo se neoplođenim. Svi su mladunci čim je to bilo moguće, zajedno sa ženkama, vraćeni na lokacije na kojima su ženke uzorkovane.

3.3.2 Statističke analize

Za sve mjerene karakteristike (Tablica 3) izračunata je deskriptivna statistika te testovi normalnosti. Za utvrđivanje potencijalnih razlika među grupama (lokaliteti, godine lova) za normalno distribuirane podatke korištena je jednostruka analiza varijance (ANOVA). Ispitane su korelacije

($\alpha = 0,05$) te su testirani jednostavni i složeni regresijski linearni modeli za utvrđivanje uzročno-posljedičnih veza među varijablama.

Sve analize rađene su u statističkom programu R (ver. 4.3.3.) (R Core Team., 2024) paketom *tidyverse* (Wickham i sur., 2019), dok su datumske varijable analizirane pomoću paketa *lubridate* (Grolemund i Wickham, 2011). Istražene korelacije varijabli i značajnost koeficijenata prikazane su u korelacijskoj matrici uz pomoć R paketa *Hmisc* (E. Harrell Jr. i Dupont, 2024) i *ggcorplot* (Kassambara i Patil, 2023). Za interaktivne prikaze regresijskih modela korišten je paket *ggiraphExtra* (Moon, 2024).

Tablica 3. Karakteristike mjerene za ispitivanje reproduktivne biologije riječne kornjače u Hrvatskoj.

Varijabla	Objašnjenje
SCL ženke	veličina ženke – ravna dužina karapaksa
masa ženke prije polaganja jaja	/
masa ženke nakon polaganja jaja	/
gubitak mase ženke nakon polaganja jaja	masa ženke prije polaganja jaja minus masa ženke nakon polaganja jaja
veličina gnijezda	broj jaja u gnijezdu
masa gnijezda	ukupna masa svih jaja u gnijezdu
masa jajeta po gnijezdu	/
relativna masa gnijezda, RCM	
efektivna relativna masa gnijezda, EFCM	
duljina jaja	
širina jaja	
volumen jaja	
trajanje inkubacije	
SCL mladunca	ravna dužina karapaksa
masa mladunca nakon izlijevanja	/
ukupna masa mladunaca po gnijezdu	/

Za izračun volumena jaja korištena je formula za volumen elipsoida:

$$V = \frac{\pi}{6} d \check{s}$$

Pri čemu je

V – volumen jaja,

d – duljina jaja,

š – širina jaja.

Dodatno, izračunate su i relativna masa gnijezda (RCM, eng. *relative clutch mass*) i efektivna relativna masa gnijezda (EFCM, eng. *effective relative clutch mass*). RCM označava vrijednost ulaganja vrste u reprodukciju, ali i teret koji ženka podnosi tijekom reprodukcije. Računa se kao omjer mase gnijezda i mase ženke nakon polaganja jaja. Visoke RCM vrijednosti ukazuju na visoku reproduktivnu investiciju, odnosno značajan energetski trošak za ženku. Razina RCM koja se smatra "visokom" može varirati ovisno o vrsti kornjača i ekološkom kontekstu, ali vrijednosti iznad 0,2 (20 %) ukazuju na visoko reproduktivno ulaganje (Congdon i Gibbons, 1985).

EFCM računa se kao omjer umnoška srednje mase mladunaca i veličine gnijezda i mase ženki nakon polaganja jaja i također se može primjenjivati kao pokazatelj energetskog ulaganja ženki u potomstvo tijekom razmnožavanja (Crnobrnja-Isailović i Aleksić, 2004).

Uspjeh inkubacije računao se kao broj živih izlegnutih mladunaca podijeljeno s brojem oplodjenih jaja. Sva jaja koja su uočena kao razlika između broja jaja opaženih rendgenskom dijagnostikom i položenih jaja, smatrana su (slučajno) uništena od strane ženke prilikom polaganja jaja. Sva jaja uništena pri polaganju ili pri inkubaciji, jaja sa zaustavljenim razvojem i uginućem ploda tijekom inkubacije te ne izlegnuta jaja nakon 150 dana sa vidljivim uginulim plodom ubrojena su pod neuspješnu inkubaciju.

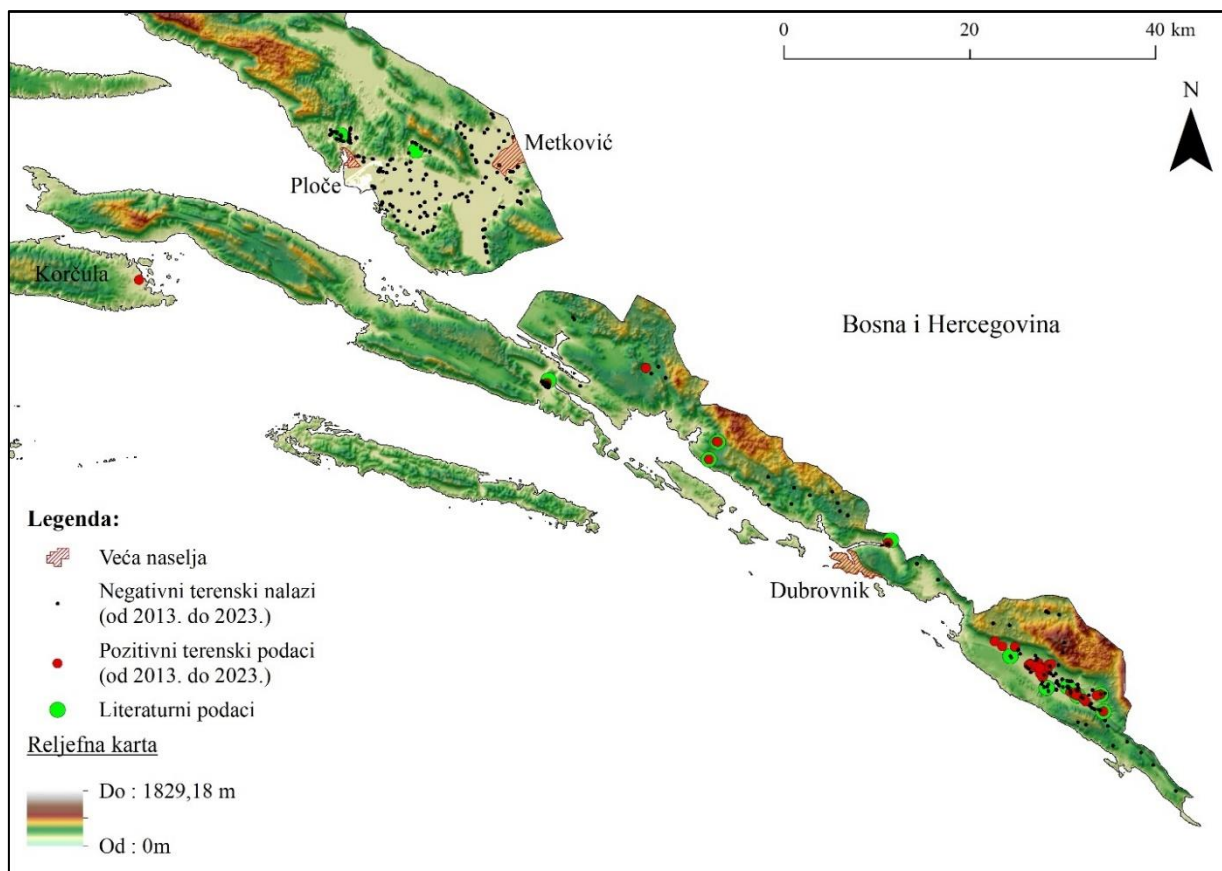
4. REZULTATI

4.1 RASPROSTRANJENOST I STANIŠTA

4.1.1 Rasprostranjenost riječne kornjače u Hrvatskoj

Pregledom 60 stručnih i znanstvenih referenci (pogledati literaturni pregled poglavlje 2.2.1.) s opservacijskim informacijama (diplomski radovi, stručni izvještaji, znanstveni radovi, kongresna priopćenja) od 1864. do 2023. godine nalazi riječne kornjače u Hrvatskoj spominju se za devet geografski odvojenih područja. To su: Zadar, Baćinska jezera, područje Neretve, tri naselja u Dubrovačkom zaleđu (Lisac, Podimoč, Majkovi), Stonsko polje, Rijeka dubrovačka (Ombla) i Konavosko polje s nižim obroncima Sniježnice (rijeka Konavočica, Kopačica i Ljuta, naselje Vitaljina i naselje Zastolje). Dodatno je temeljem referenci kontaktirano petero istraživača herpetofaune tog područja.

Distribucijska istraživanja trajala su od 2023. do 2019. godine prilikom čega je u sklopu 48 terenskih dana obišeno 318 mikrolokacija po cijeloj Dubrovačko-neretvanskoj županiji (Slika 24). Riječna je kornjača zabilježena na pet geografski odvojenih područja: Stonsko polje, naselje Lisac, naselje Majkovi, naselje Komolac pored rijeke Omble, Konavosko polje sa zaleđem, a dodatno je dojavljen i nalaz s otoka Korčula. Na ostalim povijesnim područjima spomenutim u literaturi (Baćinska jezera, područje Neretve) riječna kornjača nije zabilježena.



Slika 24. Prikaz rasprostranjenosti riječne kornjače u Hrvatskoj usporedbom lokaliteta poznatih iz literature (1840. – 2020.) i podataka prikupljenih ovim istraživanjem (pozitivni i negativni terenski nalazi u periodu 2013. – 2023.).

Baćinska jezera

Dok za barsku kornjaču na ovom lokalitetu postoji veći broj referenci, za riječnu kornjaču u Crvenoj knjizi jedina referenca odnosi se na nalaz primljen usmenom komunikacijom (J. Haleš). Tijekom 2018. godine kontaktom s Halešom utvrđeno je da se radi o opservacijskom nalazu iz druge ruke koji se odnosi na jednu jedinku uočenu 80-tih godina 20. stoljeća. Jedinka je uočena među mnoštvom barskih kornjača u vodi u malenome jezeru istočno od Baćinskih jezera, među lokalnim stanovništvom poznatome kao "Lokvenica". Za područje Baćinskih jezera ne postoji fotografija ni uzorak jedinke.

Tijekom 2018. i 2019. godine dva puta su posjećena Baćinska jezera i obližnje jezero Lokvenica te obišeno 30 mikrolokacija, ali riječna kornjača nije bila zabilježena.

Neretva

Najstarije opažanje riječne kornjače s područja Neretve odnosi se na usmene informacije dr. sc. Bogdanovića citirane u (2015). Dr. sc. Tomislav Bogdanović kontaktiran je sredinom 2016. i početkom 2018. godine te je prema njegovim iskazima riječne kornjače zapazio 1989. godine na nekoliko lokacija: okolica jezera Desne, izvor Vištica i potok u blizini HEP postrojenja. Jednu jedinku je ulovio te postoji fotografija izuzete životinje. Drugi podatak opažanja postoji iz 2012. godine kada je dr. sc. Dušan Jelić zabilježio jednu jedinku koja se navodi u Jelić i sur. (2012b) te se nakon razgovora s njim dobila informaciju da je viđena dalekozorom u blizini sela Borovci, nedaleko od izvora Vištica. Mikrolokacija je detaljno istražena i od vodenih kornjača ulovljena je samo crvenouha kornjača, *Trachemys scripta*, dok je detaljnim pregledom (136 mikrolokacija) ostatka područja Neretve tijekom 2016. i 2019. godine zabilježena prisutnost samo barskih kornjača.

Stonsko polje

Iskazi lokalnog stanovništva i intervjuiranih istraživača (J. Haleš) te video uradci Češkog saveza zaštitara prirode iz 80-tih godina, na kojima se može vidjeti veliki broj jedinki kako se sunča na obalama kanala potvrđuju veliku brojnost riječnih kornjača koju je prvi zabilježio Schreiber 1912. godine. Prema neobjavljenim izvještajima Udruge Hyla (Ššalamon, 2005, 2006a, 2007, 2008) u periodu od 2004. do 2008. na području Stonskog polja u šest slatkovodnih kanala, zabilježeni su pojedinačni malobrojni primjerci riječne kornjače, a u bočatim kanalima pored stonske solane jedinke nisu zabilježene. Prema intervjuu (D. Ššalamon) od 2008. pa sve do 2017. godine Stonsko polje više nije posjećivano te se u Crvenoj knjizi vodozemaca i gmazova Hrvatske spominje da je populacija u Stonskom polju na rubu izumiranja, jer dugi niz godina nije viđena niti jedna jedinka (Jelić i sur., 2015). Jedinke su 2007. godine fotografirane i izuzete iz prirode te smještene u Zoološki vrt u Zagrebu.

Tijekom izrade ovog rada 2017., 2018., 2023. i 2024. godine detaljno su istražena sva slatkovodna i bočata staništa u Stonskome polju (25 mikrolokacija odabranih temeljem intervjua i literature) i riječna kornjača pronađena je samo na jednoj mikrolokaciji, slatkovodnome kanalu s izvorom vode. Kanal je u potpunosti obrastao u vegetaciju, ima jako malo slobodne površine vode, a okružen je napuštenim i zaraslim livadama.

U pet terenskih izlazaka na područje Stonskog polja uhvaćeno je ukupno šest jedinki (četiri odrasle ženka, jedan odrasli mužjak te jedan subadultni mužjak). Tijekom 2017. tri jedinke, tijekom 2018. dodatne tri, a na ostala tri izlaska (2022., 2023., 2024.) niti jedna jedinka.

Dubrovačko zaleđe

Prema literaturnim navodima riječna kornjača u Dubrovačkom zaleđu dolazi samo u naselju Majkovi gdje naseljava tri lokve – dvije u zaselku Zabrežje i jednu u zaselku Prljevići. Vrsta je ovim istraživanjem potvrđena na sve tri lokacije.

Literaturni nalazi riječne kornjače iz dvije lokve u zaselku Zabrežje spominju se tek 2007. godine (Šalomon i Šilić, 2007), iako se prema intervjuima (J. Haleš) za postojanje riječne kornjače na tom lokalitetu u stručnoj zajednici znalo od kraja 1970-ih. Također lokalno stanovništvo svjedoči da je kornjača u njihovim lokvama prisutna od kad im sežu sjećanja.

Za razliku od dvije lokve u zaselku Zabrežje u kojima su kornjače prisutne oduvijek, kornjače su u lokvu u zaselku Prljevići unesene 1997. godine (usmena komunikacija J. Haleš) uz dozvolu tadašnjeg Ministarstva. Prvotnim unosom uneseno je sedam jedinki riječne kornjače, a trenutnim istraživanjima zabilježeno je devet odraslih jedinki i četiri mladunca stara godinu dana.

Osim u zaselak Prljevići kornjače su unesene krajem 90-ih i početkom 2000-ih na još nekoliko lokacija diljem Dubrovačko-neretvanske županije (usmena komunikacija, J. Haleš) (Tablica 4).

Tablica 4. Kornologija unosa riječne kornjače u vodna tijela na području Dubrovačkog zaleđa izrađena temeljem intervjua s J. Halešom.

Lokacija unosa	Godina introdukcije	Broj unesenih jedinki	Podrijetlo unesenih jedinki
Lisac	1996	5	Stonsko polje
	1997	3	Majkovi
Podimoč	1997	4	Stonsko polje
	2001	2	Majkovi
Prljevići (Majkovi)	1997	3	Majkovi
	2001	4	Majkovi
Vrbica (Majkovi)	1996	3	Majkovi
	1997	1	Majkovi
Trsteno	1995	3	Majkovi
Mikulići (Konavle)	2003	4	Majkovi
Vitaljina (Konavle)	2003	4	Majkovi

Od svih ostalih lokacija na kojima je riječna kornjača u prošlosti unesena, ovim je istraživanjem potvrđena još samo na jednoj lokaciji, u lokvi u naselju Lisac, u koju je tijekom 1996. i 1997. godine uneseno osam jedinki. Tijekom prvog izlaska na teren (2018.) u naselje Lisac uhvaćene su i označene samo dvije jedinke. Prilikom sljedeća dva izlaska (2023., 2024.) jedinke se više nisu hvatale, ali viđena je oba puta minimalno jedna jedinka kako pliva u lokvi.

Izuzev četiri lokve iz naselja Majkova i lokve u naselju Lisac, na području Dubrovačkog zaleđa i južnog dijela otoka Pelješca posjećeno je još 12 lokvi, no niti na jednoj riječna kornjača nije zabilježena.

Osim ulovljenih jedinki na vodnim tijelima, pronađeno je i desetak gnijezda, tj. iskopanih rupa s ljuskama jaja riječnih kornjača u zaselku Zabrežje i zaselku Prljevići tijekom 2018. i 2023. godine. Utvrđeno je da jaja polažu na malim poljoprivrednim zemljištima, točnije aktivnim i napuštenim vrtovima i vinogradima, krumpirištima i livadama, maksimalno 50 metara udaljenima od lokvi.

Rijeka dubrovačka

Prema iskazima lokalnog stanovništva, 1960-ih riječna kornjača je redovito u velikim brojevima viđana na obalama otočića Blato te je ulazila i u ribolovne vrše. Na otoku je tada postojala velika lokva, promjera ~20 m, koju su, pretpostavljam, kornjače također nastanjivale. Nakon posjeta

otočiću 2018. godine, opaženo je da je lokva u podmaklom stadiju sukcesije. Imala je samo ~30 cm vode, gusti sloj mulja i u potpunosti je bila prekrivena visokom, močvarnom vegetacijom. Dodatno, cijeli je otok Blato bio neprohodan i zarastao u grmlje i močvarnu vegetaciju te ne predstavlja niti povoljno stanište za polaganje jaja. Prema riječima mještana, riječna je kornjača do početka 90-tih bila redoviti stanovnik Rijeke dubrovačke u okolici otočića Blato, nakon čega ju lokalno stanovništvo počinje rjeđe primjećivati.

Tijekom ovog istraživanja ukupno je posjećeno 15 mikrolokacija na području Rijeke dubrovačke i Omble pri čemu je riječna kornjača zabilježena na jednom lokalitetu, u naselju Komolac, na malom poljoprivrednom zemljištu s kanalićem i malom lokvom (3 x 3 m), koje se nalazi nasuprot otoka Blato. Ukupno su pronađene tri jedinke tijekom četiri terenska izlaska. Tijekom 2018. godine uhvaćena je odrasla ženka, a 2019. godine zabilježena je nova odrasla ženka pored lokve te jedna odrasla jedinka u kanaliću pored. Naredna dva izlaska jedinke više nisu viđene na toj lokaciji.

Nakon pronalaska jedinki, od lokalnog je stanovništva dobivena informaciju da su tijekom 2015. godine iz naselja Majkova riječne kornjače premještene u Rijeku dubrovačku, kako bi se pomoglo u sprječavanju izgradnje tada aktualne hidroelektrane. Ne zna se broj jedinki, niti starosne kategorije, niti točna lokacija premještaja pa se ne može sa sigurnošću tvrditi da su to jedinke koje su pronađene tijekom ovog istraživanja, ali postoji velika vjerojatnost da se radi o istim jedinkama.

Urbanizacijom i neplaniranom gradnjom, danas je izgubljen veliki dio nekadašnjeg zamočvarenog područja koje je pogodno stanište za riječnu kornjaču. Također je lokva na otoku Blato, koja je bila stanište riječne kornjače, 90-ih godina u potpunosti nestala (Šalamon i Štih, 2019).

Konavosko polje sa zaleđem obronaka Sniježnice

Tijekom ovog istraživanja posjećeno je 100 mikrolokacija na području Konavala pri čemu je riječna kornjača zabilježena na njih 40. Na području Konavala riječna kornjača bilježena je u tekućici (rijeka Konavočica cijelim tokom), kanalima za navodnjavanje i melioraciju te 26 stalnih lokvi u Konavoskom polju i nižim dijelovima obronaka Sniježnice. Nalazi riječne kornjače prostiru se od južnog dijela Konavoskog polja do sjeverozapadnog dijela Konavoskog polja, sjeverozapadno od ponora konavoskih rijeka s izvodnim tunelom u Jadran u Pasjaču.

Na području Konavoskog polja u ovom istraživanju pronađeno je samo jedno gnijezdo slatkovodne kornjače, na nasipu kanala za navodnjavanje (Štih, 2015), dva metra udaljeno od obale kanala, no determinacija od koje vrste nije bila uspješna.

Ovim istraživanjem riječna kornjača nije pronađena u rijeci Ljutoj i Kopačici. Rijeka Kopačica posjećena je u srpnju i listopadu i veliki dio riječnog korita bio je tijekom oba posjeta suh. Voda se zadržavala samo na određenim mjestima i stvarala plitke lokve maksimalne dubine 0,5 m, u kojima je ulovljena samo druga vrsta slatkovodne kornjače, barska kornjača. U kanalima koji utječu u rijeku Kopačicu ili su u njenoj blizini viđene su i barske i riječne kornjače, tako da je vrlo vjerojatno da riječna kornjača, poput barske kornjače ulazi i u korito rijeke Kopačice dok ono ima vode.

Tok Ljute vrlo je brz i hladan te samim time nepovoljan za život slatkovodnih kornjača. Tok se u sredini konavoskog polja, prije poniranja malo smiruje, ali niti na tom mjestu, kao niti na ostatku rijeke, nije zabilježena riječna kornjača. U svrhu provjere vjerodostojnosti nalaza, kontaktirani su autori izvještaja u kojem se spominje nalaz na rijeci Ljutoj (Tvrtković i Veen, 2006) pri čemu je potvrđeno da nalazi potječu iz rijeke Ljute, ali u blizini utoka rijeke Konavočice u Ljutu. U Konavočici u blizini utoka u Ljutu u ovom su istraživanju zabilježene riječne kornjače, dok su na samom utoku Konavočice u Ljutu u ovom istraživanju zabilježene samo barske kornjače.

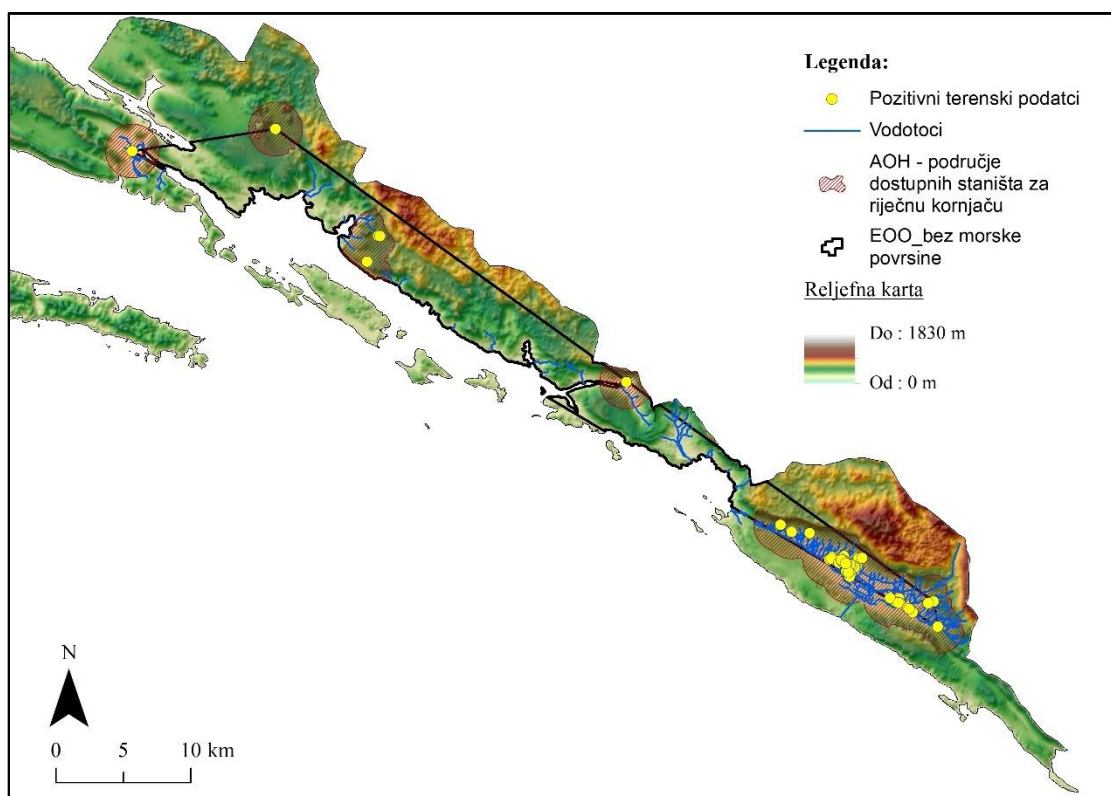
Korčula

Iako otok Korčula nije bio predmet ovog istraživanja budući da riječna kornjača ne nastanjuje jadranske otoke, tijekom 2018. godine 1 km južno od grada Korčula, u polju u lokvi veličine 19 x 23 m, okruženoj poljoprivrednim zemljištima te livadama koje se više ne održavaju te polako zarastaju u grmlje, pronađena je jedna odrasla ženka riječne kornjače. Jedinku su pronašli mještani te su dojavili nalaz Udruzi Hyla. Kornjača je iz lokve izvađena van te nije uzimana u obzir pri izradi karti područja staništa i analizi staništa.

Prema terenskim istraživanjima tijekom 2017., lokva u kojoj je nađena riječna kornjača, jedina je lokva na otoku u kojoj se nalaze autohtone kornjače. Uz barsku kornjaču koja je prema iskazima lokalnog stanovništva u toj lokvi prisutna više od 70 godina, ovaj primjerak bio je jedina jedinka riječne kornjače zabilježena 2018. godine.

4.1.2 Područje staništa (AOH)

Nakon izrade konačne karte AOH vidljivo je da je riječna kornjača u Hrvatskoj prisutna na pet geografski izoliranih područja (Slika 25). Iako se između tih područja nalaze pogodna vodna tijela (prvenstveno lokve), prisutnost riječne kornjače u njima nije utvrđena. Zbog međusobne izoliranosti tih pet područja i ograničenja migracije i komunikacije riječne kornjače među njima, iste se mogu smatrati subpopulacijama: subpopulacija na području Stonskog polja, subpopulacija na području Lisca, subpopulacija na području Majkova, subpopulacija s Rijeke dubrovačke i subpopulacija iz Konavala. Subpopulacije definirane na temelju izoliranosti raspravit će se na temelju rezultata procjene populacijskih karakteristika kornjača na svakoj od tih lokacija i povijesnih nalaza kako bi se utvrdilo radi li se o izvornim i vijabilnim populacijama.

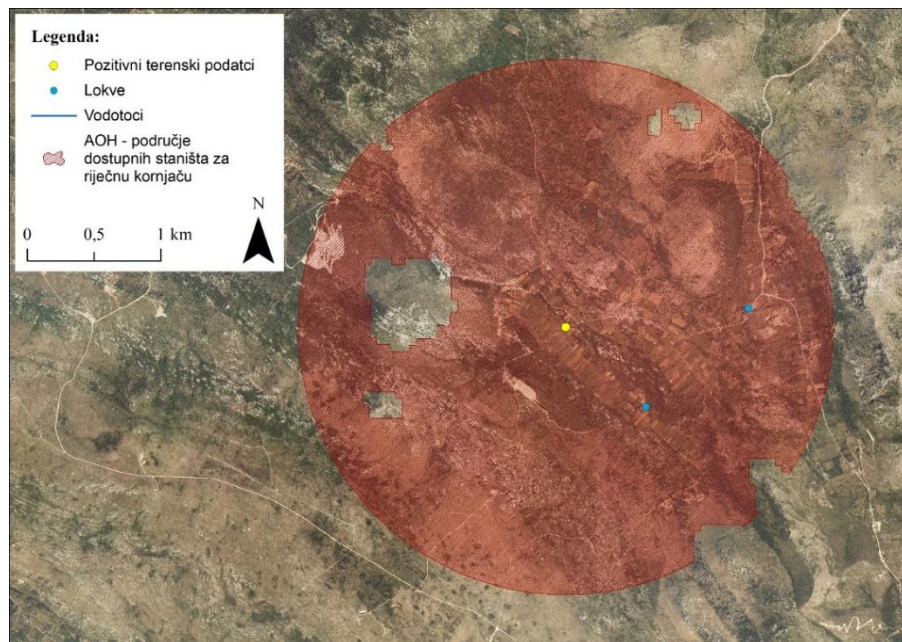


Slika 25. Prikaz obima pojavljivanja (EOO) i područja dostupnih staništa (AOH) riječne kornjače u Hrvatskoj.

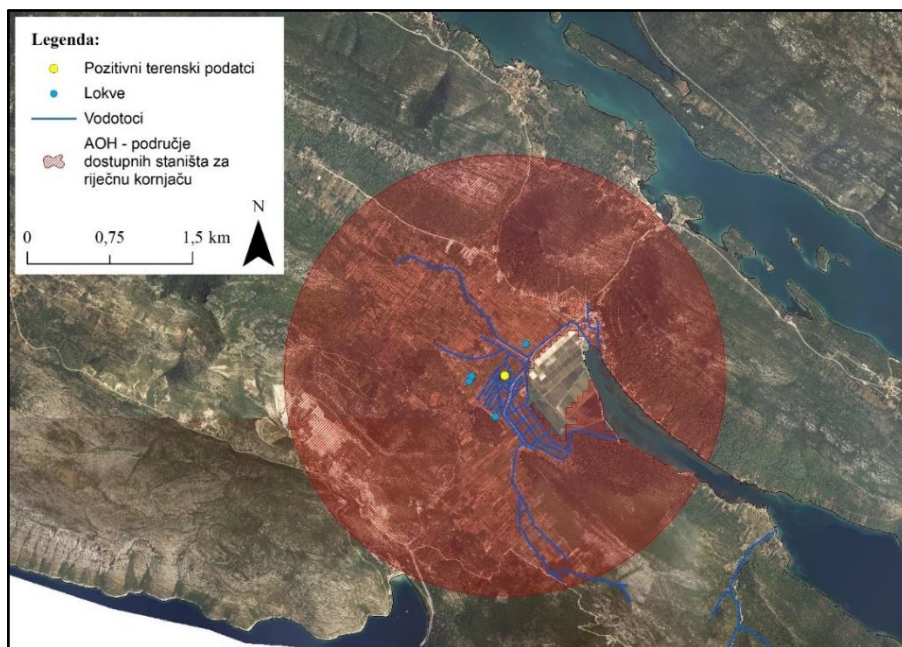
Ukupna površina obima pojavljivanja (EOO) za riječnu kornjaču na području Hrvatske je 221,92 km² (bez morske površine), a područje staništa (AOH) 105,79 km². Tablica 5 prikazuje površine AOH koje riječna kornjača zauzima na svih pet izoliranih lokaliteta, a slike 26 do 30 prikazuju karte AOH na podlozi satelitske snimke na tim istim lokalitetima. Najveću površinu AOH riječna kornjača zauzima na području Konavala (61,83 km²), a najmanju na području Rijeke dubrovačke (7,71 km²).

Tablica 5. Površina AOH za riječnu kornjaču za pet lokaliteta u Hrvatskoj.

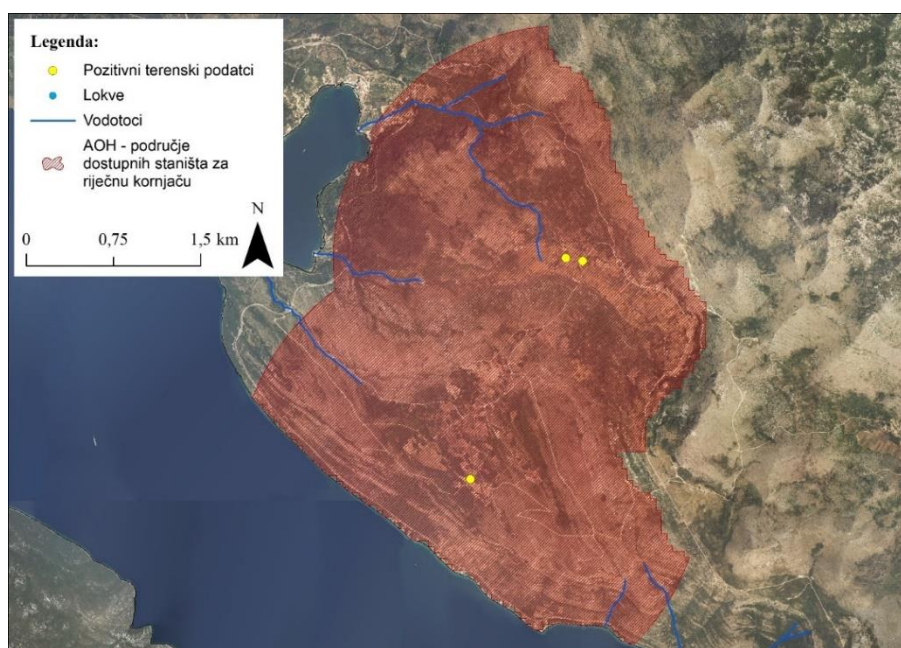
Lokalitet	Površina AOH/km ²	Površina AOH/ha
Stonsko polje	11,80	1 180
Lisac	11,91	1 191
Majkovi (Zabrežje i Prljevići)	12,54	1 254
Rijeka dubrovačka	7,71	771
Konavle	61,83	6 183
Ukupno	105,79	10 579



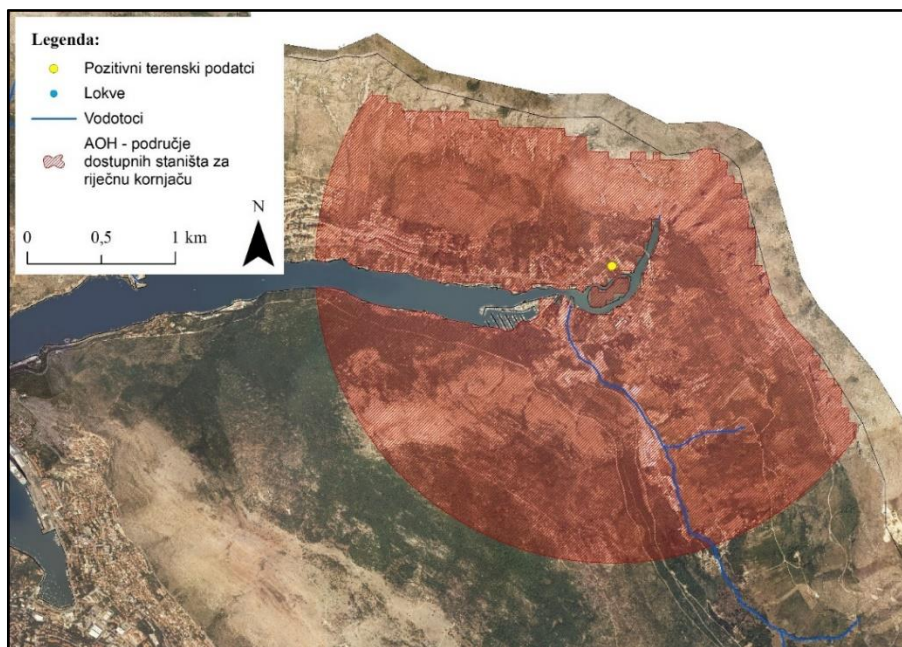
Slika 26. Karta AOH (11,91 km²) na području naselja Lisac, zajedno s pozitivnim nalazima riječne kornjače i vodnim tijelima.



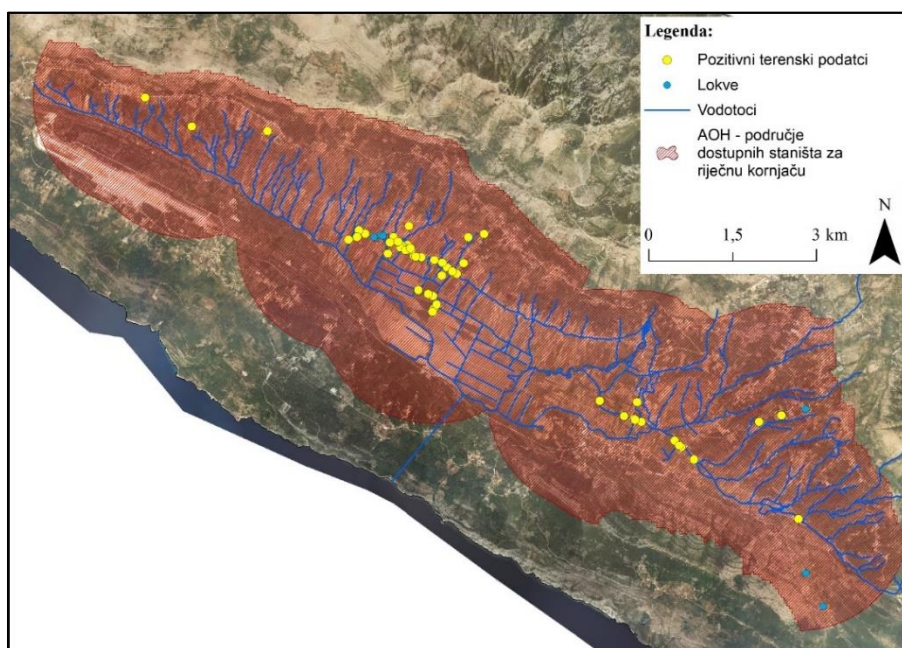
Slika 27. Karta AOH (11,80 km²) na području Stonskog polja, zajedno s pozitivnim nalazima riječne kornjače i vodnim tijelima.



Slika 28. Karta AOH (12,54 km²) na području naselja Majkovi (zaselak Zabrežje i zaselak Prljevići), zajedno s pozitivnim nalazima riječne kornjače i vodnim tijelima.



Slika 29. Karta AOH (7,71 km²) na području Rijeke dubrovačke, zajedno s pozitivnim nalazima riječne kornjače i vodnim tijelima.



Slika 30. Karta AOH (61,83 km²) na području Konavala, zajedno s pozitivnim nalazima riječne kornjače i vodnim tijelima.

Staništa riječne kornjače u Hrvatskoj

U skladu s analizom dominantnih tipova staništa s Karte nešumskih kopnenih staništa Hrvatske unutar granica AOH riječne kornjače, najveći postotak staništa NKS razine I. pripada površinskim kopnenim vodama i močvarnim staništima (54 %) te šumama (46,24 %), dok najmanji dio morskoj obali (0,012 %) i kompleksima staništa (0,003 %) (Tablica 6).

Ako se pogleda niža razina kategorizacije NKS-a, razina II./III. staništa su dalje razgranata u ukupno 23 kategorije. Najveći postotak staništa čine zapuštene poljoprivredne površine (46,24 %), zatim mozaici kultiviranih površina (10,09 %) te eu- i stenomediteranski kamenjarski pašnjaci (7,10 %), dok su sva ostala staništa prisutna s manje od 5 %. Dvije kategorije (E. i J.) unutar korištene podloge Karte staništa nemaju definirane niže kategorije NKS-a (Tablica 6).

Tablica 6. Analiza staništa riječne kornjače na području cijelog AOH u Hrvatskoj, u skladu s NKS kategorizacijom. U tablici su prikazani samo dominantni tipovi (kod sloja NKS1) staništa iz Karte nešumskih kopnenih staništa te dodatno staništa lokvi napravljena u sklopu doktorske disertacije (*) i staništa vodotokova dobivenih od strane Hrvatskih voda (**).

NKS kategorija (razina I)	NKS kategorija (razina II. i/ili III.)	Postotak staništa	Ukupni postotak razine I
A. Površinske kopnene vode i močvarna staništa	A.1. Stajačice*	0,003 %	0,54 %
	A.2. Tekućice**	0,23 %	
	A.2.2. Povremeni vodotoci	0,13 %	
	A.2.4. Kanali	0,00 %	
B. Neobrasle i slabo obrasle kopnene površine	A.4.1. Tršćaci, rogozici, visoki šiljevi i visoki šaševi	0,18 %	0,24 %
	B.1.4. Tirensko-jadranske vapnenačke stijene	0,05 %	
	B.2.2.1. Ilirsko-jadranska, primorska točila	0,16 %	
C. Travnjaci, cretovi i visoke zeleni	B.3.1. Požarišta	0,03 %	11,46 %
	C.3.5.1. Istočnojadranski kamenjarski pašnjaci submediteranske zone	4,36 %	
	C.3.6.1. Eu- i stenomediteranski kamenjarski pašnjaci raščice	7,10 %	
D. Šikare	D.1.2.1. Mezofilne živice i šikare kontinentalnih, izuzetno primorskih krajeva	0,37 %	9,41 %
	D.3.1.1. Dračici	2,74 %	
	D.3.4.2. Istočnojadranski bušici	4,21 %	
E. Šume	D.3.4.2.3. Sastojine oštrogličaste borovice	2,09 %	46,24 %
	/	46,24 %	

Tablica 6. Nastavak.

NKS kategorija (razina I)	NKS kategorija (razina II. i/ili III.)	Postotak staništa	Ukupni postotak razine I
F. Morska obala	F.1.1.3. Sredozemne grmaste slanjače	0,003 %	0,01 %
	F.4.1. Površine stjenovitih obala pod halofitima	0,01 %	
	I.1.4. Ruderalne zajednice kontinentalnih krajeva	2,36 %	
I. Kultivirane nešumske površine i staništa s korovnom i ruderalnom vegetacijom	I.1.8. Zapuštene poljoprivredne površine	10,37 %	29,00 %
	I.2.1. Mozaici kultiviranih površina	10,09 %	
	I.5.1. Voćnjaci	0,35 %	
	I.5.2. Maslinici	3,68 %	
	I.5.3. Vinogradi	2,14 %	
J. Izgrađena i industrijska staništa	/	3,08 %	3,08 %
K. Kompleksi staništa	K.1. Estuarij	0,0003 %	0,0003 %

U daljnjem tekstu izvedena je detaljnija analiza staništa za svaki lokalitet riječne kornjače zasebno temeljem slojeva Karte nešumskih kopnenih staništa kodova NKS1, NKS2, NKS3..

Staništa koja su najčešća i koja se pojavljuju na svih pet AOH lokaliteta su: A.1.1 Stajaćice, B.1.4. Tirensko-jadranske vapnenačke stijene, C.3.5.1. Istočnojadranski kamenjarski pašnjaci submediteranske zone, D.3.1.1. Dračici, D.3.4.2.3. Sastojine oštrogličaste borovice, E. Šume, I.1.8. Zapuštene poljoprivredne površine, I.2.1. Mozaici kultiviranih površina, I.5.2. Maslinici, J. Izgrađena i industrijska staništa (Tablica 7).

Specifična staništa koja se pojavljuju samo na jednom od pet AOH lokaliteta su: A.2.4. Kanali, B.3.1. Požarišta, C.3.5.2. Istočnojadranski kamenjarski pašnjaci epimediteranske zone, D.1.2.1. Mezofilne živice i šikare kontinentalnih, izuzetno primorskih krajeva, D.3.4.2.6. Sastojine brnistre, F.1.1.3. Sredozemne grmaste slanjače, I.1.2. Korovna i ruderalna vegetacija Sredozemlja, I.1.4. Ruderalne zajednice kontinentalnih krajeva i K.1. Estuariji (Tablica 7).

Tablica 7. Analiza staništa riječne kornjače za svaki pojedini AOH lokalitet u Hrvatskoj, u skladu s NKS kategorizacijom. U tablici su prikazani svi tipovi staništa (kod sloja NKS1, NKS2, NKS3) s Karte kopnenih nešumskih staništa te dodatno staništa lokvi napravljena u sklopu doktorske disertacije (*) i staništa vodotokova dobivenih od strane Hrvatskih voda (**). Staništa su prikazana od najčešćih (na najviše lokaliteta) do najrjeđih (na najmanjem broju lokaliteta).

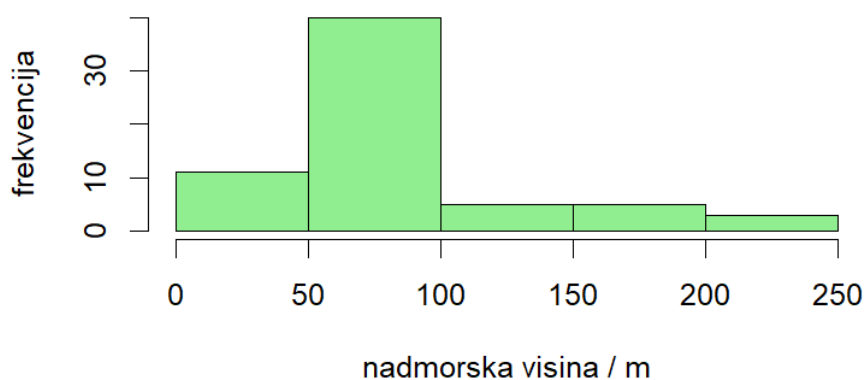
NKS kategorizacija i naziv staništa	Lokalitet				
	Stonsko polje	Lisac	Majkovi	Rijeka dubrovačka	Konavle
A.1.1 Stajačice*	+	+	+	+	+
B.1.4. Tirenko-jadranske vapnenačke stijene	+	+	+	+	+
C.3.5.1. Istočnojadranski kamenjarski pašnjaci submediteranske zone	+	+	+	+	+
D.3.1.1. Dračici	+	+	+	+	+
D.3.4.2.3. Sastojine oštrogličaste borovice	+	+	+	+	+
E. Šume	+	+	+	+	+
I.1.8. Zapuštene poljoprivredne površine	+	+	+	+	+
I.2.1. Mozaici kultiviranih površina	+	+	+	+	+
I.5.2. Maslinici	+	+	+	+	+
J. Izgrađena i industrijska staništa	+	+	+	+	+
C.3.6.1. Eu- i stenomediteranski kamenjarski pašnjaci raščice	+		+	+	+
D.3.4.2. Istočnojadranski bušici	+		+	+	+
I.5.1. Voćnjaci	+	+		+	+
I.5.3. Vinogradi	+	+	+		+
A.2.2. Povremeni vodotoci**	+		+		+
A.4.1. Tršćaci, rogozici, visoki šiljevi i visoki šaševi	+			+	+
B.2.2.1. Ilirsko-jadranska, primorska točila		+		+	+
F.4.1. Površine stjenovitih obala pod halofitima	+		+	+	
D.3.4.2.7. Sastojine feničke borovice	+	+			
A.2.3 Stalni vodotoci*				+	+
A.2.4. Kanali				+	
B.3.1. Požarišta	+				

Tablica 7. Nastavak.

NKS kategorizacija i naziv staništa	Lokalitet				
	Stonsko polje	Lisac	Majkovi	Rijeka dubrovačka	Konavle
C.3.5.2. Istočnojadranski kamenjarski pašnjaci epimediteranske zone					+
D.1.2.1. Mezofilne živice i šikare kontinentalnih, izuzetno primorskih krajeva					+
D.3.4.2.6. Sastojine brnistre					+
F.1.1.3. Sredozemne grmaste slanjače	+				
I.1.2. Korovna i ruderalna vegetacija Sredozemlja					+
I.1.4. Ruderalne zajednice kontinentalnih krajeva					+
K.1. Estuariji				+	

4.1.3 Visinska rasprostranjenost riječne kornjače

Distribucija podataka nadmorske visine nalaza riječnih kornjača u Hrvatskoj kretala se od 3,6 m do 220 m, s prosjekom od 77,1 m i medijanom od 60,3 m te 75 % nalaza do 70,57 m nadmorske visine (Slika 31, Tablica 9). Shapiro-Wilkovim testom potvrđeno je da podaci nisu normalno distribuirani ($p < 0,001$).



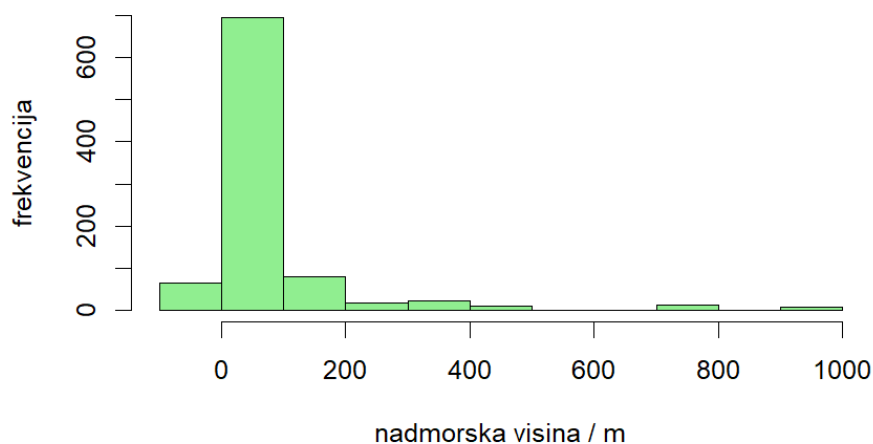
Slika 31. Histogram visinske rasprostranjenosti riječne kornjače u Hrvatskoj temeljem nalaza ovog istraživanja.

Najviši nalazi su u zaselku Zabrežje i naselju Lisac, a najniži u Stonskom polju i Rijeci dubrovačkoj (Tablica 8 **Error! Reference source not found.**). Istražene lokacije s procijenjenim povoljnim staništima, a koje su imale najviše nadmorske visine, bile su na brdima iznad Rijeke dubrovačke (382 – 420 mmm) te na konavoskoj Sniježnici (383 – 1 018 mmm) čiji najviši vrh seže do 1 234 m nadmorske visine.

Tablica 8. Raspon nalaza riječne kornjače (*Mauremys rivulata*) u Hrvatskoj.

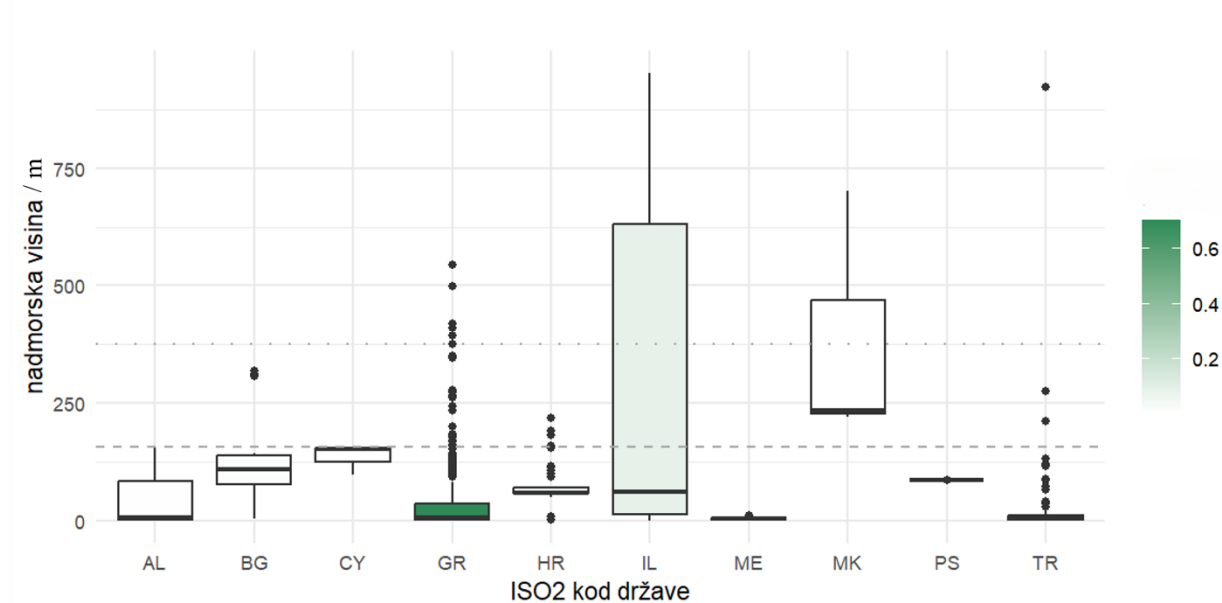
Lokalitet	Pozitivni nalazi/mmm
Neretva	/
Stonsko polje	3,60
Lisac	220
Zabrežje	220
Prljevići	182,89
Rijeka dubrovačka	10
Konavle	50 – 190,98
Korčula	10

Distribucija podataka nadmorske visine odabranih nalaza riječne kornjače iz GBIF baze podataka (izuzev Hrvatske) kretala se od 0,1 m do 951 m, s prosjekom od 665 m i medijanom od 8,0 m (Slika 32, Tablica 9).



Slika 32. Histogram visinske rasprostranjenosti riječne kornjače na području čitavog areala temeljem odabranih podataka GBIF podatkovne baze.

Distribucija podataka nadmorske visine svih analiziranih nalaza riječne kornjače iz GBIF baze podataka i ovog istraživanja, prikazana je na kutijastom dijagramu prema državama u kojima je potvrđena prisutnost riječne kornjače (Slika 33) te u pripadajućoj tablici s opisnom statistikom (Tablica 9).



Slika 33. Kutijasti dijagram nadmorskih visina nalaza riječne kornjače po državama diljem areala prirodne rasprostranjenosti vrste. Isprekidanom linijom prikazan je 95. percentil ukupnog seta podataka od 376 m, a crtkanom linijom 90. percentil na 158 m nadmorske visine, a intenzitetom boje učestalost nalaza. ISO2 kodovi zemalja su: AL – Albanija, BG – Bugarska, CY – Cipar, GR – Grčka, HR – Hrvatska, IL – Izrael, ME – Crna Gora, MK – Makedonija, PS – Palestina, TR – Turska.

Shapiro-Wilkovim testom potvrđeno je da varijabla nadmorskih visina nije normalno distribuirana ukupno i po državama ($p < 0,001$). Kruskal-Wallis testom utvrđeno je da se medijani podataka različitih skupina/država statistički značajno razlikuju ($p < 0,001$, $H = 147,86$, $df = 9$), a Dunnovim testom utvrđeno je da se medijan nadmorske visine nalaza riječne kornjače u Hrvatskoj razlikuje od onog u Grčkoj ($p_{adj} < 0,001$) i u Turskoj ($p_{adj} < 0,001$). Također, medijan nadmorske visine nalaza riječne kornjače u Bugarskoj razlikuje se od onog u Grčkoj ($p_{adj} < 0,001$) i u Turskoj ($p_{adj} < 0,001$). Medijan nadmorske visine nalaza riječne kornjače u Izraelu razlikuje se od onog u Grčkoj ($p_{adj} <$

0,001) i u Turskoj ($p_{adj} < 0,001$), dok se medijan nadmorske visine nalaza riječne kornjače u Makedoniji značajno razlikuje od onog u Turskoj ($p_{adj} < 0,001$) (Tablica 9).

Tablica 9. Opisna statistika analiza nadmorske visine u deset država areala. Kodovi zemalja su: AL – Albanija, BG – Bugarska, CY – Cipar, GR – Grčka, HR – Hrvatska, IL – Izrael, ME – Crna Gora, MK – Makedonija, PS – Palestina, TR – Turska. Medijani s različitim slovnim indeksima (a, b; c, d) označuju statistički značajno različite skupove opservacija nadmorskih visina.

ISO2 kod države	N	min	max	medijan	interkvartilni raspon	prosjeak	standardna devijacija	standardna pogreška
AL	11	0,10	158	7 ^{ab,cd}	83	46,47	69,3	20,90
BG	16	4	320	110 ^{b,cd}	60	128,81	102,0	25,50
CY	3	99	158	152 ^{ab,cd}	29,50	136,33	32,5	18,74
GR	692	0,10	544	7 ^{a,cd}	33,25	43,83	86,7	3,29
HR	64	3,60	220	60.35 ^{b,cd}	11,56	77,11	47,8	5,97
IL	83	0,10	951	63 ^{b,cd}	618	279,69	354,4	38,90
ME	4	0,10	13	5 ^{ab,cd}	3,22	5,77	5,3	2,67
MK	3	221	702	236 ^{b,d}	240,50	386,33	273,5	157,89
PS	4	86	87	86 ^{ab,cd}	0,25	86,25	0,5	0,25
TR	102	0,10	923	4 ^{a,c}	10,75	29,45	99,4	9,84
UKUPNO	982	0,10	951	9	59,76	67,20	148,62	4,73

U ukupnom setu nadmorskih visina nalaza riječne kornjače 95 % opažanja bilo je ispod 376 mm, a 90 % ispod 158 mm te je 95. percentil uzet kao granična nadmorska visina za dostupna staništa za riječnu kornjaču u Hrvatskoj.

4.2 ZNAČAJKE POPULACIJE

4.2.1 Brojnost riječne kornjače na odabranim lokalitetima

Brojnost riječne kornjače istraživana je na dva odvojena lokaliteta, Konavoskom polju te naselju Majkovi (zaselak Prljevići, zaselak Zabrežje).

a) Veličina populacije na području Konavoskog polja

Za populaciju na području Konavoskog polja korišteni su modeli za otvorene populacije u programu MARK te je testirano 97 modela, od kojih je njih osam prema AIC kriteriju imalo vrijednost ΔAIC manju od sedam (Tablica 10). Za prikaz rezultata izabrana su prva dva najbolja modela s najmanjom ΔAIC i AIC ($\Delta AIC = 0$ i $\Delta AIC = 1,34$).

Tablica 10. Najbolji modeli za otvorenu populaciju u Konavoskom polju prema AIC kriteriju.

*Izabrani model za prikaz rezultata.

Model	AICc	DeltaAICc
$\phi(\sim\text{sex})p(\sim\text{sex})\text{pent}(\sim\text{time})N(\sim 1)^*$	282,47	0,00
$\phi(\sim\text{sex})p(\sim 1)\text{pent}(\sim\text{time})N(\sim\text{sex})^*$	283,80	1,34
$\phi(\sim\text{sex})p(\sim\text{sex})\text{pent}(\sim\text{time})N(\sim\text{sex})$	284,81	2,35
$\phi(\sim\text{sex})p(\sim\text{time})\text{pent}(\sim\text{time})N(\sim\text{sex})$	286,40	3,94
$\phi(\sim\text{sex})p(\sim 1)\text{pent}(\sim\text{time})N(\sim 1)$	287,70	5,24
$\phi(\sim\text{sex} * \text{time})p(\sim\text{sex})\text{pent}(\sim\text{time})N(\sim 1)$	288,33	5,87
$\phi(\sim\text{sex})p(\sim\text{time})\text{pent}(\sim\text{time})N(\sim 1)$	288,88	6,41
$\phi(\sim\text{time})p(\sim\text{sex})\text{pent}(\sim\text{sex})N(\sim\text{sex})$	289,12	6,65

Najbolji predloženi model bio je $\phi(\sim\text{sex})p(\sim\text{sex})\text{pent}(\sim\text{time})N(\sim 1)$, pri čemu:

- pretpostavljeno preživljavanje (ϕ) ovisi o dobno-spolnoj kategoriji, tj. postoji različita stopa preživljavanja za mužjake, ženke i mladunce;
- vjerojatnost ulova (p) razlikuje se za mužjake, ženke i mladunce;
- vjerojatnost ulaska (pent) u populaciju varira tijekom vremena;
- brojnost populacije (N) ne razlikuje se za mužjake, ženke i mladunce.

Drugi po redu najbolji model je $\phi(\sim\text{sex})p(\sim 1)\text{pent}(\sim\text{time})N(\sim\text{sex})$, pri čemu:

- pretpostavljeno preživljavanje (ϕ) ovisi o dobno-spolnoj kategoriji, tj. postoji različita stopa preživljavanja za mužjake, ženke i mladunce;
- vjerojatnost ulova (p) nije uvjetovana nikakvim varijablama, ista je za sve jedinke bez obzira na godinu lova te dobno-spolnu kategoriju;

- stopa ulaska (pent) mijenja se kroz vrijeme, tj. različita je u različitim godinama lova;
- brojnost populacije (N) razlikuje se za mužjake, ženke i mladunce.

Zasebno su prikazane procjene osnovnih demografskih parametara za dva najbolja izabrana modela (Tablica 11) te veličina populacije po godinama i spolu za oba modela, koja je izračunata na temelju osnovnih demografskih parametara (Tablica 12, Slika 34 i Slika 35).

Kod oba modela vjerojatnost preživljavanja ženki (80 %, 86 %) i mužjaka (93 %, 89 %) relativno su visoke s uskim intervalima pouzdanosti koji ukazuju na visoku pouzdanost tih procjena. Procjena preživljavanja za mladunce znatno je niža kod oba modela (30 %, 37 %), s većim intervalima pouzdanosti (Tablica 11).

Dužina zadržavanja jedinki u populaciji u oba modela predviđa dulje zadržavanje mužjaka. U prvom modelu 13 godina za mužjaka naspram 4 godine za ženku, dok u drugom modelu 8,7 godina za mužjaka i 6,4 godine za ženku.

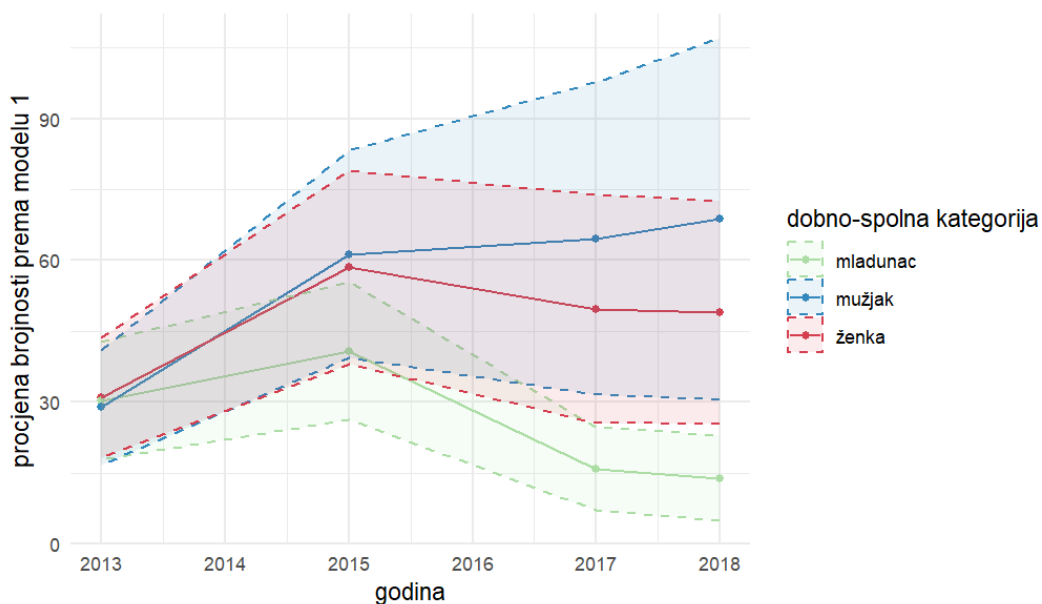
Tablica 11. Procjena demografskih parametara: ϕ (pretpostavljeno preživljavanje), p (vjerojatnost ulova), pent (stope ulaska), N (veličina super populacije) u Konavoskom polju prema prvom i drugom najboljem modelu za otvorene populacije. Godine uzorkovanja: 2013., 2015., 2017., 2018.

parametar	procjena \pm standardna pogreška	95 % interval pouzdanosti	procjena \pm standardna pogreška	95 % interval pouzdanosti
	$\phi(\sim\text{sex})p(\sim\text{sex})\text{pent}(\sim\text{time})N(\sim 1)$		$\phi(\sim\text{sex})p(\sim 1)\text{pent}(\sim\text{time})N(\sim\text{sex})$	
ϕ ženka	0,80 \pm 0,07	0,62 – 0,90	0,86 \pm 0,07	0,65 – 0,95
ϕ mladunac	0,30 \pm 0,09	0,16 – 0,49	0,37 \pm 0,11	0,19 – 0,59
ϕ mužjak	0,93 \pm 0,08	0,53 – 0,99	0,89 \pm 0,08	0,62 – 0,98
p ženka	0,44 \pm 0,09	0,27 – 0,62	0,35 \pm 0,08	0,22 – 0,51
p mladunac	0,57 \pm 0,09	0,39 – 0,74	0,35 \pm 0,08	0,22 – 0,51
p mužjak	0,30 \pm 0,07	0,18 – 0,46	0,35 \pm 0,08	0,22 – 0,51
N ženka	91,82 \pm 10,22	76,83 – 118,17	96,65 \pm 13,47	77,74 – 132,79
N mladunac	91,82 \pm 10,22	76,83 – 118,17	141,77 \pm 30,33	99,60 – 223,81
N mužjak	91,82 \pm 10,22	76,83 – 118,17	82,75 \pm 11,32	67,11 – 113,54
pent 2015. godina	0,42 \pm 0,06	0,32 – 0,54	0,44 \pm 0,06	0,32 – 0,56
pent 2017. godina	0,14 \pm 0,04	0,07 – 0,25	0,12 \pm 0,05	0,05 – 0,27
pent 2018. godina	0,10 \pm 0,05	0,04 – 0,24	0,09 \pm 0,06	0,03 – 0,27

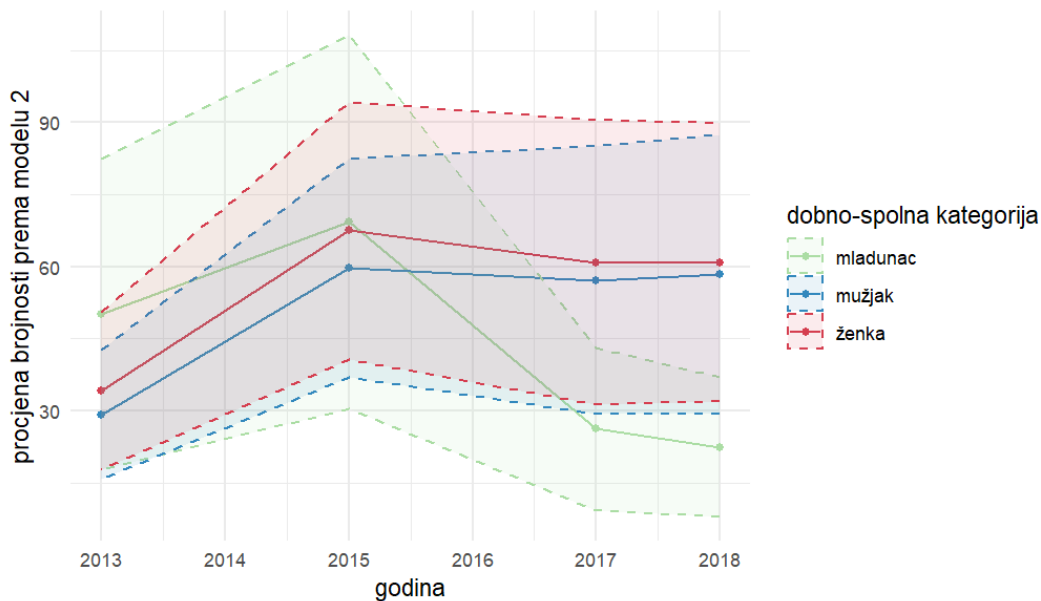
Model 1 procjenjuje manju ukupnu brojnost dobno-spolnih kategorija riječnih kornjača u početnoj i finalnoj vremenskoj točki procjene, ali sa većim porastom populacije na račun mužjaka i ženki. Model 2 procjenjuje veću ukupnu brojnost dobno-spolnih kategorija riječnih kornjača od modela 1, no s manjim ukupnim porastom populacije između prve i finalne vremenske točke procjene (Tablica 11, Slika 34, Slika 35). Veličina super populacije je 275 jedinki (230 do 356, s obzirom na 95 %-tni interval pouzdanosti) prema modelu 1 i 321 jedinki (244 do 470 s obzirom na 95 %-tni interval pouzdanosti) prema drugom modelu (Tablica 11), dok je procjena populacije u finalnoj vremenskoj točki modeliranja 132 jedinki (61 do 203 s obzirom na 95 %-tni interval pouzdanosti) prema prvom i 169 jedinki (62 do 214 s obzirom na 95 %-tni interval pouzdanosti) prema drugom modelu (Tablica 12). Brojnost ženki u oba modela varirala je kroz godine, s najvišom procjenom u 2015. godini (59 jedinke, 68 jedinki) i najnižom procjenom u prvoj godini uzorkovanja, 2013. godini (31 jedinki, 34 jedinki) (Slika 34, Slika 35, Tablica 12), a finalna razlika u procjenama oba modela pokazuje blagi porast u odnosu na granične vrijednosti intervala pouzdanosti prethodnih procjena. Brojnost mužjaka u prvom modelu rasla je kroz godine, s najmanjom vrijednošću 2013. godine (29 jedinki) i najvećom vrijednošću u zadnjoj godini uzorkovanja, 2018. (69 jedinki) (Slika 34). Brojnost mužjaka u drugom modelu varirala je kroz godine, s najmanjom vrijednošću 2013. (29 jedinki), a najvećom vrijednošću 2015. godine (60 jedinki) (Slika 35, Tablica 12). U oba modela procjene brojnosti mužjaka uočljiv je ukupni blagi porast u odnosu na granične vrijednosti intervala pouzdanosti procjena prethodnih godina. Brojnost mladunaca u oba modela varirala je kroz godine, ali u oba modela mladunci pokazuju pad procjene brojnosti. U oba modela najveća brojnost im je 2015. (41 jedinke, 69 jedinki), a najmanja 2018. (14 jedinki, 22 jedinke) (Slika 34, Slika 35, Tablica 12) s time da u prvom modelu procijenjeni pad brojnosti izlazi van donje granice intervala pouzdanosti ranijih godina, dok u modelu dva to nije slučaj.

Tablica 12. Procjena brojnosti ženki, mužjaka i mladunaca riječne kornjače u Konavoskom polju prema prvom i drugom najboljem modelu.

dobno spolna kategorija	godina	brojnost ± standardna pogreška	95 % interval pouzdanosti	brojnost ± standardna pogreška	95 % interval pouzdanosti
		$\phi(\sim\text{sex})p(\sim\text{sex})\text{pent}(\sim\text{time})N(\sim 1)$	$\phi(\sim\text{sex})p(\sim 1)\text{pent}(\sim\text{time})N(\sim\text{sex})$		
ženka	2013	30,95 ± 6,44	18,32 – 43,58	34,11 ± 8,35	17,74 – 50,48
ženka	2015	58,57 ± 10,40	38,18 – 78,96	67,55 ± 13,67	40,76 – 94,34
ženka	2017	49,74 ± 12,28	25,66 – 73,81	60,90 ± 15,06	31,38 – 90,42
ženka	2018	48,96 ± 12,06	25,33 – 72,59	60,80 ± 14,77	31,84 – 89,76
mladunac	2013	30,27 ± 6,36	17,82 – 42,73	50,03 ± 16,49	17,72 – 82,35
mladunac	2015	40,77 ± 7,43	26,21 – 55,32	69,28 ± 19,88	30,32 – 108,25
mladunac	2017	15,92 ± 4,44	7,21 – 24,63	26,20 ± 8,64	9,27 – 43,13
mladunac	2018	13,88 ± 4,59	4,89 – 22,87	22,41 ± 7,42	7,88 – 36,95
mužjak	2013	28,93 ± 6,18	16,81 – 41,04	29,20 ± 6,85	15,78 – 42,62
mužjak	2015	61,33 ± 11,17	39,43 – 83,22	59,65 ± 11,62	36,88 – 82,42
mužjak	2017	64,63 ± 16,82	31,66 – 97,60	57,17 ± 14,25	29,24 – 85,10
mužjak	2018	68,74 ± 19,56	30,40 – 107,08	58,40 ± 14,85	29,30 – 87,49



Slika 34. Procjena brojnosti po godinama lova za mladunce, mužjake i ženke riječne kornjače u Konavoskom polju prema prvom modelu $\phi(\sim\text{sex})p(\sim\text{sex})\text{pent}(\sim\text{time})N(\sim 1)$. Ravne linije predstavljaju populacijski trend, a iscrtane linije 95 %-tni interval pouzdanosti.



Slika 35. Procjena brojnosti po godinama lova za mladunce, mužjake i ženke riječne kornjače u Konavoskom polju prema drugom modelu $\phi(\sim\text{sex})p(\sim 1)\text{pent}(\sim\text{time})N(\sim\text{sex})$. Ravne linije predstavljaju populacijski trend, a iscrtane linije 95 %-tni interval pouzdanosti.

b) Veličina populacije na području naselja Majkovi (zaselak Prljevići)

Na ovom lokalitetu čitava populacija riječne kornjače vezana je uz jednu lokvu. Koristeći program MARK i uz pretpostavku zatvorene populacije izračunate su vrijednosti 12 modela, šest modela u kojima se dobno-spolna kategorija (ženka, mužjak, mladunac) nije koristila u procjeni parametara i šest modela u kojima je model razlikovao jedinke na temelju dobno-spolne kategorije. U oba slučaja pet modela je imalo prema AIC kriteriju vrijednost ΔAIC manju od sedam (Tablica 13). Za prikaz rezultata izabran je model koji je pokazivao najmanji AIC (28,48) i $\Delta\text{AIC} = 0$, a to je bio model s procjenom brojnosti bez dobno-spolne kategorije.

Najbolji model kod analize bez dobno-spolne kategorije bio je $M_0 - p(\sim 1)c()f_0(\sim 1)$, pri čemu:

- vjerojatnost ulova (p) je konstantna, ista je za sve jedinke bez obzira na godinu lova;
- vjerojatnost ponovnih ulova (c) jednaka je kao i vjerojatnost prvog ulova ($c = p$), tj. vjerojatnost ulova svih jedinki ista je bez obzira je li jedinka ranije hvatana ili nije. Jedinke

ne pokazuju nikakav odgovor na prijašnji ulov (eng. *behavioral response*), koji inače može biti ili da se ista jedinka manje lovi (eng. *trap shy*) ili više lovi (eng. *trap happy*) nakon prvog ulova. Program MARK ne izbacuje vrijednost vjerojatnosti ponovnih ulova (c);

- broj neuhvaćenih jedinki (f) je konstantan i nema varijacije tijekom vremena.

Tablica 13. Najbolji modeli za zatvorenu populaciju riječne kornjače u zaselku Prljevići prema AIC kriteriju bez dobno-spolne kategorije i s dobno-spolnom kategorijom. *Izabrani model za prikaz rezultata.

Model	AICc	DeltaAICc
Analiza bez dobno-spolne kategorije		
p(~1)c()f0(~1)*	28,48	0,00
p(~Time)c()f0(~1)	29,92	1,44
p(~1)c(~1)f0(~1)	30,00	1,52
p(~time)c(~time)f0(~1)	34,46	5,98
p(~time)c()f0(~1)	34,90	6,42
p(~time + c)c()f0(~1)	37,66	9,18
Analiza s dobno-spolnom kategorijom		
p(~1)c()f0(~1)	38,23	0,00
p(~1)c(~1)f0(~1)	39,67	1,44
p(~Time)c()f0(~1)	39,96	1,73
p(~time)c(~time)f0(~1)	44,13	5,91
p(~time)c()f0(~1)	44,62	6,39
p(~time + c)c()f0(~1)	47,33	9,10

Temeljem dobivenog najboljeg modela izračunata je veličina populacije pri čemu je brojnost u zaselku Prljevići iznosila 9,31 jedinki (Tablica 14). Mladunci nisu dio ulovljenog uzorka pa nisu uključeni u procjenu brojnosti.

Tablica 14. Procjena brojnosti ženki i mužjaka riječne kornjače u zaselku Prljevići prema najboljem modelu.

dobno spolna kategorija	godina	brojnost ± standardna pogreška	95 % interval pouzdanosti
Analiza bez dobno-spolne kategorije, $p(\sim 1)c()f0(\sim 1)$			
/	2018	9,31 ± 1,24	9,01 – 17,35

c) Veličina populacije na području naselja Majkovi (zaselak Zabrežje) – zajednička analiza za obje lokve

Na ovom lokalitetu postoje dvije lokve, udaljene 150 metara jedna od druge. Budući da je između lokvi prijašnjim istraživanjima dokazana migracija riječnih kornjača, smatramo da jedinke iz obje lokve čine jednu cjelovitu populaciju. Upravo zbog toga je za oba vodna tijela prikazan jedan izračun.

Pri izračunu veličine populacije korišteni su modeli za zatvorene populacije pri čemu je u programu MARK izračunato 12 modela, šest modela u kojima se dobno-spolna kategorija nije uzimala u obzir u procjeni parametara i šest modela u kojima se dobno-spolna kategorija koristila kako kriterij u modelu. U slučaju kad dobno-spolna kategorija nije uzimana u obzir pet modela je imalo ΔAIC manju od sedam, u slučaju kad je dobno-spolna kategorija uzimana u obzir samo tri modela su imala ΔAIC manju od sedam (Tablica 15). Za prikaz rezultata izabran je model koji je pokazivao najmanji AIC (-371,58) i $\Delta AIC = 0$, a to je bio model s procjenom brojnosti bez dobno-spolne kategorije.

Najbolji model kod analize bez dobno-spolne kategorije bio je $M_b - p(\sim 1)c(\sim 1)f0(\sim 1)$ pri čemu:

- vjerojatnost ulova (p) je konstantna, nije uvjetovana nikakvim varijablama, jednaka je za sve jedinke tijekom cijelog razdoblja uzorkovanja;
- vjerojatnost ponovnih ulova (c) je konstantna kroz cijelo vrijeme istraživanja, nema varijacije u vjerojatnosti ponovnog ulova između različitih vremenskih točaka ili jedinki. Jedinke pokazuju odgovor na prijašnji ulov i ista se jedinka ili manje lovi ili više lovi nakon prvog ulova;

- broj neuhvaćenih jedinki (f) je konstantan i ne pokazuje varijacije kroz vrijeme.

Tablica 15. Najbolji modeli za zatvorenu populaciju riječne kornjače u zaselku Zabrežje prema AIC kriteriju bez dobno-spolne kategorije i s dobno-spolnom kategorijom. *Izabrani model za prikaz rezultata.

Model	AICc	DeltaAICc
Analiza bez dobno-spolne kategorije		
p(~1)c(~1)f0(~1)*	-371,58	0,00
p(~Time)c()f0(~1)	-369,60	1,98
p(~time)c(~time)f0(~1)	-368,60	2,97
p(~time)c()f0(~1)	-368,36	3,22
p(~time + c)c()f0(~1)	-367,63	3,95
p(~1)c()f0(~1)	-351,15	20,43
Analiza s dobno-spolnom kategorijom		
p(~time)c(~time)f0(~1)	-111,48	0,00
p(~1)c(~1)f0(~1)	-110,63	0,85
p(~time + c)c()f0(~1)	-106,30	5,18
p(~time)c()f0(~1)	-99,82	11,67
p(~Time)c()f0(~1)	-99,09	12,40
p(~1)c()f0(~1)	-80,04	31,44

Temeljem dobivenog najboljeg modela izračunata je veličina populacije pri čemu je brojnost u zaselku Zabrežje na obje lokve iznosila 132 jedinke (Tablica 16).

Tablica 16. Procjena brojnosti ženki, mužjaka i juvenilnih jedinki riječne kornjače u zaselku Zabrežje prema najboljem modelu.

dobno spolna kategorija	godina	brojnost ± standardna pogreška	95 % interval pouzdanosti
Analiza bez dobno-spolne kategorije, p(~1)c(~1)f0(~1)			
/	2018	132,29 ± 4,32	127,49 – 146,35

d) Veličina populacije na području naselja Majkovi (zaselak Zabrežje) – zasebna analiza za svaku lokvu

Tijekom 2018. godine u periodu od pet dana tijekom kojih je vršena ulovi-označi-ponovno ulovi metoda zasebno na obje lokve u majkovskom zaselku Zabrežje, nije utvrđena migracija iz jedne lokve u drugu, tj. jedinke koje su označene tih dana u jednoj lokvi nisu pronađene i u drugoj. Upravo zbog toga moguća je analiza svake lokve zasebno kao dvije zatvorene populacije, kako bi se dobio uvid u korištenje ta dva staništa.

Lokva u Majkovima kod vatrogasnog doma

Za lokvu kod vatrogasnog doma u zaselku Zabrežje u programu MARK ukupno je analizirano 12 modela, šest modela u kojima se dobno-spolna kategorija uzimala u obzir prilikom procjene parametara i šest modela u kojima je model razlikovao jedinke na temelju dobno-spolne kategorije. Devet modela je prema AIC kriteriju imalo vrijednost ΔAIC manju od sedam (Tablica 17). Za prikaz rezultata izabran je model koji je pokazivao najmanji AIC (-45,81) i $\Delta AIC = 0$, a to je bio model sa procjenom brojnosti bez dobno-spolne kategorije.

Najbolji model kod analize bez dobno-spolne kategorije bio je $M_t - p(\sim \text{Time})c()f0(\sim 1)$ pri čemu:

- vjerojatnost ulova (p) se mijenja kroz vrijeme i pokazuje linearnu zavisnost o vremenu, tj. linearno raste ili pada sa svakim narednim izlaskom na teren;
- vjerojatnost ponovnih ulova (c) jednaka je kao i vjerojatnost prvog ulova ($c = p$). Jedinke ne pokazuju nikakav odgovor na prijašnji ulov, koji inače može biti ili da se ista jedinka manje lovi ili više lovi nakon prvog ulova. Program MARK ne izračunava vrijednost vjerojatnosti ponovnih ulova (c);
- broj neuhvaćenih jedinki (f) je konstantan i ne pokazuje varijacije kroz vrijeme.

Tablica 17. Najbolji modeli za zatvorenu populaciju riječne kornjače u zaselku Zabrežje, lokva kod vatrogasnog doma, prema AIC kriteriju bez dobno-spolne kategorije i s dobno-spolnom kategorijom. *Izabrani model za prikaz rezultata.

Model	AICc	DeltaAICc
Analiza bez dobno-spolne kategorije		
p(~Time)c()f0(~1)*	-45,81	0,00
p(~1)c(~1)f0(~1)	-44,77	1,04
p(~time)c()f0(~1)	-42,57	3,24
p(~time)c(~time)f0(~1)	-40,57	5,24
p(~time+c)c()f0(~1)	-40,56	5,25
Analiza s dobno-spolnom kategorijom		
p(~1)c(~1)f0(~1)	52,56	0,00
p(~time)c(~time)f0(~1)	56,66	4,10
p(~time+c)c()f0(~1)	57,57	5,01
p(~Time)c()f0(~1)	58,72	6,16

Temeljem dobivenog najboljeg modela izračunata je veličina populacije u zaselku Zabrežje, na lokvi kod vatrogasnog doma pri čemu je brojnost iznosila 72 jedinke (

Tablica 18).

Tablica 18. Procjena brojnosti ženki, mužjaka i juvenilnih jedinki riječne kornjače u zaselku Zabrežje (lokva kod vatrogasnog doma) prema najboljem modelu.

dobno spolna kategorija	godina	brojnost ± standardna pogreška	95 % interval pouzdanosti
Analiza bez dobno-spolne kategorije, p(~Time)c()f0(~1)			
/	2018	72,21 ± 8,97	60,36 – 97,58

Lokva u Majkovima kod crkve

Za zatvorenu populaciju u lokvi kod crkve u zaselku Zabrežje analizirano je 12 modela, šest modela u kojima se dobno-spolna kategorija nije koristila u procjeni parametara i šest modela u kojima je korištena. Osam modela je prema AIC kriteriju imalo vrijednost ΔAIC manju od sedam (Tablica

19). Za prikaz rezultata izabran je model koji je pokazivao najmanji AIC (-166,67) i $\Delta AIC = 0$, a to je bio model sa procjenom brojnosti bez dobno-spolne kategorije.

Najbolji model kod analize bez dobno-spolne kategorije bio je $M_b - p(\sim 1)c(\sim 1)f0(\sim 1)$ pri čemu:

- vjerojatnost ulova (p) je konstantna, nije uvjetovana nikakvim varijablama, jednaka je za sve jedinke tijekom cijelog razdoblja uzorkovanja;
- vjerojatnost ponovnih ulova (c) je konstantna kroz cijelo vrijeme istraživanja, nema varijacije u vjerojatnosti ponovnog ulova između različitih vremenskih točaka ili jedinki. Jedinke pokazuju odgovor na prijašnji ulov i ista se jedinka ili manje lovi ili više lovi nakon prvog ulova;
- broj neuhvaćenih jedinki (f) je konstantan i ne pokazuje varijacije kroz vrijeme.

Tablica 19. Najbolji modeli za zatvorenu populaciju riječne kornjače u zaselku Zabrežje, lokva crkva, prema AIC kriteriju bez i sa kovarijatom dobno-spolna kategorija. *Izabrani model za prikaz rezultata.

Model	AICc	DeltaAICc
Analiza bez dobno-spolne kategorije		
$p(\sim 1)c(\sim 1)f0(\sim 1)^*$	-166,67	0,00
$p(\sim \text{time}+c)c()f0(\sim 1)$	-164,51	2,17
$p(\sim \text{time})c(\sim \text{time})f0(\sim 1)$	-163,64	3,03
$p(\sim \text{time})c()f0(\sim 1)$	-161,88	4,79
$p(\sim \text{Time})c()f0(\sim 1)$	-161,14	5,53
Analiza s dobno-spolnom kategorijom		
$p(\sim \text{time}+c)c()f0(\sim 1)$	-12,52	0,00
$p(\sim \text{time})c(\sim \text{time})f0(\sim 1)$	-12,32	0,21
$p(\sim 1)c(\sim 1)f0(\sim 1)$	-12,19	0,34

Temeljem dobivenog najboljeg modela izračunata je veličina populacije u zaselku Zabrežje, na lokvi kod crkve pri čemu je brojnost iznosila 81 jedinku

Tablica 20).

Tablica 20. Procjena brojnosti ženki, mužjaka i juvenilnih jedinki riječne kornjače u zaselku Zabrežje (lokva kod crkve) prema prvom i drugom najboljem modelu.

dobno spolna ketgorija	godina	brojnost ± standardna pogreška	95 % interval pouzdanosti
Analiza bez dobno-spolne kategorije, $p(\sim 1)c(\sim 1)f_0(\sim 1)$			
/	2018	81,34 ± 3,97	77,46 – 95,58

Brojnost na području Stonskog polja, Rijeke dubrovačke i Lisca nije se procjenjivala zbog premalog broja ulovljenih jedinki.

4.2.2 Gustoća populacije riječne kornjače

Temeljem dobivenih podataka o veličini populacije riječne kornjače izračunata je gustoća populacije za svaki lokalitet po površini vodenog staništa na kojima je nađena riječna kornjača te površini AOH. Gustoća riječne kornjače na području naselja Majkovi iznosi 0,11 jedinki/ha, a na području Konavoskog polja 0,021 jedinki/ha AOH (Tablica 21). Odnosno, na području naselja Majkovi gustoća populacije je 1 032 jedinke/ha vodene površine na kojoj je istraživana brojnost, a na području Konavoskog polja 537 – 577 jedinki/ha vodene površine na kojoj je istraživana brojnost (Tablica 21). Na području Lisca i rijeke Omble pronađen je premali broj jedinki te nije utvrđivana brojnost populacije, a u skladu s time niti gustoća.

Tablica 21. Gustoća populacije riječne kornjače u vodenom dijelu staništa na pet izoliranih lokaliteta u Hrvatskoj. Gustoća populacije 1 izračunata je po hektaru vodene površine područja u kojem je istraživana brojnost, a gustoća populacije 2 prema hektaru površine AOH. Gustoća u Konavoskom polju računala se uzimajući u obzir procjenu brojnosti dobivenu na temelju dva modela (*procjena prema drugom modelu). Kosa crta (/) označava lokacije na kojima metodom ulovi-označi-ponovno ulovi nije procjenjivana brojnost riječne kornjače. Dvije kose crte (//) označavaju lokacije koje nemaju izračunatu zasebnu površinu AOH.

Lokalitet	Gustoća populacije 1 (jedinke/ha vodene površine područja istraživanja brojnosti)	Gustoća populacije 2 (jedinke/ha AOH)
Stonsko polje	/	/
Lisac	/	/
Naselje Majkovi (zaselak Prljevići, zaselak Zabrežje)	1 931,78	0,11
zaselak Prljevići	1 193,59	//
zaselak Zabrežje (obje lokve)	2 019,69	//
zaselak Zabrežje (lokva kod vatrogasnog doma)	2 798,83	//
zaselak Zabrežje (lokva kod crkve)	2 048,86	//
Rijeka dubrovačka	/	/
Konavosko polje	536,85 i 577,78*	0,021 i 0,023*

4.2.3 Morfometrija i dobno-spolna struktura riječne kornjače

Morfološke dimenzije izmjerene su na ukupno 591 kornjači koje su ulovljene i inkubirane tijekom ovog istraživanja, a odnose se na 460 individualnih životinja kada se izuzmu ponovni ulovi identičnih (već obilježanih) jedinki. Prilikom uzorkovanja određen je 141 mužjak, 166 ženki te 153 životinje koje su svrstane u mladunce (Tablica 22). Najveća kornjača imala je 19,4 cm ravne linije karapaksa, a najmanja 2,6 cm, dok je 50 % životinja bilo iznad 10,8 cm dužine ravne linije karapaksa i iznad 153 g te iznad 7,9 cm maksimalne širine karapaksa (Tablica 23). Najteža izmjerena životinja imala je 931 g, a najlakša 3,6 g.

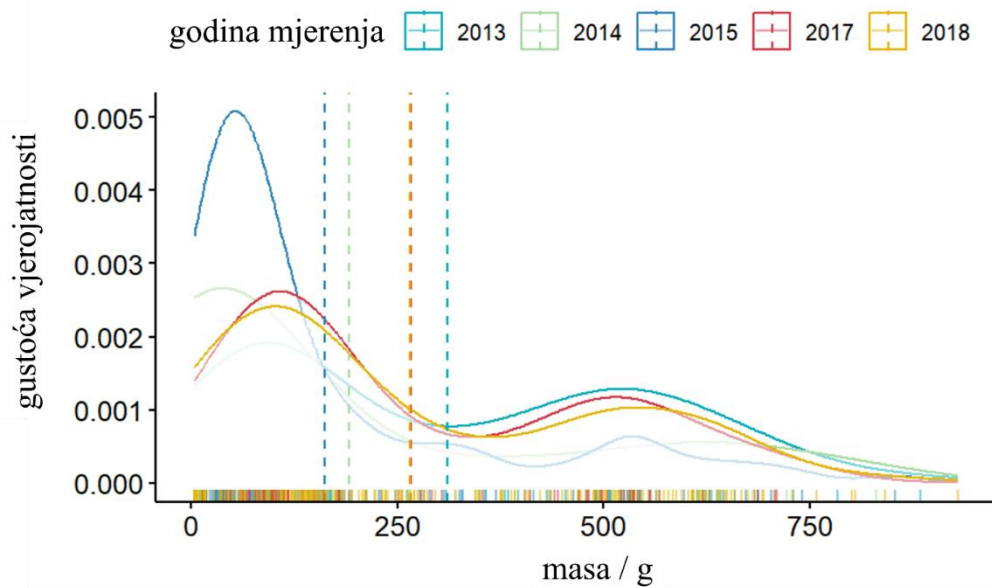
Podaci svih mjerenih karakteristika nisu normalno distribuirani niti ukupno, niti po godinama, niti po lokalitetima, a niti po dobno-spolnim kategorijama dodijeljenima prilikom izmjera (Slika 36,

Slika 37, Slika 38, Slika 39), pri čemu karakteristika mase pokazuje dodatnu moguću podjelu temeljem kriterija od dvije kategorije, a karakteristika ravne linije karapaksa pokazuje dodatnu moguću podjelu temeljem kriterija od tri kategorije.

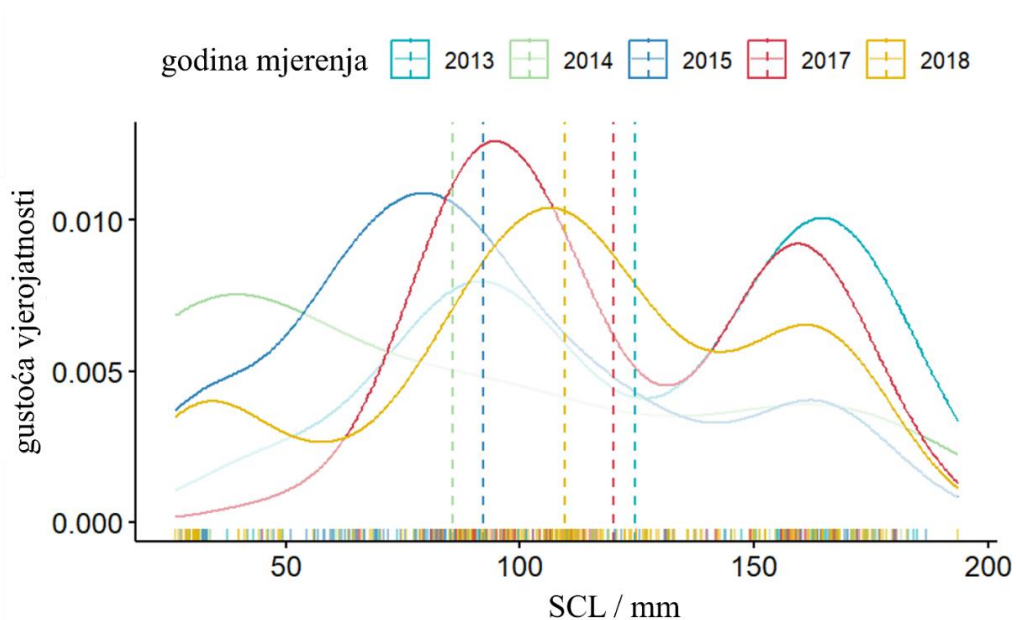
Tablica 22. Dobno-spolna struktura istraživanog uzorka riječnih kornjača u Hrvatskoj prema lokalitetu ulova određena pri uzorkovanju.

Lokalitet	Ženka (Ž)	Mužjak (M)	Mladunac (J)	Dobno-spolni omjeri Ž : M : J	Dobno-spolni omjeri bez inkubiranih jedinki
Konavosko polje	103	87	88	1,18 : 1 : 1,01	1,18 : 1 : 0,49
Majkovi – Prljevići	5	5	10	1 : 1 : 2	1 : 1 : 0
Majkovi – Zabrežje	52	45	55	1,16 : 1 : 1,22	1,16 : 1 : 0,71
Lisac	0	2	0	/	/
Stonsko polje	4	2	0	2 : 1 : 0	2 : 1 : 0
Ombla	2	0	0	/	/
UKUPNO	166	141	153	1,18 : 1 : 1,08	1,18 : 1 : 0,53

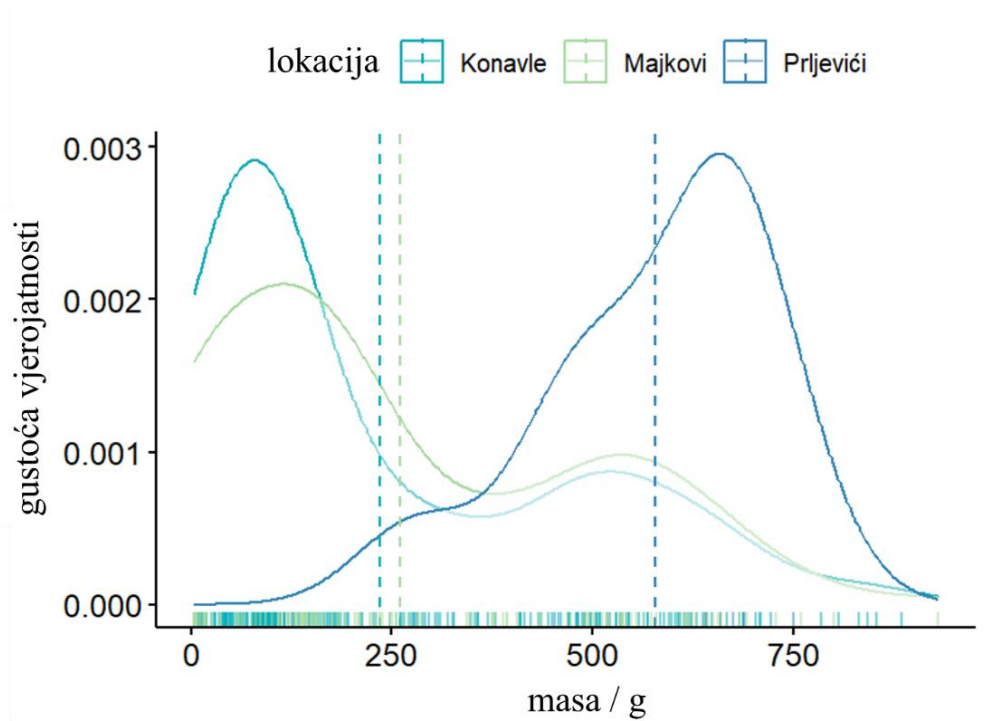
U ukupnom uzorku bilo je 78 inkubiranih mladunaca (10 Prljevići, 23 Zabrežje, 45 Konavosko polje) te 75 ulovljenih mladunaca na terenu (43 Konavosko polje, 0 Prljevići, 32 Zabrežje).



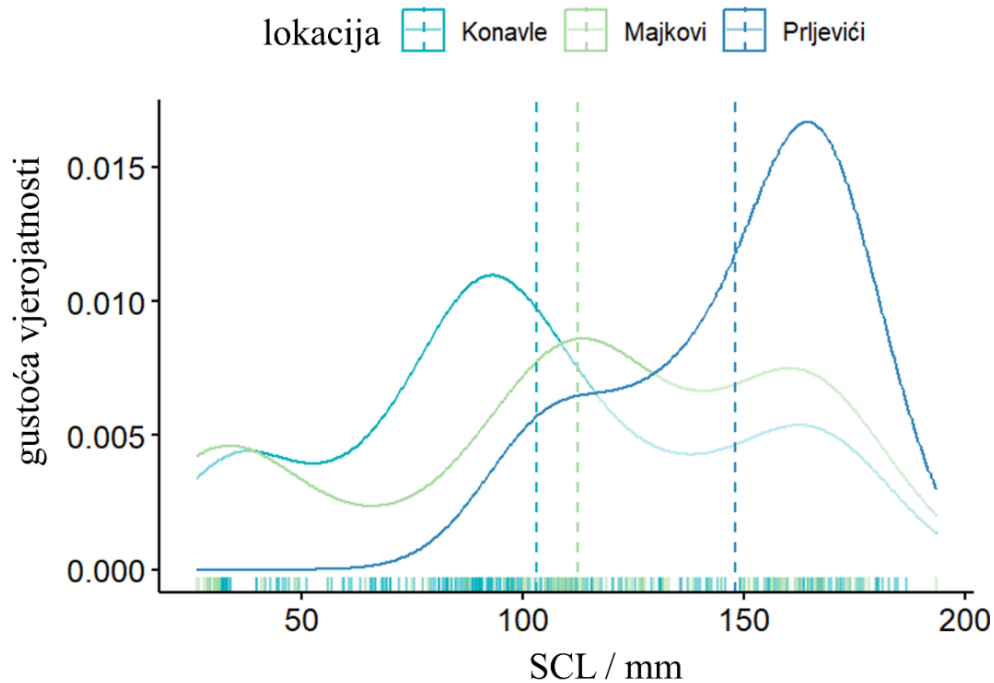
Slika 36. Distribucija podataka mase riječnih kornjača u Hrvatskoj po godinama ulova, s naznačenim prosjecima po godinama isprekidanim linijama (redom od najranije godine: $301,23 \pm 30,94$; $173,65 \pm 30,94$; $155,95 \pm 23,14$; $271,40 \pm 33,25$; $263,31 \pm 14,44$).



Slika 37. Distribucija podataka ravne dužine karapaksa (SCL) riječnih kornjača u Hrvatskoj po godinama ulova, s naznačenim prosjecima po godinama isprekidanim linijama (redom od najranije godine: $124,34 \pm 5,63$; $70,61 \pm 10,83$; $90,56 \pm 5,45$; $121,43 \pm 5,67$; $108,98 \pm 2,85$).



Slika 38. Distribucija podataka mase riječnih kornjača u Hrvatskoj po lokalitetima ulova, s naznačenim prosjecima po godinama isprekidanim linijama (Konavosko polje: $301,23 \pm 30,94$; Majkovi (Zabrežje): $173,65 \pm 30,94$; Prljevići: $263,31 \pm 14,44$).



Slika 39. Distribucija podataka ravne dužine karapaksa (SCL) riječnih kornjača u Hrvatskoj po lokalitetima ulova, s naznačenim prosjecima po lokalitetima ulova isprekidanim linijama (Konavosko polje: $301,23 \pm 30,94$; Majkovi (Zabrežje): $173,65 \pm 30,94$; Prljevići: $263,31 \pm 14,44$).

Tablica 23. Opisna statistika morfometrijskih izmjera 465 riječnih kornjača u Hrvatskoj. SCL – ravna dužina karapaksa; CCL – zakrivljena dužina karapaksa; MCW – širina karapaksa na sredini tijela; MaxCW – maksimalna širina karapaksa; WV2, WV3, WV4 – širina vertebralnih skuta; MPL – vertebradužina plastrona na sredini tijela; MaxPL – maksimalna dužina plastrona; PW6 – širina plastrona na šestoj marginalnoj pločici; MaxPW – maksimalna širina plastrona; ANW – udaljenost analnih pločica; SHMax – visina oklopa; BL_L i BL_R duljina mosta na bočnim stranama tijela: L – lijevo, R – desno; Rep – od analnog otvora do vrha repa; Rep_tot – izmjera repa od analne pločice do vrha repa.

Mjereno obilježje	N	min	max	medijan	interkvartilni raspon	prosjek	standardna devijacija	standardna pogreška
SCL	417	26,4	193,6	107,6	67,8	107,8	45,0	2,2
CCL	429	29,0	205,0	117,2	79,0	122,0	48,2	2,3

Tablica 23. Nastavak.

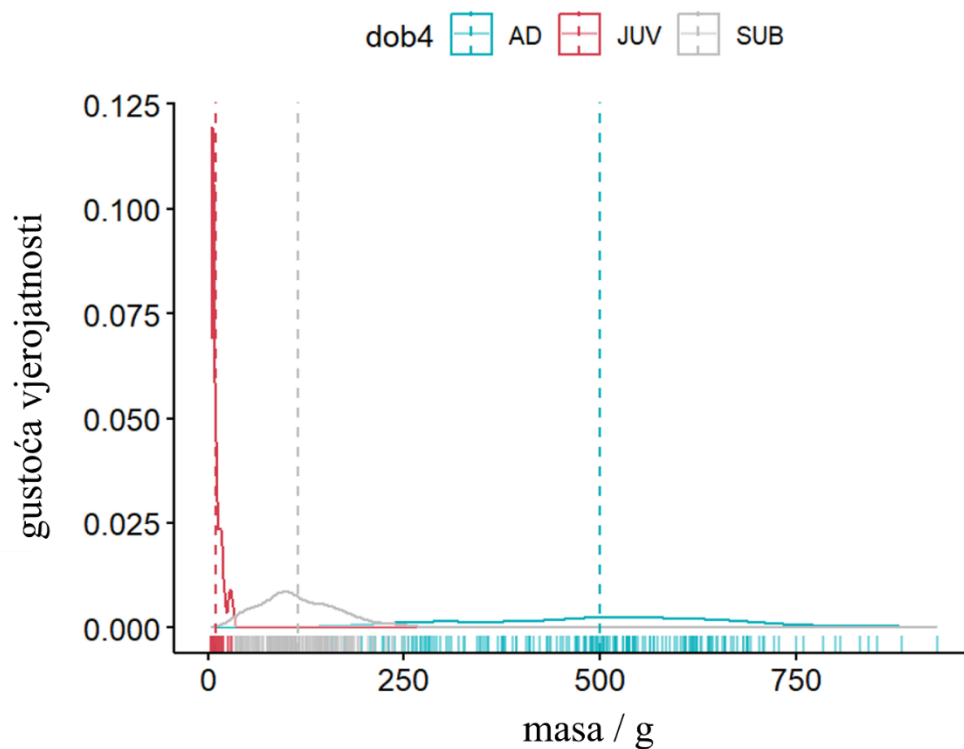
Mjereno obilježje	N	min	max	medijan	interkvartilni raspon	prosjek	standardna devijacija	standardna pogreška
MCW	441	20,6	136,2	76,7	46,7	78,9	30,4	1,4
MaxCW	442	19,2	141,3	78,8	48,2	80,3	31,5	1,5
WV2	348	10,1	48,7	27,1	15,1	28,1	10,1	0,5
WV3	344	9,6	55,0	29,4	18,6	30,7	11,7	0,6
WV4	336	8,8	54,1	30,4	18,0	31,2	11,7	0,6
MPL	353	21,5	176,8	91,1	66,0	94,5	42,2	2,2
MaxPL	352	21,6	184,7	98,4	73,2	100,9	45,3	2,4
MPW	353	16,1	119,9	64,4	43,7	65,8	27,4	1,5
MaxPW	343	16,1	119,9	65,3	44,4	67,0	28,2	1,5
ANW	350	4,6	31,2	18,6	10,1	17,8	7,1	0,4
SHMax	350	11,9	75,5	36,7	27,2	40,1	17,8	1,0
BL_L	356	5,8	70,6	35,0	26,3	37,0	17,8	0,9
BL_R	355	6,3	71,0	35,2	26,0	37,0	17,7	0,9
Rep	345	7,0	62,6	29,6	11,3	30,9	8,4	0,5
Rep_tot	202	2,97	45,3	20,5	11,0	21,0	9,2	1,3
masa	446	3,6	931,0	153,0	393,8	254,0	232,1	11,0

U ulovljenom uzorku ženke su imale najveće dimenzije svih izmjerenih karakteristika, izuzev totalne veličine repa (Tablica 23). Najveći ulovljeni mužjak imao je SCL 180,4 mm i masu 659 g, a najveća ulovljena ženka 193,6 mm i masu 931 g. Kako bi se distribucija podataka morfometrijskih izmjera približila normalnim distribucijama temeljem osnovnih statistika po dobi i spolu, formirana je, nakon korekcije ekstremnih vrijednosti, nova dobna kategorizacija kojom se uz mladunce (do 80 mm, odnosno 100 mm ravne linije karapaksa, SCL) uvodi dodatna kategorija subadultnih jedinki. Na temelju izmjera mase i SCL te opažanja sekundarnih spolnih karakteristika, u kategoriju mladunaca/juvenilnih jedinki svrstane su sve životinje kojima nije bilo moguće odrediti spol temeljem sekundarnih spolnih karakteristika i koje su do 60 mm SCL. Subadultne jedinke kojima se može ili ne može odrediti spol temeljem sekundarnih spolnih karakteristika su > 60 i ≤ 125 mm SCL ili lakše od 260 g, dok su odrasle (reproduktivne) jedinke one kojima se može ili ne može odrediti spol, a veće su od 125 mm ili imaju ≥ 260 g. Uvođenjem tih novih kategorija, distribucija podataka mase i SCL približila se normalnoj ($\alpha = 0,05$) uz ukupni uzorak od 185

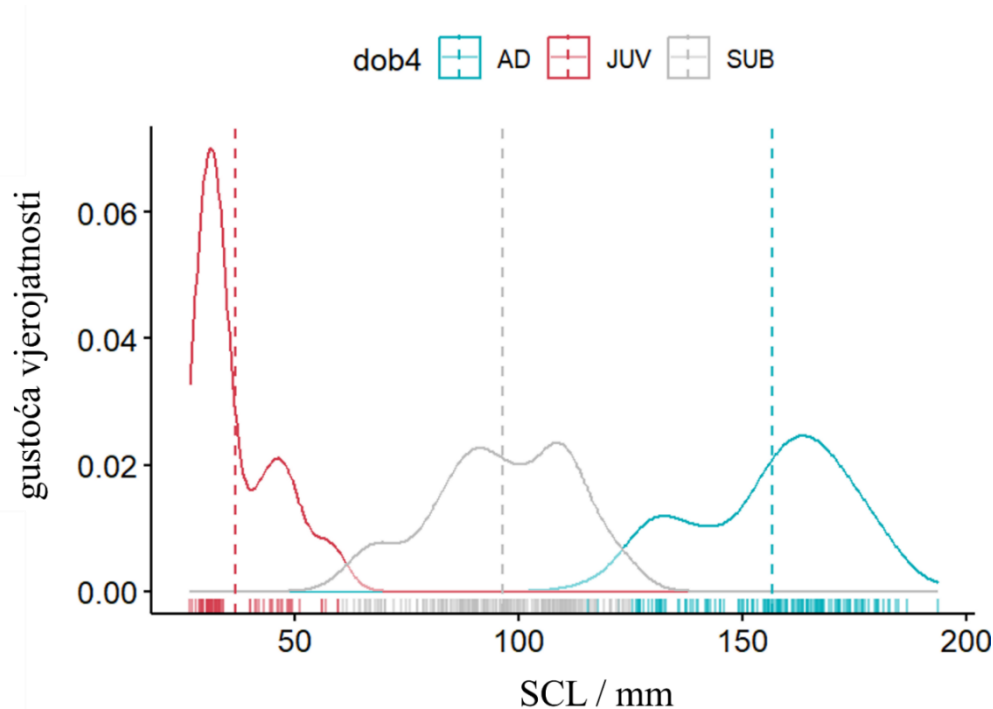
odrasle/reproduktivne jedinke (AD), 85 mladunca (JUV) i 200 subadultnih jedinki (SUB) (Slika 40, Slika 41, Tablica 24).

Tablica 24. Dobno-spolna struktura istraživanog uzorka riječnih kornjača u Hrvatskoj prema lokalitetu ulova koristeći tri dobne kategorije. Ž – ženka; M – mužjak; J – mladunac; S – subadult; NA – spol nije određen.

Lokalitet	Odrasli		Subadultni			Mladunac	Dobno-spolni omjer	Dobno-spolni omjeri bez inkubiranih jedinki
	Ž	M	Ž	M	NA	J	Ž : M : (NA+J)	
Konavosko polje	73	32	35	57	45	44	0,81 : 1 : 1	1,64 : 1 : 0,51
Majkovi – Prljevići	5	4	0	1	0	10	1 : 1 : 2	1 : 1 : 0
Majkovi – Zabrežje	41	24	11	32	15	31	0,93 : 1 : 0,75	0,93 : 1 : 0,41
Lisac	0	0	0	2	0	0	/	/
Stonsko polje	3	1	1	1	0	0	2 : 1 : 0	2 : 1 : 0
Ombla	2	0	0	0	0	0	/	/
UKUPNO	124	61	47	93	60	85		
	185		200			85	1,12 : 1 : 0,95	1,11 : 1 : 0,44



Slika 40. Distribucija podataka mase riječnih kornjača u Hrvatskoj po uvedenoj dobnoj kategorizaciji (dob4) s naznačenim prosjecima isprekidanim linijama (JUV – mladunci: $9,72 \pm 0,77$; SUB – subadultne jedinke neovisno o determinaciji spola: $115,25 \pm 3,52$; AD – reproduktivno aktivni mužjaci i ženke: $499,19 \pm 11,91$).

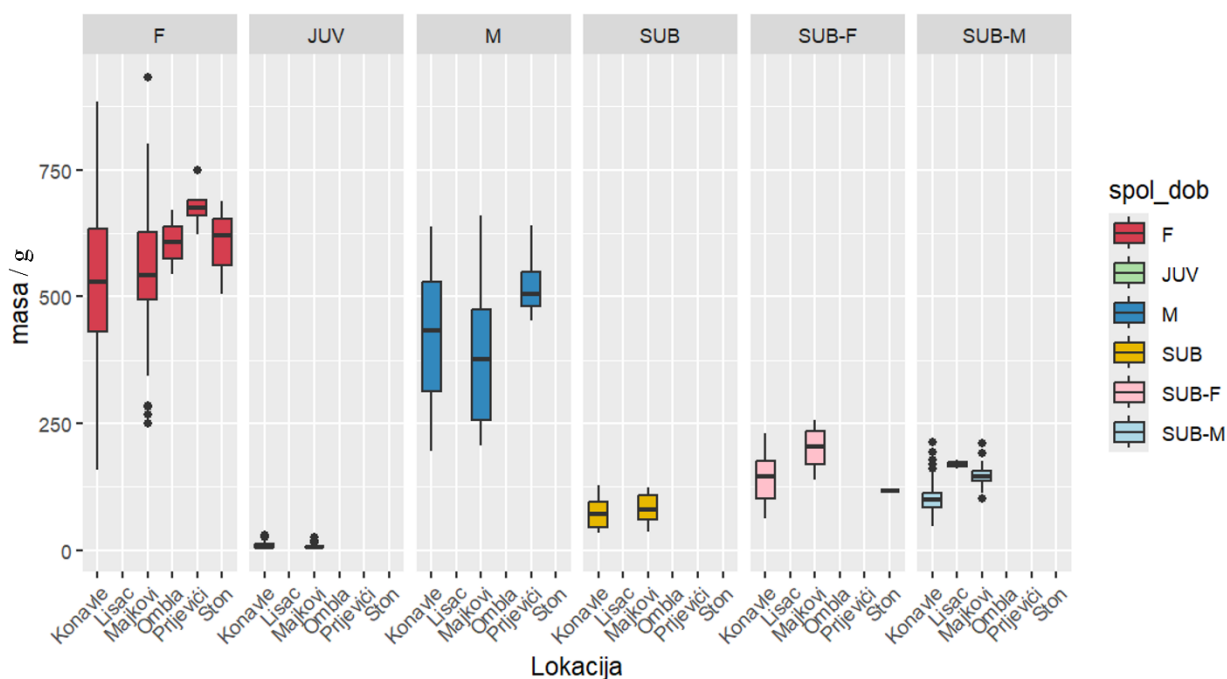


Slika 41. Distribucija podataka ravne dužine karapaksa (SCL) riječnih kornjača u Hrvatskoj po uvedenoj novoj dobnoj kategorizaciji (dob4), s naznačenim prosjecima isprekidanim linijama. (JUV – mladunci: $36,72 \pm 1,04$; SUB – subadultne jedinice neovisno o determinaciji spola: $96,39 \pm 1,10$; AD – reproduktivno aktivni mužjaci i ženke: $156,48 \pm 1,40$).

Kutijastim dijagramima prikazana je opisna statistika mase i SCL po populaciji i novo uvedenim dobno-spolnim kategorijama (Slika 42, Slika 43). Podaci mase i SCL po dobno-spolnoj kategoriji i po lokaciji su normalno distribuirani izuzev za juvenilne jedinice. Sve razlike među lokacijskim i dobno-spolnim kategorijama u dvostrukoj analizi varijance masa i SCL dužina bile su značajne ($p < 0,001$), osim za SCL i masu između subadultnog mužjaka i subadultne ženke te masu subadulta bez određenog spola i subadultnog mužjaka. Dodatnim analizama novih dobno-spolnih kategorija neparametarskim testovima za izmjere mase i SCL razlike nisu utvrđene između mužjaka i ženki, između subadultnih mužjaka i spolno neodređenih subadulta, kao niti između subadultnih mužjaka i subadultnih ženki. Razlike u masi i SCL između juvenilnih životinja i spolno neodređenih subadulta te spolno neodređenih subadulta i subadultnih ženki bile su značajne uz manju razinu značajnosti ($p < 0,01$). U dodatnim neparametarskim testovima mase i SCL prema različitim

lokacijama uzorkovanja utvrđene su statistički značajne razlike samo za izmjere mase između Prljevića i Majkova (Zabrežje) i Prljevića i Konavala.

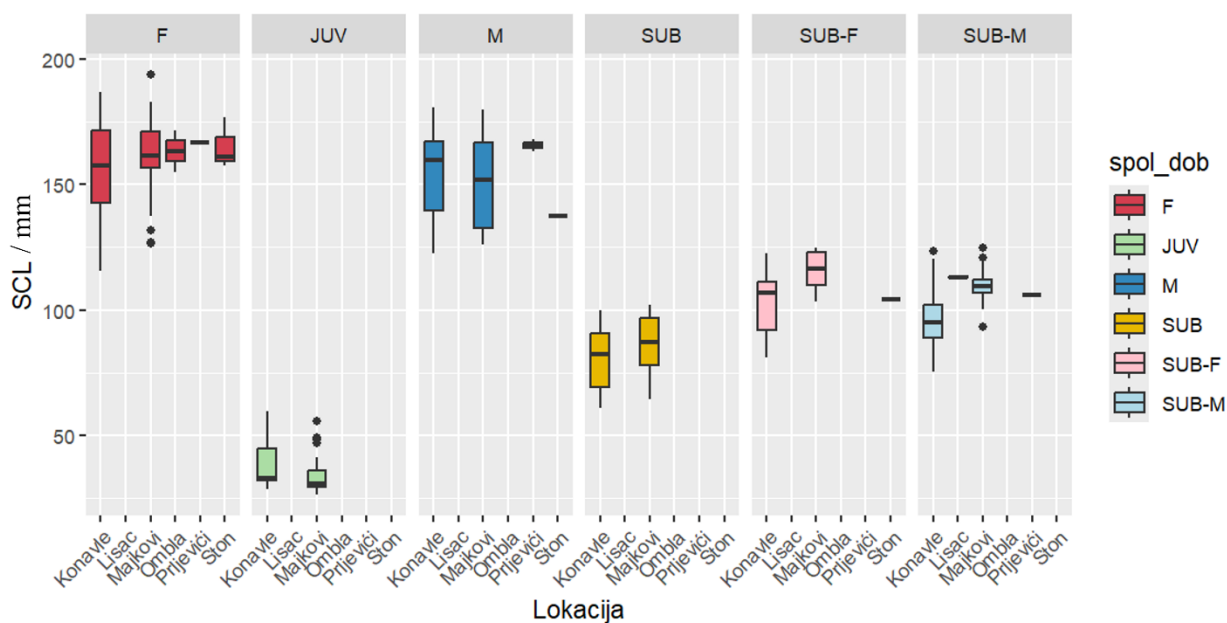
Kada neparametarskim testovima analiziramo razlike između novih dobno-spolnih skupina na takav način da se grupiraju ženke sa subadultnim ženkama, mužjaci sa subadultnim mužjacima i subadulti neodređenog spola s juvenilnim životinjama, statistički je značajna razlika u izmjerenim masama i SCL dužinama između juvenilnih, muških i ženskih jedinki.



Slika 42. Kutijasti dijagram mase riječnih kornjača u Hrvatskoj po uvedenoj spolno-dobnoj kategorizaciji (J – mladunci; NA – subadultne jedinke bez determiniranog spola; F-juvenile – subadultne ženke; M-juvenile – subadultni mužjaci; F – reproduktivno aktivne ženke; M – reproduktivno aktivni mužjaci).

SCL ženki izmjeren je u rasponu između 81,1 – 193,6 mm, a masa 62 – 931 g, sa subadultnim ženkama do 124,9 mm, odnosno do 256 g (Tablica 25). SCL mužjaka izmjeren je u rasponu između 75,6 – 180,4 mm, a masa 48 – 659 g, sa subadultnim mužjacima do 124,7 mm, odnosno do 212 g

(Tablica 26). SCL mladunaca izmjeren je u rasponu između 26,4 – 101.9 mm, a masa 3,6 – 128 g, s najmlađim mladuncima do 59,7 mm, odnosno do 30 g (Tablica 27).



Slika 43. Kutijasti dijagram ravne dužine karapaksa (SCL) riječnih kornjača u Hrvatskoj po uvedenoj spolno-dobnoj kategorizaciji (J – mladunci; NA – subadultne jedinice bez determiniranog spola; F-juvenile – subadultne ženke; M-juvenile – subadultni mužjaci; F – reproduktivno aktivne ženke; M – reproduktivno aktivni mužjaci).

Također, ostale mjerene karakteristike (MPL – dužina plastrona na sredini tijela, MaxPL – maksimalna dužina plastrona, MCW – širina karapaksa na sredini tijela, MaxCW – maksimalna širina karapaksa, MPW – širina plastrona na sredini tijela, MaxPW – maksimalna širina plastrona, SHMax – visina oklopa, VTT – duljina repa od nečisnice do vrha repa, Rep_tot – duljina repa od analne pločice do vrha repa, ANW – udaljenost analnih pločica) neparametarskim testovima pokazuju u testu prema lokalitetima uzorkovanja značajnu razliku izmjera iz Prljevića, koje su veće u odnosu na Majkove (Zabrežje) i Konavosko polje, osim kod plastralnih izmjera (MPL, MaxPL). Sve navedene karakteristike izuzev ANW testirane neparametarskim testovima pokazuju značajne razlike između dobno-spolnih kategorija izvedenih iz gore opisanih 6 razina na takav način da se grupiraju ženke sa subadultnim ženkama, mužjaci sa subadultnim mužjacima i subadulti

neodređenog spola s juvenilnim životinjama. Kod ANW nema značajne razlike između izmjera mužjaka i ženki. Izmjere ostalih karakteristika za ženke veće su od izmjera za mužjake i mladunce, izmjere za mužjake su značajno veće od izmjera za mladunce, izuzev ukupnog repa (Rep_tot) koji je veći kod mužjaka (Tablica 25, Tablica 26, Tablica 27). Neparametarski testovi na navedenim mjerenim karakteristikama za razlike među dobno-spolnim kategorijama (mladunac, neodređeni subadult, ženski subadult, muški subadult, ženska odrasla jedinka, muška odrasla jedinka) za sve izmjere osim za izmjere repa i SHMax pokazuju da su razlike značajne između svih kategorija osim između mužjaka i ženki, između muških i ženskih subadulta. Dodatno, MPL, MaxPL, MPW i MaxPW nisu bili značajno različiti između neodređenih subadulta i subadultnih mužjaka, a razlike između neodređenih subadulta i subadultnih ženki te subadultnih ženki i odraslih mužjaka mogu se ustvrditi uz niže razine značajnosti (redom: $p = 0,01$, $p = 0,04$ za MPL; $p = 0,02$, $p = 0,02$ za MaxPL; $p = 0,02$ i $p = 0,006$ za MPW; $p = 0,02$ i $p = 0,007$ za MaxPW). Dodatno kod MCW i MaxCW uz nižu razinu značajnosti (redom: $p = 0,05$ i $p = 0,04$) može se utvrditi razlika između neodređenih subadulta i subadultnih mužjaka.

Maksimalna visina oklopa (SHMax) je bila viša kod ženki, nego kod mužjaka. SHMax razlike nisu bile značajne između muških subadulta i onih neodređenog spola, između muški i ženskih subadulta te odraslih mužjaka i subadultnih ženki. U toj analizi SHMax izmjera s nižom razinom značajnosti razlikuju se mužjaci od ženki i subadultne ženke od subadulta neodređenog spola (redom: $p = 0,03$, $p = 0,01$).

Ženke su imale u prosjeku duže repove od mužjaka i u odrasloj i u subadultnoj kategoriji prema izmjeri od otvora nečisnice do vrha repa (Rep), ali i u prosjeku kraću ukupnu dužinu repa mjerenu od ruba plastrona do vrha repa tako da uključuje i kloaku (Rep_tot), dok su subadulti neodređenog spola i juvenilne jedinke imali najkraće repove. Drukčiji uzorak značajnosti razlika po dobno-spolnim kategorijama, od ostalih izmjera, osim maksimalne visine karapaksa pokazale su i izmjere repa. Izmjera repa od kloakalnog otvora do vrha značajno se razlikovala po 6 dobno-spolnih kategorija s time da razlike nisu bile značajne između ženki i subadultnih ženki, odraslih mužjaka i subadulta neodređenog spola, odraslih mužjaka i subadultnih ženki, subadultnih mužjaka i subadulta neodređenog spola, a razlike se mogu utvrditi uz manju razinu značajnosti između izmjera repa za mužjake i subadultne mužjake te subadultnih ženki i subadulta neodređenog spola (redom: $p = 0,02$, $p = 0,002$).

Izmjera ukupne dužine repa od ruba plastrona do vrha repa značajno se razlikovala po 6 dobno-spolnih kategorija s time da razlike nisu bile značajne između odraslih ženki i ženskih subadulta, odraslih ženki i neodređenih subadulta, neodređenih subadulta i ženskih subadulta, zatim mužjaka i muških subadulta te juvenilnih životinja i ženskih subadulta i juvenilnih životinja i subadulta neodređenog spola.

Tablica 25. Opisna statistika morfometrijskih izmjera 168 ženki riječnih kornjača prema dobno-spolnoj strukturi. SCL – ravna dužina karapaksa; CCL – zakrivljena dužina karapaksa; MCW – širina karapaksa na sredini tijela; MaxCW – maksimalna širina karapaksa; WV2, WV3, WV4 – širina vertebralnih skuta; MPL – dužina plastrona na sredini tijela; MaxPL – maksimalna dužina plastrona; PW6 – širina plastrona na šestoj marginalnoj pločici; MaxPW – maksimalna širina plastrona; ANW – udaljenost analnih pločica; SHMax – visina oklopa; BL_L duljina mosta na lijevoj bočnoj strani tijela Rep_tot – izmjera repa od ruba plastrona.

	Ženke					Subadultne ženke				
	N	raspon	medijan	Prosjek ± SE	SD	N	raspon	medijan	Prosjek ± SE	SD
SCL	99	115,5 – 193,6	161,1	158,8±1,7	16,8	46	81,1 – 124,9	108	105,9±1,8	12,3
CCL	120	134 – 205	173	172,6±1,5	16,4	45	86 – 137	113	111,4±2,1	13,8
MCW	121	80,1 – 136,2	113,4	111,7±1	10,7	46	58,9 – 90,3	78	75,7±1,2	7,9
MaxCW	119	89,5 – 141,3	116	114,5±1	10,8	46	60,5 – 91,1	79,4	77,6±1,2	7,8
WV2	92	29,1 – 48,6	40,1	39,3±0,4	4,0	30	21,6 – 33,6	28,2	28,0±0,5	2,9
WV3	92	32,4 – 55	44,2	43,7±0,5	4,7	30	23,7 – 35,3	29,6	29,6±0,6	3,3
WV4	91	30,8 – 54,1	44,4	43,4±0,5	4,8	28	24,1 – 36,4	30,2	30,2±0,6	3,2
MPL	90	106,1 – 176,8	147,5	143,8±1,5	14,3	31	71 – 109,1	97	95,4±2,0	11
MaxPL	89	114 – 184,7	155,3	152,8±1,6	14,7	31	75,6 – 116,9	104,6	101,8±2,1	11,9
MPW	91	73,8 – 119,9	96,8	96,2±1	9,8	31	48,4 – 96,4	66,6	65,9±1,7	9,3

Tablica 25. Nastavak.

	Ženke					Subadultne ženke				
	N	raspon	medijan	Prosjeak ± SE	SD	N	raspon	medijan	Prosjeak ± SE	SD
MaxPW	91	75 – 119,9	99,2	98,3±1,1	10,3	30	52,5 – 75,5	67,4	66,5±1,2	6,6
ANW	91	17,4 – 31,2	23,4	23,7±0,3	2,8	30	12 – 22,5	17,1	17±0,4	2,2
SHMax	92	46,4 – 75,5	64,5	63±0,8	7,4	31	27,6 – 46,9	39,8	39,3±1	5,4
BL_L	93	34,2 – 70,6	59,3	58,4±0,7	6,7	31	26,9 – 43,5	37,5	36,9±0,8	4,6
Rep	90	7 – 62,6	42,2	41,1±0,8	7,2	31	9 – 41,9	34,2	33,5±1	5,8
Rep_tot	58	6 – 29,2	18,7	19±0,5	4,0	17	8,4 – 23,2	16	14,9±1	4
masa	122	158 – 931	543	542,7±14,2	156,6	46	62 – 256	157,5	154,5±7,4	49,9

Tablica 26. Opisna statistika morfometrijskih izmjera 150 mužjaka riječnih kornjača prema dobno-polnoj strukturi. SCL – ravna dužina karapaksa; CCL – zakrivljena dužina karapaksa; MCW – širina karapaksa na sredini tijela; MaxCW – maksimalna širina karapaksa; WV2, WV3, WV4 – širina vertebralnih skuta; MPL – dužina plastrona na sredini tijela; MaxPL – maksimalna dužina plastrona; PW6 – širina plastrona na šestoj marginalnoj pločici; MaxPW – maksimalna širina plastrona; ANW – udaljenost analnih pločica; SHMax – visina oklopa; BL_R duljina mosta na desnoj strani tijela; Rep_tot – izmjera repa od ruba plastrona.

	Mužjaci					Subadultni mužjaci				
	N	raspon	medijan	Prosjeak ± SE	SD	N	raspon	medijan	Prosjeak ± SE	SD
SCL	52	122,4 – 180,4	153,9	152,5±2,4	17	90	75,6 – 124,7	102,1	101,4±1,2	11,3
CCL	58	117,2 – 197	171	166,1±2,7	20,4	91	81 – 132	107	106,9±1,3	12,7
MCW	58	85,3 – 127,5	107,5	105±1,5	11,1	89	54,6 – 87,4	71,4	70,7±0,7	7,0
MaxCW	58	38,5 – 131,4	111,2	106,9±1,9	14,5	90	55,8 – 89,3	74,5	72,9±0,8	7,4

Tablica 26. Nastavak.

	Mužjaci					Subadultni mužjaci				
	N	raspon	medijan	Prosjek ± SE	SD	N	raspon	medijan	Prosjek ± SE	SD
WV2	49	28,9 – 42,8	36,5	36,2±0,6	3,9	59	21,1 – 29,9	26,2	25,8±0,3	2,0
WV3	48	31,6 – 48,8	40,4	39,9±0,7	4,7	59	22,3 – 32,3	28,6	27,8±0,3	2,5
WV4	48	32,4 – 53,7	41,8	41,4±0,7	4,9	60	19,9 – 34,4	29,6	28,6±0,4	3,0
MPL	50	101,5 – 150,9	130	127±1,8	12,6	61	48,5 – 102,2	87,2	85,4±1,2	9,3
MaxP L	50	110,3 – 160	141,3	137,8±1,9	13,5	61	54,6 – 111,2	94,5	92,5±1,3	10,1
MPW	50	70,9 – 102,8	90	88,2±1,2	8,5	60	51,1 – 73,2	62	61,4±0,7	5,2
MaxP W	47	71,3 – 106	90,4	90,2±1,4	9,4	58	51,1 – 73,8	62,7	62,3±0,7	5,2
ANW	50	20,5 – 30,8	25,6	25,6±0,4	2,7	61	13,1 – 26,3	18,6	18,6±0,3	2,4
SHM ax	46	40,1 – 65,6	49,6	50,5±0,9	5,8	61	24,6 – 42,1	35	34,5±0,4	3,5
BL_L	50	36,8 – 63,1	49,6	49,1±0,8	5,6	61	27,1 – 41,5	32,8	32,7±0,4	3,2
Rep	50	23,1 – 48,4	30,7	30,7±0,5	3,7	57	9,3 – 34,1	27,1	26,9±0,5	3,7
Rep_t ot	33	19,5 – 45,3	33,3	33,5±1,1	6,4	45	18,2 – 32,6	26,7	26,5±0,6	3,8
masa	59	196 – 659	423	413±16,6	127,3	90	48 – 212	119	122,5±4	37,9

Tablica 27. Opisna statistika morfometrijskih izmjera 132 mladunaca riječnih kornjača prema dobno-spolnoj strukturi. SCL – ravna dužina karapaksa; CCL – zakrivljena dužina karapaksa; MCW – širina karapaksa na sredini tijela; MaxCW – maksimalna širina karapaksa; WV2, WV3, WV4 – širina vertebralnih skuta; MPL – dužina plastrona na sredini tijela; MaxPL – maksimalna dužina plastrona; PW6 – širina plastrona na šestoj marginalnoj pločici; MaxPW – maksimalna širina plastrona; ANW – udaljenost analnih pločica; SHMax – visina oklopa; BL_R duljina mosta na desnoj strani tijela; Rep_tot – izmjera repa od ruba plastrona.

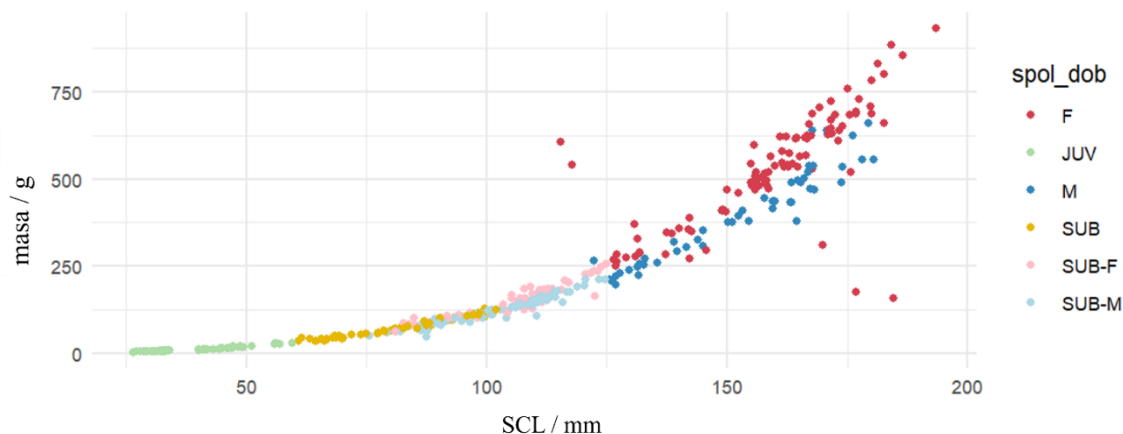
	Subadulti bez određenog spola					Mladunci				
	N	raspon	medijan	Prosjek ± SE	SD	N	raspon	medijan	Prosjek ± SE	SD
SCL	60	60,8 – 101,9	82,9	81,8±1,6	12,1	72	26,4 – 59,7	32,4	36,7±1	8,8
CCL	59	64 – 111	87	86,6±1,7	12,8	58	29 – 64	35	40,6±1,3	9,9
MCW	59	46,6 – 71,8	59,7	59,5±0,9	7,2	70	20,6 – 47,4	26,2	29,2±0,8	7
MaxCW	59	47,7 – 73,6	62,3	60,9±1	7,7	72	19,2 – 48,2	26,4	29,2±0,9	7,3
WV2	51	17,8 – 27,3	23,3	22,7±0,3	2,3	66	10,1 – 19,7	12	12,9±0,3	2,4
WV3	51	18,8 – 28	24	23,6±0,3	2,4	63	9,6 – 20,3	12,3	13,2±0,3	2,5
WV4	50	18 – 30,1	24,2	24±0,4	2,6	58	8,8 – 19,3	11,7	12,7±0,3	2,5
MPL	52	49,9 – 87,4	74,2	70,8±1,4	10	68	21,5 – 48,8	27,5	30,7±0,9	7,3
MaxPL	52	51,5 – 93,9	79,6	76,2±1,6	11,2	68	21,6 – 52,9	28	31,7±1	8,1
MPW	52	39,8 – 60,1	52,4	50,9±0,8	6	68	16,1 – 38,8	21	23,6±0,7	6,1
MaxPW	50	39,8 – 62,3	52,1	51,1±0,8	5,9	66	16,1 – 39,9	21,3	23,8±0,8	6,4
ANW	50	9,2 – 17,8	14,4	14±0,4	2,6	67	4,6 – 10,6	5,8	6,3±0,2	1,3
SHMax	51	23 – 35,3	29,7	29±0,5	3,7	68	11,9 – 22,4	15	15,7±0,3	2,2
BL_L	52	19,7 – 34,7	27,5	27±0,5	3,6	68	5,8 – 19,7	9	10,5±0,4	3,7
Rep	50	20,9 – 33,5	27,9	27,9±0,4	2,7	66	15,6 – 27,1	21,3	21,5±0,3	2,3

Tablica 27. Nastavak.

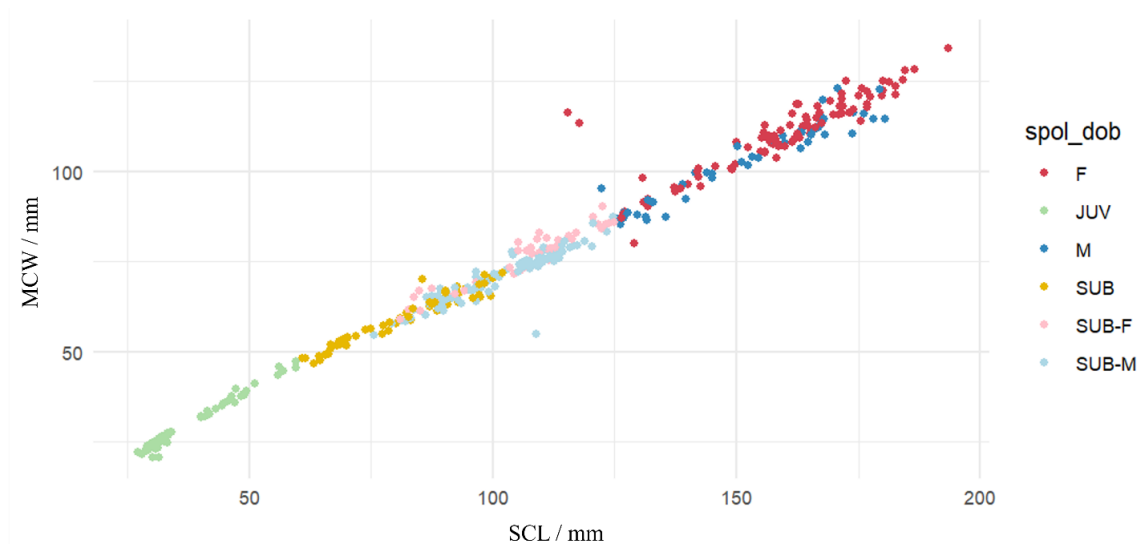
	Subadulti bez određenog spola					Mladunci				
	N	raspon	medijan	Prosjek ± SE	SD	N	raspon	medijan	Prosjek ± SE	SD
Rep_tot	21	10,2 – 27,4	15,5	16,9±1,1	5,2	27	3 – 19,2	6,1	7,9±1,1	5,7
masa	59	35 – 128	75	74±3,6	27,8	72	3,6 – 30	6,5	9,7±0,8	6,5

Sve izmjere međusobno su visoko korelirane, s rasponom koeficijenta korelacije 0,83 – 0,99 za sve izmjere osim repa. Koeficijenti korelacije za Rep u rasponu su 0,64 – 0,81, a za Rep_van u rasponu 0,29 – 0,68.

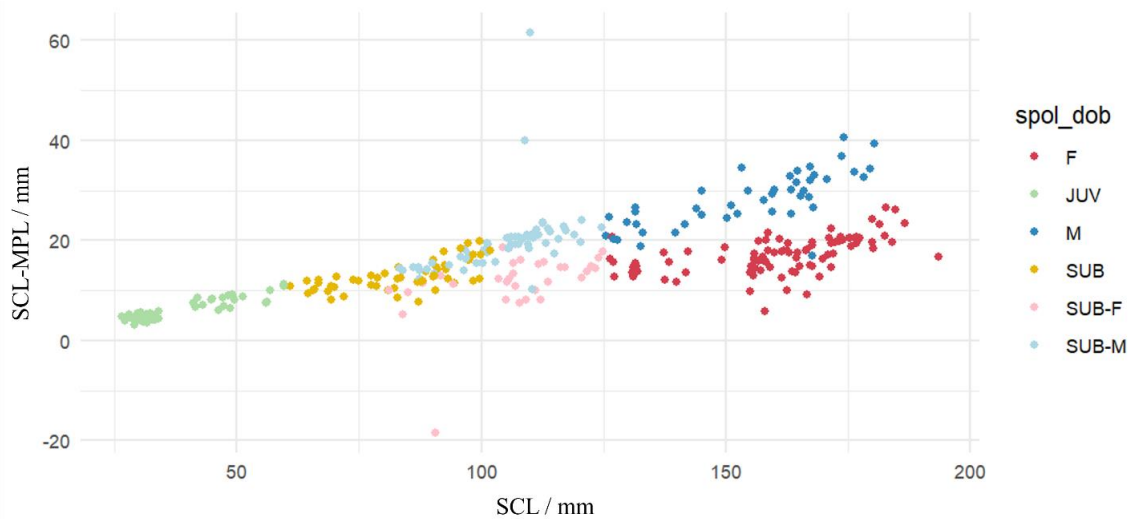
Međuodnosi morfometrijskih izmjera za diskriminaciju dobno spolnih kategorija prikazani su točkastim grafovima za omjer izmjera ravne dužine karapaksa (SCL) i mase (Slika 44), omjer SCL i razlike dužina karapaksa i plastrona (Slika 45) i omjer ravne dužine karapaksa i maksimalne širine karapaksa (Slika 46).



Slika 44. Ovisnost mase o ravnoj dužini karapaksa (SCL) u odnosu na dobno-spolne kategorije kod riječnih kornjača u Hrvatskoj. F – odrasla ženka; JUV – mladunac; M – odrasli mužjak; SUB – subadultna jedinka kojoj nije bilo moguće odrediti spol; SUB-F – subadultna ženka; SUB-M – subadultni mužjak.



Slika 45. Ovisnost širine karapaksa (MCW) o ravnoj dužini karapaksa (SCL) u odnosu na dobno-spolne kategorije kod riječnih kornjača u Hrvatskoj. F – odrasla ženka; JUV – mladunac; M – odrasli mužjak; SUB – subadultna jedinka kojoj nije bilo moguće odrediti spol; SUB-F – subadultna ženka; SUB-M – subadultni mužjak.



Slika 46. Ovisnost razlike ravne dužine karapaksa i dužine plastrona (MCW) o ravnoj dužini karapaksa (SCL-MPL) u odnosu na dobno-spolne kategorije kod riječnih kornjača u Hrvatskoj. F- odrasla ženka; JUV – mladunac; M – odrasli mužjak; SUB – subadultna jedinka kojoj nije bilo moguće odrediti spol; SUB-F – subadultna ženka; SUB-M – subadultni mužjak.

Na slikama 45 i 46 uočljivo je da se prvi puta spol prema sekundarnim spolnim karakteristikama određuje kod mužjaka od 75 mm, no uzevši u obzir razliku dužina karapaksa i plastrona, prvi je uočljiv ženski spol i to na dimenzijama većim od 75 mm ravne linije karapaksa (Slika 46). Između dimenzija 75 i 100 mm ravne linije karapaksa postoji skupina jedinki od kojih nekima nije bilo moguće odrediti spol. Na istoj slici uočljivo je da su iznad 30 mm razlike dužine plastrona i karapaksa sve životinje dulje od 125 mm SCL bile mužjaci. Na slici 45 uočljivo je da su sve životinje iznad 625 g mase i 175 mm SCL bile ženke.

4.3 ZNAČAJKE REPRODUKCIJSKE BIOLOGIJE

Tijekom ovog istraživanja ulovljeno je ukupno 68 ženki za potrebe istraživanja reprodukcije biologije. Njih 29 prošlo je rendgensko snimanje na terenu radi utvrđivanja gravidnosti, dok je za njih 39, temeljem svoje mase i veličine ženki, pretpostavljeno da bi mogle biti gravidne te su privremeno izuzete iz prirode i odvedene u Zagreb. Od 68 ženki njih 42,6 % bilo je gravidno te su položile jaja u Zagrebu (Tablica 28).

Tablica 28. Broj ulovljenih ženki i gravidnih ženki riječne kornjače po lokalitetu, s brojem ženki koje su prošle rendgensku dijagnostiku radi utvrđivanja gravidnosti.

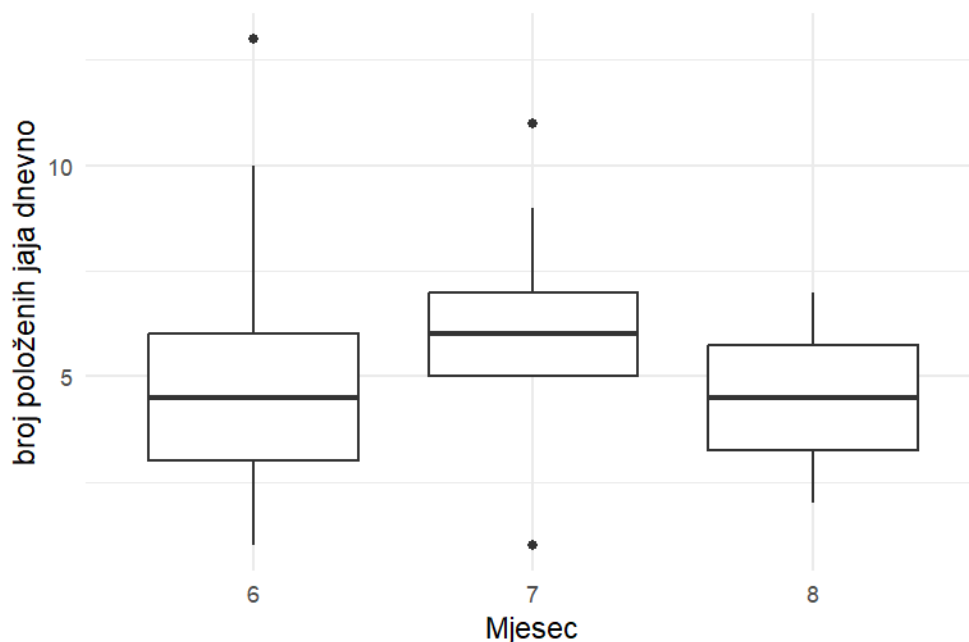
Lokacija	Godina ulova	Broj ulovljenih ženki	Rendgen	Bez rendgena	Broj gravidnih ženki
Zaselak Prljevići	2019	4	0	4	4
	2017	6	0	6	1
	2018	15	0	15	6
Zaselak Zabrežje	2019	7	0	7	0
	2023	3	3	0	1
	2014	3	3	0	3
Konavosko polje	2015	7	0	7	4
	2023	13	13	0	5
	2024	10	10	0	5
UKUPNO		68	29	39	29

Inkubacija i izlijeganje mladunaca

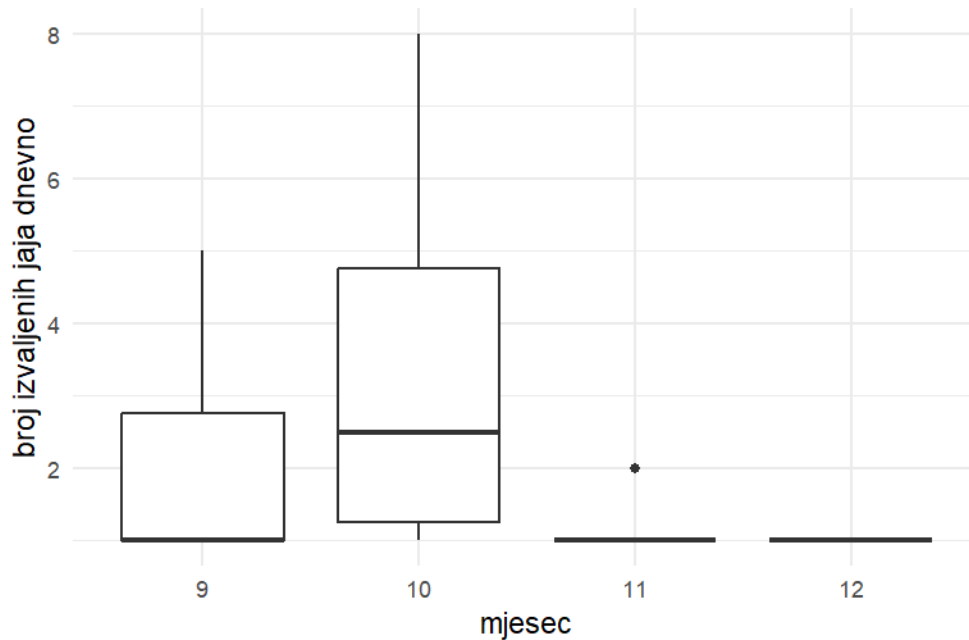
Iako nije poznato u kojem su se vremenskom periodu riječne kornjače točno parile moguće je utvrditi najraniji datum gravidnosti koji je na populacijama iz Hrvatske bio 15. svibnja (Tablica 29). Riječne kornjače jaja su polagale od lipnja do kolovoza, s najranijim datumom polaganja 18. lipnja, a najkasnijim 26. kolovoza, pri čemu je vrhunac sezone polaganja jaja bio u srpnju (Slika 47). Ukupno je položeno 29 gnijezda i 135 jaja (Tablica 29).

Prosječno trajanje inkubacije jaja riječne kornjače u Hrvatskoj iznosilo je $97,22 \pm 1,58$ dana. Najkraća inkubacija trajala je 66 dana (Konavosko polje), dok je najduža inkubacija zabilježena u Prljevićima i trajala je 149 dana, pri čemu je 50 % inkubacija trajalo do 106 dana (Tablica 29).

Mladunci su se valili iz jajeta u periodu od rujna do prosinca, s najranijim datumom valjenja 8. rujna, a najkasnijim 3. studenoga, pri čemu ih je najviše iz jaja izašlo u listopadu (Slika 48).



Slika 47. Dinamika polaganja jaja riječne kornjače prikazana po mjesecima za ukupni uzeti uzorak riječne kornjače.



Slika 48. Dinamika izlijeganja mladunaca riječne kornjače prikazana po mjesecima za ukupni uzeti uzorak riječne kornjače.

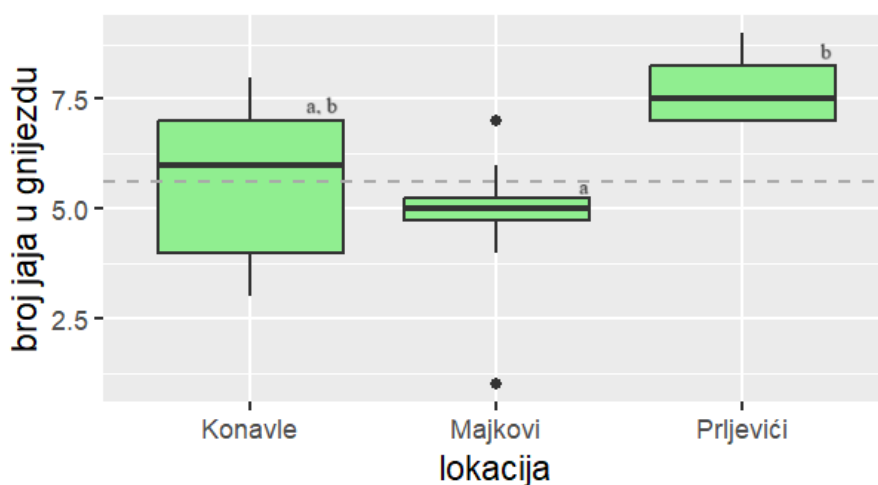
Tablica 29. Broj gnijezda, broj jaja, periodi utvrđivanja gravidnosti, polaganja jaja, izlijeganja mladunca te prosječno trajanje inkubacije riječne kornjače, raspoređeno po godinama istraživanja. Prosječna inkubacija prikazana je sa srednjom vrijednošću \pm standardna pogreška.

varijabla	2014	2015	2017	2018	2019	2023	2024
N gnijezda	3	4	1	6	4	6	5
N položenih jaja	19	20	4	29	31	32	/
najraniji datum utvrđivanja gravidnosti	27. V	14. VI	/	5. VI	19. VI	15. VI	15. V
najraniji datum polaganja jaja	18. VI	28. VI	/	27. VI	1. VIII	23. VI	/
najkasniji datum polaganja jaja	25. VI	5. VII	/	13. VII	26. VIII	3. VII	/
najraniji datum valjenja	8. IX	5. X	25. IX	12. X	26. XI	22. IX	/
najkasniji datum valjenja	21. IX	7. X	25. IX	8. XI	3. XII	10. X	/
prosječna inkubacija	86,47 $\pm 0,84$	83,50 $\pm 3,81$	/	109,70 $\pm 0,81$	133,00 ± 16	95,00 $\pm 1,56$	/
N uspješnih inkubacija	17	14	/	28	2	21	/

Karakteristike gnijezda

Bilježene reproduktivne varijable (Tablica 30) bile su normalno distribuirane ($\alpha = 0.001$), osim masa ženki prije i masa ženki nakon polaganja jaja te SCL ženki koji su bili normalno distribuirani uz niži nivo značajnosti ($p = 0,015$).

Varijable karakteristike gnijezda riječne kornjače analizirane su jednostrukim analizama varijance (ANOVA) prilikom čega nisu pronađene statistički značajne razlike među grupama/lokalitetima uzorkovanja ($\alpha = 0,05$). Jedino se veličina gnijezda između jedinki iz Zabržja i jedinki iz Prljevića značajno razlikovala (Tablica 30, Slika 49). Gnijezda iz Prljevića imala su tri jaja više od gnijezda iz Zabržja. U daljnjim analizama korištena je skupna vrijednost svake varijable, neovisno o lokaciji uzorkovanja.



Slika 49. Graf kutijastog dijagrama za veličinu gnijezda riječne kornjače na istraživanim lokacijama. Sivim iscrtanim linijama obilježen je ukupni prosjek ukupnog uzorka od $5,6 \pm 1,9$. Prosjeci s različitom slovnom oznakom statistički se značajno razlikuju ($p = 0,017$).

Tablica 30. Analizirane karakteristike reprodukcijских obilježja gnijezda riječne kornjače po lokalitetu. Vrijednosti su prikazane sa srednjom vrijednošću ± standardna pogreška, ako nije drugačije naznačeno.

Varijabla	lokalitet			Ukupno
	Zabrežje	Prljevići	Konavosko polje	
ukupni broj ženki	31	4	33	68
ukupni broj gnijezda	8	4	17	29
ukupno analiziranih jaja	38	31	66	135
SCL ženke po gnijezdu (mm)	173,89 ± 2,11	173 ± 1,37	168,53 ± 3,60	170,74 ± 2,20
masa ženke prije polaganja jaja po gnijezdu (g)	678,86 ± 37,17	686,50 ± 13,53	638,17 ± 35,14	658,96 ± 21,51
masa ženke nakon polaganja jaja po gnijezdu (g)	648,14 ± 28,65	661,00 ± 32,76	617,18 ± 41,37	635,00 ± 22,94
gubitak mase ženke nakon polaganja jaja (g)	35,91 ± 11,80	72,00 ± 0,00	50,8 ± 5,26	47,58 ± 5,12
veličina gnijezda	4,80 ± 1,80	7,80 ± 1,00	5,50 ± 1,70	5,60 ± 1,90
RCM po gnijezdu	0,07 ± 0,01	0,09 ± 0,01	0,08 ± 0,01	0,08 ± 0,01
EFCM po gnijezdu	43,02 ± 6,51	64,58 ± 3,09	54,35 ± 4,72	52,28 ± 3,50
masa gnijezda (g)	42,22 ± 6,85	64,60 ± 3,10	50,42 ± 5,21	50,05 ± 3,73
masa jajeta po gnijezdu	9,13 ± 0,54	8,36 ± 0,25	9,96 ± 0,31	9,41 ± 0,26
volumen jaja/mm ³	0,74 ± 0,03	6,59 ± 0,14	9,16 ± 0,12	7,77 ± 0,45
masa jaja (g)	9,05 ± 0,21	7,77 ± 0,16	9,76 ± 0,16	9,37 ± 0,13
duljina jaja (mm)	3,99 ± 0,07	35,01 ± 0,33	39,08 ± 0,52	34,9 ± 1,79
širina jaja (mm)	18,86 ± 0,28	18,96 ± 0,17	21,16 ± 0,10	20,42 ± 0,20
% oplodjenih jaja po gnijezdu	97,40 %	83,90 %	86,40 %	88,50 %
uspjeh inkubacije po gnijezdu	86,50 %	38,50 %	93,00 %	79,17 %
trajanje inkubacije (dan)	108,73 ± 1,02	133,00 ± 16,00	88,88 ± 1,44	97,22 ± 1,58
broj živih mladunaca po gnijezdu	4,00 ± 0,76	2,50 ± 0,87	4,42 ± 0,50	3,96 ± 0,39
masa svih mladunaca po gnijezdu (g)	27,63 ± 4,61	29,05 ± 8,79	25,74 ± 3,07	26,89 ± 2,48
masa mladunca po gnijezdu (g)	5,87 ± 0,37	5,61 ± 0,26	5,90 ± 0,16	5,84 ± 0,14

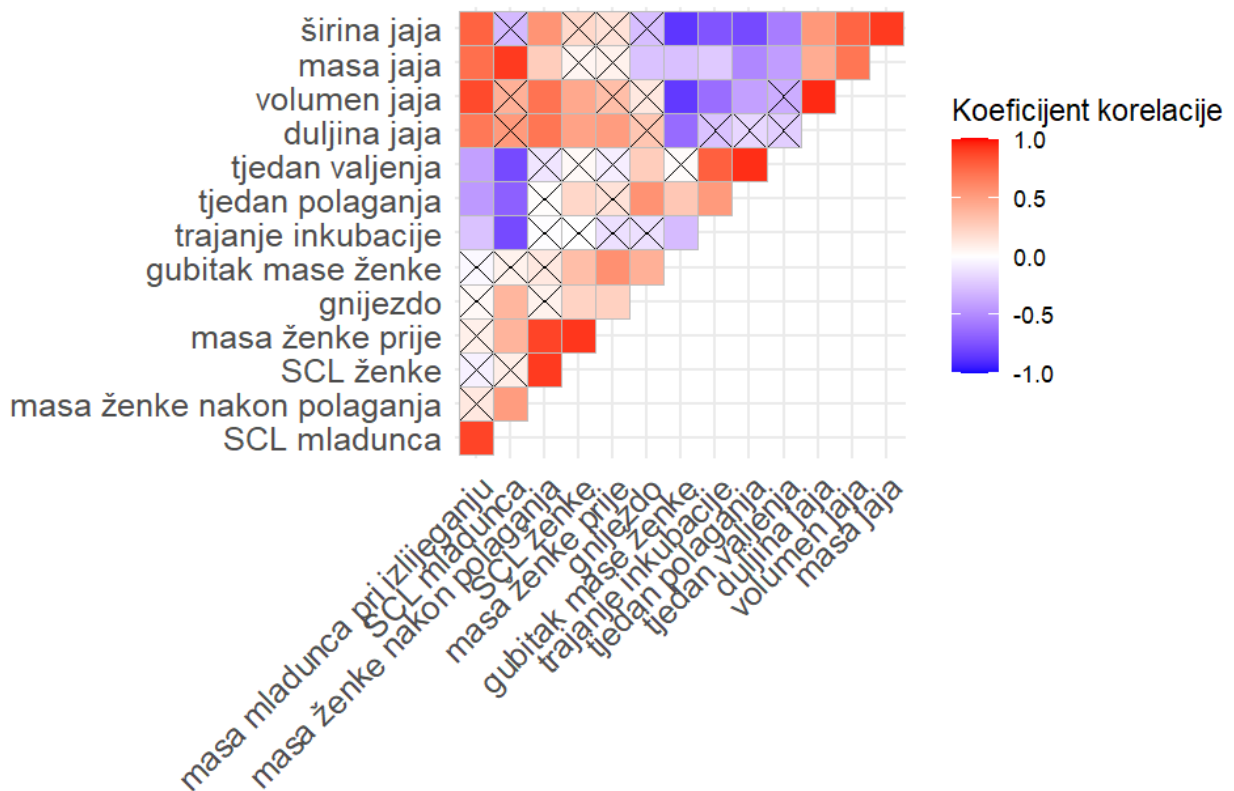
Tablica 30. Nastavak.

Varijabla	lokalitet			Ukupno
	Zabrežje	Prljevići	Konavosko polje	
masa mladunca nakon izlijeganja (g)	5,46 ± 0,19	4,92 ± 0,14	5,95 ± 0,13	5,70 ± 0,11
SCL mladunca (mm)	29,49 ± 0,34	/	32,78 ± 0,19	30,86 ± 0,34

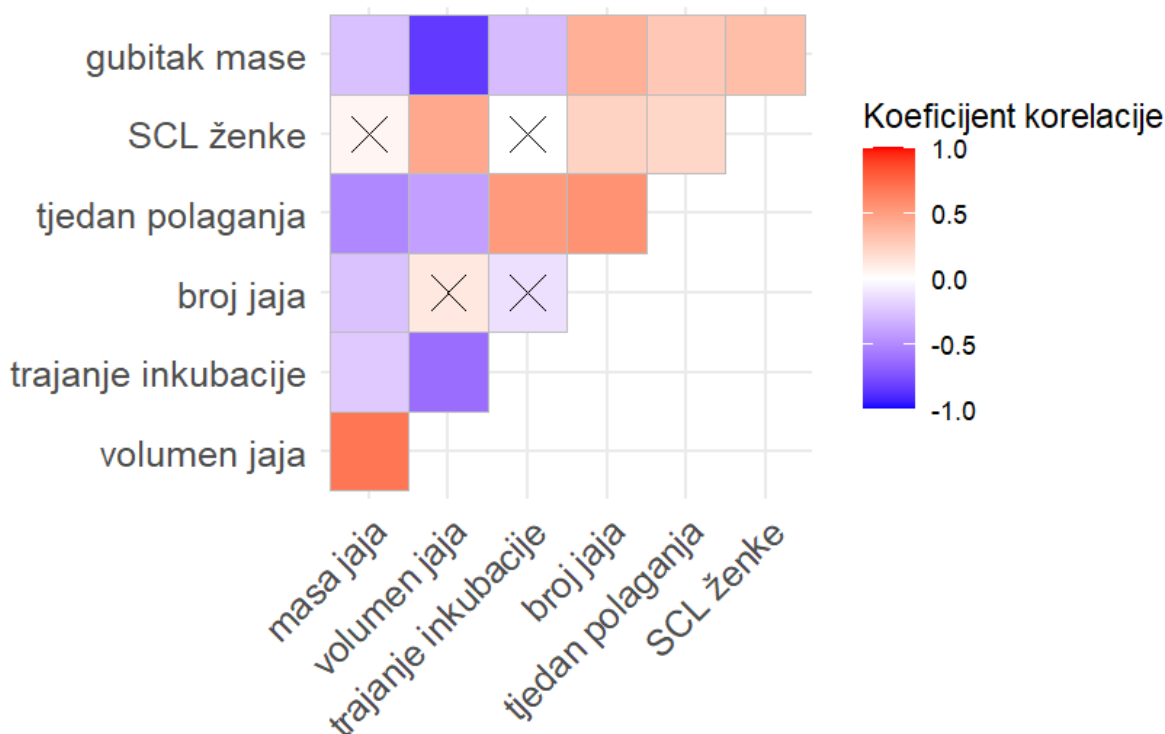
Prilikom istraživanja reprodukcije praćeno je ukupno 68 ženki te analizirano 135 jaja i 95 mladunaca. Riječna kornjača u Hrvatskoj ima $5,60 \pm 1,90$ jaja po gnijezdu, s time da je najmanji broj jaja bio tri, a najveći devet. Prosječna masa jaja riječne kornjače je $9,37 \pm 0,13$ g, dok mu je volumen $7,77 \pm 0,45$ mm³.

Postotak oplodjenih jaja po gnijezdu je 88,50 %, a uspjeh inkubacije po gnijezdu 79,17 %. Srednja masa mladunca je $5,84 \pm 0,14$. Ženka ulaže oko 8 % svoje tjelesne mase u reprodukciju (RCM) (Tablica 30). Masa najmanje gravidne ženke je 349 g, a ravna duljina karapaksa 138.4 mm. Sve ostale vrijednosti gnijezda prikazane su u Tablica 30.

Među svim mjerenim reprodukcijским karakteristikama testirane su korelacije (Slika 50), ali za interpretaciju odabrane su samo najzanimljivije korelacije (Slika 51). Statistički značajne korelacije nije bilo među SCL ženke i mase jaja, SCL ženke i perioda inkubacije, broja jaja i volumena jaja te broja jaja i perioda inkubacije. Među svim ostalim varijablama korelacija je bila značajna. Najveća negativna korelacija bila je između gubitka mase ženke i volumena jaja te inkubacije i volumena jaja (Slika 51). Najveća pozitivna korelacija bila je između volumena jaja i njihove mase te tjedna polaganja i broja jaja (Slika 51).



Slika 50. Prikaz korelacija svih karakteristika reprodukcije riječne kornjače. Prekrižena polja nemaju statistički značajan koeficijent korelacije ($\alpha = 0,05$). Plavo crvenim intenzitetom boje označena je jačina korelacije prema legendi. SCL – ravana dužina karapaksa; Masa_F – poslije: masa ženke nakon polaganja jaja; Masa_F_prije – masa ženke neposredno prije polaganja jaja; gnijezdo – broj jaja u gnijezdu; inkubacija – trajanje inkubacije u danima; Wvaljenje – ISO tjedan valjenja jaja; Wpolaganje – ISO tjedan/polaganja jaja.



Slika 51. Prikaz korelacija izabranih karakteristika reprodukcije riječne kornjače. Prekrižena polja nemaju statistički značajan koeficijent korelacije ($\alpha = 0,05$). Crvena polja predstavljaju pozitivnu korelaciju, plava polja negativnu korelaciju. Intenzitet boje označava jačinu korelacije. Broj jaja je veličina jednog gnijezda.

Veličina gnijezda (broj jaja)

Iako je potvrđena umjerena pozitivna korelacija između broja jaja i SCL ženke, testirani model linearne regresije nije bio značajan za broj jaja u gnijezdu u ovisnosti o veličini ženke, tj. niti o masi ženke prije ili poslije polaganja, ili gubitku mase ženke nakon polaganja jaja, a niti o ravnoj duljini karapaksa (SCL) ženke.

Testirani modeli linearne regresije za utjecaj mjerenih karakteristika jaja na veličinu gnijezda (broja jaja) nije bio značajan na duljinu, širinu, niti na volumen jaja, ali jest bio značajan ($p = 0,009$) za masu jajeta koja je manja što je gnijezdo veće ($R^2 = 0,06$, $F = 1,188$ (stupnjevi slobode: 1, 99)).

Veličina jaja (volumen i masa)

Testirani jednostavni regresijski modeli nisu bili značajni za ovisnost mase jaja o ravnoj dužini karapaksa ženke (SCL, ni mase ženke prije polaganja jaja. Također, volumena jaja nije ovisio o masi ženke prije polaganja jaja. Ostali testirani regresijski modeli pokazuju da su značajne ovisnosti mase i volumena jaja o mjerenim karakteristikama veličine ženke (masa ženke prije polaganja, masa ženke nakon polaganja jaja, gubitak mase pri polaganju jaja i ravna dužina karapaksa ženke; $p < 0,05$).

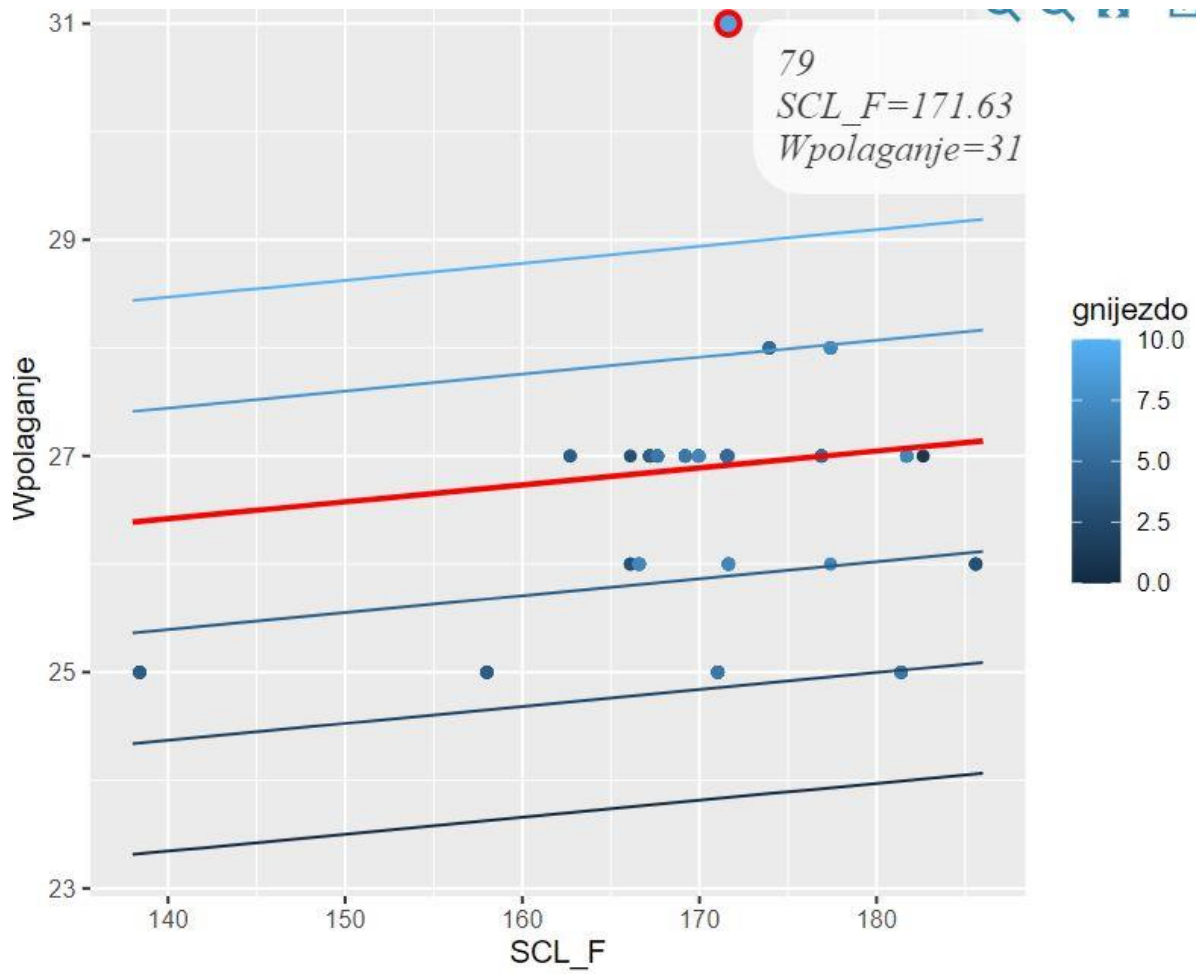
Veličina mladunca (SCL i masa)

Testirani jednostavni regresijski modeli nisu bili značajni za ovisnost mase mladunca o broju jaja (veličini gnijezda) ili mjerenim karakteristikama veličine ženke, a jesu za ovisnost mase mladunca o masi ($p < 0,001$) i volumenu jaja ($p < 0,001$).

Testirani jednostavni regresijski modeli nisu bili značajni za ovisnost SCL mladunca o mjerenim karakteristikama veličine ženke i volumenu jaja, a jesu za ovisnost mase mladunca o masi jaja ($p < 0,001$), o broju jaja (veličini gnijezda; $p = 0,02$), masi ženke poslije polaganja ($p = 0,002$) i masi ženke prije polaganja ($p = 0,02$).

Vrijeme polaganja jaja u sezoni razmnožavanja

Utvrđeno je da se tjedan polaganja jaja (unutar reproduktivne sezone) može predvidjeti veličinom ženke (SCL) i veličinom gnijezda ($a = 21,15$, $SE = 2,49$, $p < 0,001$, $\beta_1 = 0,01$, $p = 0,298$, $\beta_2 = -0,51$, $p < 0,001$) pri čemu veće ženke polažu jaja kasnije u sezoni i veća gnijezda se polažu kasnije u sezoni polaganja jaja. Ukupna regresija bila je statistički značajna $R^2 = 0,3058$, $F(2, 101 \text{ stupnjeva slobode}) = 22,25$ (Slika 52).



Slika 52. Prikaz regresijskog pravca za predviđanje tjedna polaganja (Wpolaganje) s veličinom ženke (SCL_F) i veličinom gnijezda riječne kornjače.

5. RASPRAVA

5.1 RASPROSTRANJENOST I STANIŠTA

5.1.1 Rasprostranjenost riječne kornjače u Hrvatskoj

Nalazi s Baćinskih jezera i rijeke Omble koji se spominju u starim faunističkim radovima i prvoj Crvenoj knjizi (Janev Hutinec i sur., 2006), kao niti izolirani nalazi s područja rijeke Neretve koji su evidentirani u novoj Crvenoj knjizi (Jelić i sur., 2015) nisu potvrđeni drugim publikacijama, niti uzorkovani. Shodno navedenom može se zaključiti da do 2013. godine, tj. do početka izrade ovoga doktorskog rada, prisutnost riječne kornjače na svim potencijalnim staništima u Hrvatskoj još nije bila sa sigurnošću utvrđena.

Ovim istraživanjem riječna kornjača pronađena je na šest lokaliteta te će u daljnjem tekstu svaki lokalitet biti detaljno razrađen u vidu objašnjenja povijesnih literaturnih nalaza te usporedbe literaturnih i recentnih nalaza. Ovom su tezom nadopunjene preliminarne objave rezultata iz 2018 i 2019. godine (Šalamon i Štih, 2019; Štih i Šalamon, 2018).

Baćinska jezera

Barska kornjača koja živi na području Baćinskih jezera i riječna kornjača na kopnu jako se dobro razlikuju, ali u vodi ih je teže razlikovati budući da je vidljiv samo dio glave. Neuvježbanom će oku obje vrste izdaleka izgledati jako slično, pogotovo ako se ne koristi dalekozor i ako se prije toga nije vidjelo mnoštvo jedinki obje vrste te ih se naučilo sa sigurnošću razlikovati.

Kako periodu od 2013. do 2019. na Baćinskim jezerima kao niti na jezeru Lokvenica nije zabilježena riječna kornjača, a jedini literaturni nalaz se odnosi na više od 30 godina star nalaz koji se prema obavljenim intervjuima odnosi na jednu jedinku na jednoj mikrolokaciji i iz druge je ruke, smatramo da se nalaz s područja Baćinskih jezera ne odnosi na izvornu populaciju riječne kornjače na ovom lokalitetu ili da se radi o krivoj determinaciji te se ovaj lokalitet treba isključiti iz daljnjih prikaza rasprostranjenosti vrste u Hrvatskoj.

Područje Neretve

Detaljnim pregledom cijelog područja Neretve tijekom 2018. godine, s posebnim naglaskom na literaturne lokalitete i nalaze dr. sc. Tomislavom Bogdanovićem i dr. sc. Dušanom Jelićem, riječna

kornjača nije zabilježena. Mogućnost da riječna kornjača živi na području Neretve ne može se u potpunosti isključiti, budući da su vlažna područja Neretve većinom nepristupačna i neprohodna. No, ne može se isključiti ni vjerojatnost da je 2012. godine došlo do krive determinacije, s obzirom na to da je crvenouha kornjača, koja prugama po vratu podsjeća na riječnu kornjaču, u ovom istraživanju pronađena na istom kanalu u kojem je navedeno opažanje riječne kornjače. Također se ne može isključiti niti mogućnost da su nalazi iz 80-tih godina kriva determinacija, kakvih ima i za druge vrste herpetofaune na području Hrvatske (Barišić i Bogdanović, 2011).

Iako je područje Neretve pogodno za slatkovodne kornjače, ne smije se zaboraviti činjenica da se područje Neretve iskorištava u ribolovne svrhe te da se u većini kanala, koji su najpovoljnija staništa za kornjaču, nalaze potopljene vrše za komercijalni ili sportski, legalni ili ilegalni lov riba. Potopljene vrše, koje danima stoje u vodi, velika su prijetnja svim slatkovodnim kornjačama (Larocque i sur., 2012) pa tako i kornjačama na području Neretve. Osim vrša, područje Neretve je pod velikim utjecajem intenzivne poljoprivrede te sinergija različitih ugroza može s godinama drastično smanjiti populacije slatkovodnih kornjača, kako se to događalo i na ostatku areala riječne kornjače (Ayaz i sur., 2006; Saçdanaku i Haxhiu, 2015). U prilog tome ide i činjenica da su barske kornjače viđane samo na nekoliko lokacija iako je cijelo područje prepuno naizgled pogodnih vodnih tijela.

Veliki lovni napor uložen u područje Neretve tijekom ovog istraživanja bio je vremenski i financijski zahtjevan te se preporuča buduće inventarizacijske napore usmjeriti na utvrđivanje prisutnosti vrste okolišnom DNA koja se uspješno koristi i za druge vrste roda *Mauremys* (Hong An, 2022).

Stonsko polje

Veći broj literaturnih navoda potvrđuje izvornost populacije, a nalazi ovog istraživanja na području Stonskog polja ukazuju na to da od ranih 2000-tih populacija još nije izumrla te se vjerojatno i razmnožava s obzirom na to da je uz adultne ženke i adultnog mužjaka riječne kornjače ulovljena i subadultna ženka veličine 104,30 mm. Prema Cicek i sur (2016) može se ustvrditi da ta jedinka nije starija od 6 godina te nije vjerojatno da se radi o nekoj od jedinki koje su uzorkovane 10 godina prije ovog terenskog istraživanja (Šalamon, 2005, 2006a, 2007, 2008).

Kanal u kojem su ulovljene jedinke zbog zaraslosti i strmijih obala trenutno ne predstavlja najpovoljnije stanište za riječne kornjače, ali u usporedbi s ostatkom polja najbolja je opcija kornjačama za preživljavanje, budući da ima vodu tokom cijele godine i izoliran je od ostatka polja te je utjecaj poljoprivrede na njega puno manji.

U skladu s analizama prijetnji po lokalitetima nalaza riječnih kornjača iz Plana upravljanja s akcijskim planom za vrstu (Šalamon i Štih, 2019), moguće je da je veći broj ugroza tokom godina (stradavanje u vršama namijenjenima za lov jegulja, neodržavanje i zarastanje kanala, nestanak pojedinih lokvi, opterećenost tla i vode bakrom) rezultirao padom populacije i današnjim malobrojnim nalazima. Mogućnost opstanka ove subpopulacije ovisi o mogućnosti uklanjanja definiranih ugroza, a vijabilnost populacije raspravljamo u narednim podpoglavljima.

Dubrovačko zaleđe

Potvrđeno je da riječna kornjača u Dubrovačkom zaleđu u naselju Majkovi naseljava tri lokve – dvije u zaselku Zabrežje i jednu u zaselku Prljevići te je potvrđena migracija jedinki iz jedne lokve u drugu (Šalamon 2006). Migracija riječnih kornjača iz staništa koja presuše u okolna vodna tijela zabilježena je i u ostatku areala (Rifai i Amr, 2004).

Izvornost i vijabilnost potvrđenih nalaza riječne kornjače iz majkovskih lokvi u Zabrežju i Prljevićima dodatno je raspravljena u nižim potpoglavljima. Budući da riječna kornjača ovim istraživanjem nije zabilježena na niti jednoj drugoj lokaciji za koje su poznate introdukcije, izuzev lokve u naselju Lisac i lokve u Prljevićima, smatram kako ostale introdukcije nisu bile uspješne.

Godine 2017. u lokvi u naselju Lisac pronađena su dva subadultna mužjaka. Prema Cicek i sur. (2016) *Mauremys rivulata* u Turskoj doseže spolnu zrelost između pete i sedme godine života, a juvenilne jedinke koje su imale ravnu duljinu karapaksa 74 – 96 mm, bile su stare između 3 – 6 godina. Budući da objema ulovljenim jedinkama iz lokve Lisac ravna duljina karapaksa (SCL) iznosi 112 cm, pretpostavljamo da su malo starije od šest godina i da nije vjerojatno da se radi o juvenilnim jedinkama koje su prije 20-ak godina unesene u lokvu. U nedostatku saznanja o drugim unosima jedinki u lokvu u Lisacu ne može se isključiti mogućnost da su se na ovoj lokaciji jedinke unesene 90-ih godina 20. stoljeća prilagodile i počele razmnožavati. Budući da se oko lokve nalaze povoljne lokacije za polaganje jaja i da je dokazano da se unesene jedinke mogu prilagoditi i početi razmnožavati (npr. lokva u zaselku Prljevići) postoji vjerojatnost da se u ovoj lokvi nalazi još

jedinki. Potrebna su daljnja istraživanja lokve Lisac kako bi se utvrdio stvaran broj jedinki i pretpostavka razmnožavanja.

Rijeka dubrovačka

Veći broj referenci nalaza riječnih kornjača na ovom području (poglavlje 2.2.1) omogućuje zaključak da se radi o izvornoj lokaciji prisutnosti ove vrste. Trenutni stupanj urbanizacije lokaliteta, mali broj nalaza te okolnosti pod kojima su nalazi uzorkovani ne omogućuje da se sa sigurnošću utvrdi da su nalazi ovoga istraživanja ostatak izvorne populacije, a vijabilnost se raspravlja u nižim potpoglavljima.

Sama rijeka Ombla s hladnom vodom (11,3 °C – 11,8 °C) te brzim i obilnim istokom u svojih 30 m dužine nije povoljno vodeno stanište za riječnu kornjaču. Za razliku od rijeke Omble, srednji i donji tok zaljeva Rijeke dubrovačke prije utoka u more povoljne je temperature, no zbog brzog toka vode, izbetonirane i degradirane obale, nedostatka vodene i obalne vegetacije te manjka mjesta za gniježđenje, također nije pogodan za život slatkovodnih kornjača (Auge i sur., 2024). S druge strane, gornji tok zaljeva Rijeke dubrovačke, neposredno nakon izvora rijeke Omble, još je uvijek u poluprirodnom stanju (Šalamon i Štih, 2019). Tu je, za sada, ostala sačuvana autohtona vegetacija te se u obalnom pojasu dužine ~ 120 m izmjenjuju trstika i šaš. U ovom dijelu kanala također se nalazi mali otok Blato, koji velikim dijelom ima još uvijek prirodnu, neutvrđenu obalu i zbog neodržavanja je zarastao u močvarnu vegetaciju. Na ovom gornjem toku rijeke, oko otoka Blato, voda je puno sporija, razvijena je obalna vegetacija, u okolici ima nekoliko manjih poljoprivrednih površina za polaganje jaja te je sve navedeno potencijalno pogodno slatkovodnim kornjačama.

Potrebno je napomenuti da se izgled Rijeke dubrovačke i okolice, iz doba od kad su stari literaturni navodi za riječnu kornjaču (1840. – 1921.) u usporedbi s danas drastično promijenio. Pod pritiskom turizma i urbanizacije, prirodna su staništa, poput manjih livada, vrtova, šumaraka ostala samo kao manji, izolirani segmenti između kuća i novoizgrađenih zgrada. Također je u prošlosti, osim većih livadnih i poljoprivrednih površina, oko cijelog gornjeg toka rijeke bilo veliko močvarno područje koje je isto bilo potencijalno stanište za riječne kornjače, dok ga danas, kao i lokve na otočiću Blato više nema. Danas, jedino par malih poljoprivrednih zemljišta sa svojim kanalićima za navodnjavanje imaju potencijalnu vrijednost za slatkovodne kornjače (Šalamon i Štih, 2019).

Zbog velike degradacije staništa (manjka gnjezdilišta i slatkovodnih staništa) smatramo kako područje Rijeke dubrovačke više ne predstavlja pogodno stanište za život slatkovodnih kornjača i više ne može nositi populacije velike brojnosti, već samo pojedinačne primjerke vrste.

Konavle

Riječna je kornjača potvrđena na rijeci Konavočici i to na njezinom cijelom toku, dok na rijeci Ljutoj i Kopačici nije pronađena. Budući da su tijekom ovog istraživanja u blizini utoka Konavočice u Ljutu zabilježene riječne kornjače, a na samom utoku i barske kornjače, može se zaključiti da rijeka Ljuta nije stalno prebivalište riječne kornjače, već je moguće da u nju dospije strujom vode iz rijeke Konavočice.

Novi nalazi riječne kornjače po cijelom Konavoskom polju u kanalima i lokvama za navodnjavanje te u lokvama u podnožju planine Sniježnica nisu začuđujući jer su ovim istraživanjem prvi put odrađena ciljana istraživanja polja. Budući da vrsta koristi vodotokove prilikom migracija, u potpunosti je razumljivo da se proširila po cijelome polju koje je isprepletено mrežom kanala. Lokve iznad konavoskog polja isto su u granicama mogućnosti kretanja te u budućnosti kornjaču očekujemo i u drugim lokvama ovog područja u kojima trenutno nije zabilježena.

Cijelo Konavosko polje, osobito južni dio kojim teče rijeka Konavočica, predstavlja pogodna staništa za riječnu kornjaču koja je na ovom prostoru izvorna populacija, poznata prema publikacijama većeg broja autora kao brojna na ovom području tek od ranih 2000-tih. Ovim istraživanjem potvrđeni su nalazi na području južnog dijela Konavoskog polja i proširena saznanja o rasprostranjenosti i na sjeverozapadni dio Konavoskog polja, sjeverozapadno od ponora konavoskih rijeka s izvodnim tunelom u Jadran u Pasjaču. Dodatno pronađene su kornjače i u novim lovama u brdima iznad Konavoskog polja.

Korčula

Riječna kornjača ulovljena te izuzeta iz prirode 2018. godine iz jedine lokve na Korčuli može se objasniti na otoku kroz dvije mogućnosti: i) netko je doveo kornjaču na otok; ii) došla je vodenim strujama.

Širenje naplavinama na obližnje otoke uz pomoć morskih struja vrlo je česta pojava kod gmazova, a kod vrste riječna kornjača je i dokazano, pronalaskom jedinki na naplavinama te činjenicom da

dolazi na većini grčkih otoka i otočića (Vamberger i sur., 2014). Dodatno, na plaži u blizini grada Korčula, lokalno stanovništvo pronašlo je 2010. godine 20-ak jedinki barske kornjače (Jelić i sur., 2012a). Neke od njih bile su zapetljane u šaš, a neke su hodale po plaži. Autori pretpostavljaju da je nakupina šaša s kornjačama s kopna bila otplavljena u more te je morskim strujama došla do obala Korčule.

Budući da se jedina lokva na otoku u kojoj su nađene riječna i barska kornjača, nalazi odmah blizu grada Korčula, postoji vjerojatnost da su mještani, nakon pronalaska kornjača na plaži, sve žive jedinke prebacili u najbližu lokvu. Postoji i vjerojatnost da je među naplavljenim kornjačama bila i jedinka riječne kornjače i da je to ta ista jedinka koja je pronađena 2018. godine.

Riječnih kornjača na otoku više nema, ali zbog širenja morskim strujama, ne isključuje se mogućnost da će opet biti dojava pojedinačnih nalaza na Korčuli ili otočićima Dubrovačko-neretvanske županije.

5.1.2 Područje staništa (AOH)

Ovim istraživanjem prvi puta je za nalazišta vrste na području Hrvatske utvrđeno područje staništa (AOH, eng. *area of habitat*) zasebno za svaki lokalitet i utvrđeno je da riječna kornjača dolazi na pet lokaliteta (Lisac, Stonsko polje, Majkovi, Rijeka dubrovačka, Konavle) koji su međusobno geografski izolirani bez mogućnosti migracije i komunikacije među jedinkama. I na ostatku areala vrste, populacije riječne kornjače prisutne su u fragmentiranim i izoliranim populacijama, primjerice na Cipru, u Turskoj, Jordanu i u Grčkoj (Gül i sur., 2022; Mantziou, 2000; Nicolaou, 2021; Rifai i Amr, 2004). Razlozi fragmentiranosti populacija riječnih kornjača diljem areala rasprostranjenosti su ograničeni potencijal kretanja vrste i izoliranost slatkovodnih staništa na području Mediterana (Mantziou i Rifai, 2014).

Analizom AOH utvrđen je nedostatak pogodnih vodnih tijela poput sporih rijeka, potoka ili umjetno napravljenih vodotokova koja bi međusobno povezivala definirane AOH i koji bi omogućavali migraciju riječnih kornjača, kao što pojedine populacije na području Turske koriste kanale i rijeke prilikom sezonskih migracija među mikrostaništima (Chelazzi i sur., 2007).

Kornjače roda *Mauremys* općenito nemaju veliki migracijski potencijal (Bu i sur., 2023; Chen i Lue, 2008; Pérez-Santigosa i sur., 2013; Song i sur., 2014). Mužjaci riječne kornjače agilniji su od

ženki i prelaze veće udaljenosti, dok su ženke filopatrične i kreću se između staništa na kojima hiberniraju te staništima na kojima se pare i polažu jaja (Chelazzi i sur., 2007). Postoje svega dva istraživanja kretanja riječne kornjače. Jedno iz Izraela gdje je utvrđen raspon kretanja (eng. *home range*) od 0,2 ha što je analogno duljini raspona kretanja (eng. *home range length*) od 55,28 m (Sidis, 1983), a drugo iz Turske gdje je utvrđena duljina raspona kretanja od 4 km za mužjake, koji su migrirali koristeći vodotokove (Chelazzi i sur., 2007).

Budući da je u ovom istraživanju metodom ulovi-označi-ponovno ulovi utvrđeno da kornjače u Konavoskom polju migriraju po melioracijskom kanalu barem 500 m, za potrebe kreiranja karte AOH pomoću informacije o migracijskom potencijalu odlučeno je da se umjesto vrijednosti koja je iznimno mala (55,28 m), odabere veća (4 km) koja se bazira na kretanjima uz pomoć vodotokova. Mreža vodotokova i lokvi u Hrvatskoj nalazi se u Konavoskom i Stonskom polju, a manji broj povremenih kanala dostupan je i na području Majkova pa za Majkove ipak postoji mogućnost da je površina AOH precijenjena.

Konavle nastanjuje jedna velika subopulacija kojoj mreža kanala omogućava migraciju i komunikaciju među svim mikrolokacijama na kojima je riječna kornjača nađena. Potencijalni izuzetak su lokve koje su izvan granica Konavoskog polja, na brdima prema Sniježnici, iako je na karti AOH vidljivo da su i one u blizini vodotokova. Terenskim istraživanjima utvrđeno je da su to mali, uski, privremeni bujični potoci, u kojima nisu zabilježene riječne kornjače. Većina tih potoka je u potpunosti zarasla te je upitno koriste li ih kornjače te imaju li jedinke koje žive u lokvama na brdu komunikaciju s jedinkama iz polja. Lokve na brdu udaljene su oko 1,5 km od najbližih vodenih staništa u polju te ako se uzme u obzir duljinu raspona kretanja od 55,28 metara (Sidis, 1983), pitanje je mogu li tu udaljenost riječne kornjače prijeći krećući se samo po kopnenim staništima. Uzimajući u obzir i veću udaljenost od 1,5 km, koja je zabilježena kod ženki u Turskoj, ne može se sa sigurnošću tvrditi da su sve mikrolokacije u Konavlima povezane, budući da je raspon kretanja ženki iz Turske bio ispresijecan vodenim staništima (Chelazzi i sur., 2007).

U naselju Majkovi nalazi u zaselcima Zabrežje i Prljevići spojili su se u jedno AOH područje. Lokve u zaselku Zabrežje i lokva u zaselku Prljevići udaljene su oko 2 km, ali bez ikakvih recentnih vodenih staništa u prostoru između njih i sa visinskom razlikom od 40 m te je malo vjerojatno da postoji migracija.

Područje naselja Lisac na kojoj se nalazi unesena populacija riječne kornjače trenutno ima zaseban AOH od 11,91 km², no temeljem do sada zabilježene dvije jedinke ne može se utvrditi niti vijabilnost populacije, a niti potencijalno iskorištavanje staništa unutar područja AOH.

Iako je AOH u Stonskom polju temeljem isprepletenosti područja vodnom mrežom najbližiji AOH Konavoskog polja, treba uzeti u obzir da se ni za ovo područje, kao ni za Rijeku dubrovačku nisu mogla isključiti nepogodna, suha ili u potpunosti zarasla vodna staništa poput kanala za navodnjavanje te je ukupna površina procijenjenog AOH zasigurno veća od realne situacije.

Dodatno, ukupna površina AOH na području Rijeke dubrovačke precijenjena je prvenstveno zbog urbanizacije te nestanka poljoprivrednih zemljišta koja su potencijalna gnjezdilišta. No zbog nedostatka javno dostupnih geodetskih slojeva nije bilo moguće izuzeti izgrađene površine. Detaljno je degradacija staništa objašnjena u podoglavlju 0 Rijeka dubrovačka.

Iako je ovom analizom po prvi puta dokazana fragmentiranost subpopulacija riječne kornjače na području Hrvatske, za utvrđivanje stvarnog AOH svake subpopulacije potrebno je skupiti saznanja o kretanju jedinki telemetrijskim istraživanjima kojima će se pouzdano utvrditi korištenje kopnenih i vodenih staništa vrste.

5.1.3 Staništa riječne kornjače u Hrvatskoj

Ovim istraživanjem utvrđeno je da na području Hrvatske riječna kornjača nastanjuje slatkovodna i kopnena staništa tipična za vrstu i koja se, izuzev slanih vodnih tijela, ne razlikuju od onih koje vrsta koristi u ostatku areala. U Hrvatskoj nastanjuje bujične rijeke, melioracijske kanale, kanale za navodnjavanje te naturalizirane sekundarne antropogene lokve u blizini naselja i poljoprivrednih zemljišta, a nije potvrđeno da dolazi u močvarama i jezerima. U ostatku areala živi i na staništima poput močvara, jezera, lokvi, rijeka, potoka, kanala za navodnjavanje te slatkovodnih i brakičnih obalnih laguna (Ayaz i Çiçek, 2011; Chelazzi i sur., 2007; Disi i sur., 2001).

Iako se riječna kornjača u Konavoskom polju nalazi u slatkovodnim staništima pored brze i hladne rijeke Ljute, u samoj rijeci Ljutoj nije zabilježena, što je u skladu s istraživanjima Gasith i Sidis (1985) koji navode da vrsta ne živi u brzim tekućicama.

Iako je prema literaturi u ostatku areala riječna kornjača nađena i u vodnim tijelima saliniteta i do 9,2 ‰ (Ayaz i sur., 2006; Gasith i Sidis, 1984; Gül i sur., 2022), u Hrvatskoj takav tip staništa nije

potvrđen niti prijašnjim istraživanjima (Jelić i sur., 2015), ali niti istraživanjima u sklopu ovog doktorata. Iznimka je nalaz riječne kornjače na otoku Korčuli (Šalamon i Štih, 2019) koji, ako nije antropogeno utjecan, potvrđuje da može tolerirati morsku vodu te da se iznimne migracije morskim naplavinama poznate u Egejskom moru (Vamberger i sur., 2014) dešavaju i u Jadranskom moru. Brakična staništa (0,5 – 30 ‰) (John, 2023) prisutna su na dva lokaliteta na kojima se nalazi riječna kornjača u Hrvatskoj, Stonskom polju i Rijeci dubrovačkoj. U slatkovodnim kanalima Stonskog polja (salinitet 0,3 ‰) kornjača je potvrđena, ali u bočatim kanalima uz stonsku solanu, saliniteta 1‰ (Šalamon i Šilić, 2007), kornjača nije pronađena. Salinitet zaljeva Rijeke dubrovačke varira od 0 do 20 ‰ (Bolotin i sur., 1993), tj. raste sa udaljavanjem od izvora rijeke Omble i približavanjem utoku u more. Riječna kornjača zabilježena je ovim istraživanjem u malom kanalu odmah uz gornji tok Rijeke dubrovačke, a prema iskazima lokalnog stanovništva u prošlosti je bila prisutna i u gornjem toku rijeke. Salinitet u kanaliću nije mjereno, ali salinitet Rijeke dubrovačke na ovom mjestu je još uvijek nizak (oko 1‰) zbog utjecaja izvora Omble. Na temelju svega iznesenog može se zaključiti da riječna kornjača u Hrvatskoj naseljava vodena staništa saliniteta između 0 i 1‰.

U deset godina istraživanja riječna kornjača bilježena je u vodi ili na obalama vodenih staništa kako se sunča, dok je samo jedno opažanje s poljskog puta, desetak metara udaljen od najbližeg vodnog tijela. Vežanost za vodena staništa potvrđena i jednogodišnjim radiometrijskim istraživanjem u Grčkoj prilikom kojeg su kretanja po kopnu, izuzev migracije iz jednog vodenog staništa u drugo, bila jako rijetka, točnije zabilježena su samo dva puta (Chelazzi i sur., 2007). Mantziou i Rifai (2014) također navode kako se riječne kornjače samo u rijetkim slučajevima mogu zabilježiti daleko od vodenih staništa (Mantziou i Rifai, 2014). No, vrstu je mnogo lakše opaziti u vodnom tijelu nego na kopnu te je za preciznija saznanja o vremena kojeg vrsta provodi na kopnu potrebno provesti telemetrijska istraživanja kojima se mogu utvrditi i lokacije ključne za hiberniranje, kao i gnijezdilišta koja su konstantna u pojedinim populacijama riječne kornjače s obzirom na to da su ženke filopatrične (Chelazzi i sur., 2007).

Unatoč velikoj vežanosti za vodena staništa, za završetak životnog ciklusa vrste, osim vodenih staništa bitna su i kopnena staništa uz vodna tijela, na kojima kornjača polaže jaja, poput obradivih površina, livada i poplavnih pašnjaka (Auer i Taškavak, 2004). Ovim istraživanjem utvrđeno je da se staništa na kojima vrsta gnijezdi u Hrvatskoj ne razlikuju od staništa na kojima gnijezdi u ostatku areala. Tijekom 2018. i 2023. godine u zaselku Zabrežje i zaselku Prljevići zabilježeno je desetak gnijezda riječne kornjače. Utvrđeno je da jaja polažu na malim poljoprivrednim zemljištima, točnije

aktivnim i napuštenim vrtovima i vinogradima, krumpirištima i livadama, maksimalno 50 metara udaljenima od lokvi.

Na području Konavoskog polja do sada je pronađeno samo jedno gnijezdo slatkovodne kornjače, na nasipu kanala za navodnjavanje (Štih, 2015), dva metra udaljeno od obale kanala. Budući da na području Konavoskog polja u simpatiji žive i riječna i barska kornjača, nije moguće znati kojoj je vrsti gnijezdo pripadalo no moguće je zaključiti da su nasipi kanala u Konavoskom polju povoljna staništa za polaganje jaja slatkovodnih kornjača.

Stalna prisutnost vode u vodnim tijelima važan je abiotički faktor koji uvjetuje rasprostranjenost vrste na nekom staništu (Chelazzi i sur., 2007), no količina padalina, tj. vlažnost okolnog zemljišta također je ograničavajući faktor budući da igra važnu ulogu prilikom razvoja jaja (Ayaz i Čiçek, 2011; Kornilev i sur., 2017). Primjerice, na južnom djelu svog areala riječna kornjača ne nastanjuje vodna tijela u planinskim i suhim (aridnim) područjima te se pretpostavlja da su to glavni ograničavajući čimbenici za njenu rasprostranjenost (Gasith i Sidis 1983; Kornilev i sur., 2017). Za određivanje potencijalne povoljnosti lokaliteta u odnosu na realne ili modelirane klimatološke parametre koristi se distribucijsko modeliranje (eng. *species distribution modeling*) (Kornilev i sur., 2017).

Analiza prema Karti staništa

U skladu s analizom dominantnih tipova staništa prema Karti nešumskih kopnenih staništa, utvrđeno je da su, od navedena 24 staništa, za riječnu kornjaču povoljna samo tri, koja čine ukupno 41 % svih staništa unutar AOH.

To su vodena staništa (A. Površinske kopnene vode i močvarna staništa) koja su prisutna samo sa 0,54 %, ali su ključna za prisutnost i opstanak vrste budući da riječna kornjača u njima provodi većinu svog života (Chelazzi i sur., 2007). Tako mali postotak vodenih staništa nije začuđujući, budući da Dubrovačko-neretvanska županiji, kao i ostatak mediteranske Hrvatske, nisu toliko bogati površinskim vodnim tijelima.

Druga najbitnija staništa su ona koja kornjača koristi prilikom polaganja jaja, a to su obradive površine, livade i pašnjaci (Auer i Taškavak, 2004; Chelazzi i sur., 2007; Mantziou i Rifai, 2014). Od svih kopnenih staništa unutar dobivenog AOH, ta staništa čine 40,46 % te se nalaze unutar NKS

kategorija C. Travnjaci, cretovi i visoke zeleni te I. Kultivirane nešumske površine i staništa s korovnom i ruderalnom vegetacijom.

Iako potencijalna gnijezdilišta, tj. *Travnjaci, cretovi i visoke zeleni* te *Kultivirane nešumske površine i staništa s korovnom i ruderalnom vegetacijom* zauzimaju preko 40 % AOH, treba uzeti u obzir da je postotak najvjerojatnije i manji, zbog nepreciznosti Karte staništa i heterogenosti njenih poligona što je objašnjeno u poglavlju 3.1.3 *Analize staništa za vrstu*.

Kako bi se dobila realna saznanja o tipovima staništa koja riječna kornjača iskorištava tijekom svog života potrebno je napraviti višegodišnja telemetrijska istraživanja i nakon toga detaljno kartirati staništa koja su unutar raspona kretanja.

Detaljniji pregled svakog AOH otkriva da su *J. Izgrađena i industrijska staništa* prisutna na svim lokalitetima, ali da je Rijeka dubrovačka daleko pod najvećim pritiskom urbanizacije i izgrađenosti. Potrebno je dodatno napomenuti da su u Konavlima prisutne poplavne livade, koje zbog slabe rezolucije Karte staništa nisu prikazane u dobivenom popisu staništa, ali taj tip staništa vrsta naseljava kako u ostatku areala, tako i u Hrvatskoj.

5.1.4 Visinska rasprostranjenost riječne kornjače

Jedan od najstarijih i najosnovnijih obrazaca koji utječu na rasprostranjenost vrsta je latitudinalno smanjenje bogatstva vrsta od ekvatorijalnih prema polarnim regijama, poznato kao latitudinalni gradijent (Pianka, 1966). Sličan obrazac biološke raznolikosti opažen je u planinskim ekosustavima, posebno u biljnoj raznolikosti, a također i na području Hrvatske u raznolikosti gmazova duž dviju Dinarskih planina, Velebita i Biokova (Kryštufek i sur., 2008). No važno je istaknuti da vrste ne reagiraju izravno na nadmorsku visinu, već na promjene abiotskih varijabli koje su regulirane nadmorskom visinom (Hof i sur., 2012), primjerice porastom nadmorske visine dolazi do smanjenja temperature i povećanja precipitacije (Tai i sur., 2020). Također, nadmorska visina može utjecati i na neke druge parametre koji nisu povezani s klimom, poput dostupnosti hrane te će vrste biti ograničene na one nadmorske visine na kojima im je hrana dostupna (Hof i sur., 2012).

Planinske populacije slatkovodnih kornjača u Europi su rijetkost. Primjerice *Emys orbicularis* naseljava područja i na 1 500 m nadmorske visine, no takve se populacije smatraju iznimkama u

rasprostranjenosti (Gherbi i sur., 2023). Ayaz i Budak (2008) u Turskoj su od 20 istraživanih lokacija, riječnu kornjaču zabilježili na njih 11, od kojih je sedam bilo na razini mora, tri do 450 m nadmorske visine, a samo jedna populacija na 750 metara. Analizom javno dostupnih opažanja riječne kornjače (GBIF, 2023) utvrđeno je da je riječna kornjača jedna od vrsta gmazova čija je rasprostranjenost vezana uz nadmorsku visinu te vjerojatnost njene prisutnosti opada s porastom visine, kao što je to slučaj i s drugim gmazovima na krškim područjima (Kryštufek i sur., 2008). Osim u rijetkim iznimkama, riječna kornjača ne dolazi na većim nadmorskim visinama, niti diljem svog centralnog dijela areala (Turska, Grčka, Izrael) (Ayaz i Budak, 2008; Gherbi i sur., 2023), a niti na području Hrvatske.

Iako se rasprostranjenost riječne kornjače diljem areala prema analiziranim podacima o nadmorskoj visini kretala od 0,1 do 951 metara nadmorske visine važno je napomenuti da je medijan rasprostranjenosti za sedam od deset analiziranih država ležao ispod 100 metara. Iako su viši medijani zabilježeni u Sjevernoj Makedoniji, Bugarskoj i Cipru (236, 201, odnosno 152 metra), temelje se na svega tri lokacije po državi pa je moguće da se dodatnim budućim nalazima promijeni i medijan (GBIF, 2023).

Albanija, Grčka i Crna Gora imale su najniže medijane nadmorskih visina, što ukazuje na to da riječna kornjača tamo uglavnom živi na otocima ili u obalnim lagunama i močvarama. Medijani za Grčku i Tursku značajno se razlikuju od nekoliko drugih država jer imaju puno nalaza do 10 metara nadmorske visine, ali imaju i nalaze na staništima iznad 90. percentila (158 mnm). Iznad 95. percentila od 376 mnm podaci su zabilježeni samo u Grčkoj, Izraelu, Makedoniji i Turskoj i čine tek 5 % od ukupno poznatih nalaza vrste objavljenih u bazi GBIF, što pokazuje da riječna kornjača na višim nadmorskim visinama dolazi samo iznimno.

Podaci nadmorskih visina iz Hrvatske značajno se razlikuju samo od grčkih i turskih, dok nema značajnih razlika u odnosu na ostale setove podataka, uključujući i Izrael, koji je prema Vamberger i sur. (2014) ishodište cijele vrste i od kuda se vrsta počela širiti prema zapadu. Terenska istraživanja provedena u okviru ovog doktorskog rada obuhvatila su sva lentička staništa iznad 220 m nadmorske visine, na kojoj je najviši nalaz ovog istraživanja, kao i vodena staništa iznad 376 mnm koja se nalaze na području Rijeke dobrovačke i konavoske Sniježnice, ali riječna kornjača na njima nije bila zabilježena.

Dobivene analize visinske rasprostranjenosti ukazuju na potrebu da se u bilo kakvoj prioritizaciji vodenih staništa kao potencijalnih staništa riječne kornjače u Hrvatskoj pažnja i resursi usmjere na

staništa na nižim visinama budući da je izglednije da ona predstavljaju ili će potencijalno predstavljati pogodno stanište za vrstu u budućnosti.

5.2 ZNAČAJKE POPULACIJE

5.2.1 Brojnost i vijabilnost populacije riječne kornjače

Vijabilna populacija je ona koja ima dovoljno veliki broj jedinki i dovoljno genetske raznolikosti kojom se može osigurati dugoročno preživljavanje i uspješna reprodukcija, unatoč prisutnosti prirodnih i antropogenih prijetnji (LeBuhn i Miller, 2021). Vijabilna populacija može se održati kroz više generacija bez značajnog rizika od izumiranja, zahvaljujući stabilnim staništima, adekvatnim resursima, zdravim reproduktivnim stopama i minimalnim utjecajem negativnih faktora poput bolesti, predacije i gubitka staništa (LeBuhn i Miller, 2021). Procjena vijabilnosti pomoću različitih PVA modela (eng. *population viability analysis*) (Akcaakaya i Sjögren-Gulve, 2000), nije bila cilj ovog istraživanja, no u inicijalni pregled vijabilnosti osim prisutnosti mladunaca, uključeni su i rezultati o brojnosti subpopulacija, pronalaska gnijezda te dostupnosti prikladnih staništa. Kako prisutnost vrste nije potvrđena na području Baćinskih jezera i na području rijeke Neretve, a nalaz s Korčule je potvrđen kao uneseni, nije moguće zaključiti o vijabilnosti subpopulacija na ta tri lokaliteta.

Stonsko polje

Izvorna populacija riječnih kornjača Stonskoga polja opstaje od početka 2000-tih u iznimno niskim brojevima. Mogućnost reprodukcije na ovom području temeljem prikupljenog uzorka (subadultna ženka) ne može biti isključena, iako nisu pronađena gnijezda, niti mladunci. Stanište ima dovoljni potencijal za podržavanje vijabilne populacije (potencijalna gnijezdilišta, velika mreža vodotokova), ako se uklone procijenjene prijetnje (Šalamon i Štih, 2019). Dodatno se od 2023. godine temeljem Akcijskog plana za riječnu kornjaču (2021.) na području Stonskog polja provodi i program potpomognutog razmnožavanja i uklanjanja prijetnji koji bi trebali omogućiti samoodrživost populacije.

Na području Stonskog polja nađeno je samo šest jedinki te nije procjenjivana brojnost.

Naselje Lisac

Na području naselja Lisac dosadašnjim istraživanjem zabilježena su dva subadultna mužjaka riječne kornjače. Radi se o introduciranoj populaciji, a prilikom introdukcije uneseno je u lokvu osam jedinki (Haleš, osobna komunikacija). Nalaz subadultnih jedinki ukazuje na to da se vrsta barem u prošlosti razmnožavala u toj lokvi. Ipak, bez pronalaska većeg broja jedinki, prvenstveno mladunaca kao i pronalaska gnijezda ili drugih dokaza o razmnožavanju, ova populacija ne može biti smatrana vijabilnom. Potrebna su dodatna istraživanja na samoj lokvi i okolnim područjima u svrhu ispitivanja pružaju li kopnena staništa pogodna mjesta za polaganje i razvitak jaja i mladunaca.

Zaselak Prljevići

Unesena populacija riječne kornjače iz zaselka Prljevići razmnožava se na povoljnim staništima u blizini lokve te temeljem ovog istraživanja nema razloga da se ne smatra vijabilnom subpopulacijom.

Prvotnim unosom tijekom 1997. i 2001. doneseno je u lokvu sedam jedinki riječne kornjače, a trenutnim istraživanjima zabilježeno je devet odraslih jedinki što je direktan znak uspješnog razmnožavanja vrste u toj lokvi. Tijekom terenskog obilaska 2024. godine prvi su puta zabilježeni mladunci riječne kornjače što je dodatni dokaz da se vrsta uspješno razmnožava te da okolna kopnena staništa pružaju pogodna mjesta za polaganje jaja i njihov razvoj. Prisutnost samo devet odraslih jedinki može biti razlog dugačkog generacijskog vremena riječne kornjače, no ne može se isključiti niti mogućnost utjecaja predatorskog pritiska na jaja i/ili tek izlegnute jedinke koji radi njega ne mogu dosegnuti spolnu zrelost. Iako nije opažen direktni utjecaj na jedinke, opažene su iskopane rupe sa ljuskama jaja u okolici lokve. Veliki utjecaj grabežljivaca na slatkovodne kornjače, a koji se povezuje s padom njihove brojnosti zabilježen je i kod drugih slatkovodnih kornjača (Moldowan, 2023).

Dodatna istraživanja parenja u srodstvu i utjecaju parenja u srodstvu na preživljavanje jedinki potrebna su kako bi se isključila mogućnost negativnog utjecaja homogene genetske strukture (Fauvergue i sur., 2012; Ralls i sur., 2007).

Zaselak Zabrežje

Izvorna populacija u zaselku Zabrežje nalazi se na povoljnom staništu, dokazano se razmnožava i stabilna je sa 132 jedinke što je utvrđeno prisutnošću gnijezda i juvenilnih jedinki te se smatra vijabilnom.

Godine 2006. procijenjena je brojnost subpopulacije riječne kornjače s područja Majkova iz lokve kod društvenog doma na 119 jedinki, odnosno 5 050 jedinki/ha vodene površine te lokve (Šalomon i Šilić, 2007). Tijekom ovog istraživanja procijenjena brojnosti subpopulacije u obje lokve iznosi 132 jedinke. Iako postoje razlike u metodologiji kod oba istraživanja (različiti lovni alati i za vrijeme prve procjene lokva kod crkve bila je bez vode), ovo su jedina uzastopna istraživanja brojnosti na području zaselka i na temelju njih moguće je uočiti stabilan trend subpopulacije.

Rijeka dubrovačka

Područje Rijeke dubrovačke povijesno je nalazište riječne kornjače (Karaman, 1921; Schinz, 1840). Ovim istraživanjem na tom području pronađene su samo tri odrasle jedinke i to na zapuštenom poljoprivrednom zemljištu sa zaraslom lokvicom te plitkim, također zaraslim kanalom. Kornjače mogu na nekom staništu opstati dugo nakon što nestanu pogodni uvjeti za njihovo razmnožavanje i prisutnost odraslih jedinki kornjača može prikriti stvarnu održivost populacije i stvoriti dojam da su populacije zdrave, čak i kada postoji malo ili ništa mladunaca (Manzo i sur., 2021). Upravo zbog toga zabilježene jedinke potencijalno su izvorne, tj. ostatak nekadašnje populacije s područja Rijeke dubrovačke. No, budući da je broj zabilježenih jedinki iznimno mali, površina povoljnog staništa vrlo ograničena te nisu zabilježene juvenilne jedinke, niti znakovi razmnožavanja smatramo da ova populacije trenutno nije vijabilna. Za dugoročan opstanak vrste na ovom području potrebno je obnoviti i populaciju i veliki dio staništa, što je zbog intenzivne urbanizacije i degradacije obale rijeke teško izvedivo.

Konavosko polje

Izračun brojnosti populacije riječne kornjače na području Konavoskog polja napravljen je samo za izabrani poligon veličine 10 ha te predstavlja minimalni broj jedinki koji se nalazi u Konavoskom polju. Poligon za procjenu brojnosti u sredini je Konavoskog polja te se na njemu nalaze oba vodena staništa koja riječna kornjača preferira (lokve i kanali) i koja su okružena mnoštvom potencijalnih gnjezdilišta. Prema istraživanjima na jednom lokalitetu u Turskoj, koji staništima nalikuje Konavoskom polju, dokazano je da su lokve mjesta prema kojima u proljeće jedinke migriraju s ostalih staništa kako bi se parile i tu ostaju do kraja ljeta (Chelazzi i sur., 2007). Iako se unutar poligona ne nalazi rijeka Konavočica koja je isto tako stanište vrste, između nje i poligona ne postoji nikakva barijera, osim velike udaljenosti te se pretpostavlja da se odvija migracija jedinki na tom području. Migracija na veće udaljenosti je općepoznata kod slatkovodnih kornjača, kod mužjaka kako bi povećali mogućnost parenja, a kod ženki radi polaganja jaja (Serrano, 2015). U skladu sa svim napisanim, odabrani poligon uzet je kao referentno područje za procjenu veličine populacije za čitavo Konavosko polje.

Unutar poligona od 10 ha srednja vrijednost brojnosti riječne kornjače u četiri godine istraživanja procijenjena je na 128, odnosno 148 jedinki, a posljednje godine procjene na 132, odnosno 169 jedinki.

Dinamika populacije na području Konavala je stabilna. Naizgled naglo povećanje brojnosti u 2015. te blagi pad naredne godine mogu se objasniti većim lovnim naporom tijekom 2015., kada su odrađena dva terenska izlaska, dok se svih ostalih godina na teren išlo samo jednom. U korištenom POPAN modelu procjene brojnosti, procjena brojnosti u nekom vremenskom intervalu je jednaka umnošku vjerojatnosti ulova i broja ulova u tom istom vremenskom intervalu. Oba modela koja najbolje procjenjuju brojnost na području Konavala imaju fiksnu vjerojatnost ulova, pa je broj procijenjenih jedinki direktno proporcionalan s brojem ulovljenih jedinki.

Na stabilnost populacije ukazuju i vrlo visoke procjene vjerojatnosti preživljavanja ženki (80 %, 86 %) i mužjaka (93 %, 89 %), s uskim intervalima pouzdanosti.

Procjena preživljavanja za mladunce znatno je niža kod oba modela (30 %, 37 %), s većim intervalima pouzdanosti. To može biti rezultat i) manjeg broja nalaza mladunaca radi korištene metodologije lova koja više pogoduje odraslim jedinkama, što je već dokazano za ovu vrstu (Rifai

i Amr, 2004); ii) stvarnog manjeg preživljavanja mladunaca koji su pod većim pritiskom grabežljivaca, dok sa očvršćivanjem oklopa broj potencijalnih grabežljivaca značajno opada (Tetzlaff i sur., 2020); iii) nepreciznosti POPAN modela koji ne prepoznaje prijelaz iz juvenilne u adultnu kategoriju te juvenilnim jedinkama pripisuje ili smrtnost ili emigraciju (Cooch i White, 2002).

Temeljem dobivenih rezultata, prvenstveno stabilne populacije, redovitog razmnožavanja i prisutnosti mladunaca te relativno velikih površina pogodnih vodenih i kopnenih staništa ovu populaciju možemo označiti kao vijabilnu. Dapače, ovo je zasigurno i najbrojnija i za opstanak vrste najključnija populacije riječne kornjače u Hrvatskoj. U budućnosti je potrebno istu redovito pratiti i reagirati na sve potencijalne pritiske i prijetnje.

5.2.2 Gustoća populacije riječne kornjače

Temeljem prikupljenih podataka o brojnosti vrste na pojedinim lokalitetima, izrađenih postornih slojeva sa tekućim i stajaćim vodenim površinama te procjene AOH izračunata je gustoća populacija. Prvenstveno ove procjene omogućuju međusobnu usporedbu staništa riječne kornjače u Hrvatskoj, dok je usporedba s drugim procjenama gustoća populacija otežana zbog primjene različitih metodologija u dobivanju broja životinja i određivanju površine temeljem koje se broj životinja standardizira. Pojedini autori za broj životinja koriste broj uočenih životinja po transektu, a pojedini koriste procjene brojnosti metodom ponovljenog ulova (Auer i Taškavak, 2004; Bayrakçı i sur., 2015b). Također, procjene brojnosti obavljene su na prostorno različitim istraživanim područjima koja najčešće ne uključuju splet mikrolokacija i nije poznato na koliki dio ukupne populacije se odnose. Iako se gustoće populacije riječnih kornjača najčešće daju temeljem vodene površine, postoje i istraživanja u kojima je gustoća dana temeljem ukupnog istraživanog područja. Korištenje ukupne vodene površine može biti preporučljivo u slučaju jezera ili laguna, no povremene vode kakve riječna kornjača koristi dodatno onemogućuju usporedbe gustoća populacija među različitim lokacijama, ili čak istim lokacijama u dvije različite vremenske točke. Tako Šalamon (2008) daje gustoću u Konavoskom polju temeljem transekta vodenog toka sa ili bez vode, a Bayrakçı i sur. (2015) temeljem poplavljenih pašnjaka.

Gustoća populacija procijenjene temeljem vodenih površina ili čitavog AOH slažu se u činjenici da su najviše gustoće zabilježene u majkovskoj subpopulaciji, a manje u konavoskoj subpopulaciji.

Gustoća populacije na sva tri istraživana lokaliteta u Hrvatskoj temeljem površine vodnog tijela na kojem je vršena procjena brojnosti međusobno je vrlo različita (Prljevići – 1193 jedinki/ha, Zabrežje – 2019 jedinki/ha, Konavosko polje – 577 jedinki/ha), no puno je veća od gustoća dobivenih drugim istraživanjima. Na različitim lokacijama u Turskoj gustoća populacije se razlikuje. Temeljem procijenjene brojnosti riječnih kornjača metodom ulovi-označi-ponovno ulovi na pola hektara istraživanog područja kod Izmira iznosila je 434 jedinke/ha (Güçlü i Türkozan, 2010), zatim temeljem procijenjene brojnosti na području od 2 ha vodenog i kopnenog staništa kod Aydina: 170 jedinki/ha vodene površine (Bayrakçı i sur., 2015a), temeljem procijenjene brojnosti na 1,5 km² poplavnih pašnjaka 50 jedinki/ha vodene površine (Auer i Taşkavak, 2004) te 68 jedinki/ha temeljem procjene brojnosti na obali mirnog dijela toka rijeke na istraživanom području od 2 ha (Bayrakçı i sur., 2015a). Na području istočne Bugarske gustoća populacije iznosi između 2,27 i 48 jedinki/ha temeljem riječnih transekata od fiksnih 50, odnosno 10 m širine, dok je korišteni broj životinja broj uočenih životinja pri prolasku transekta (Mollov i sur., 2021).

Vrijednosti procijenjene za Hrvatsku nalaze se unutar raspona vrijednosti koje su dobivene u Izraelu gdje je gustoća na nezagađenim staništima 50 – 100 jedinki/ha, a na zagađenima 500 – 2000 jedinki/ha što se smatra jednom od najvećih gustoća jedinki slatkovodnih kornjača na zagađenim staništima, za koja iz opisa lokaliteta možemo pretpostaviti da se radi o visoko organski opterećenim lokalitetima (Gasith i Sidis, 1984; Wischuf i Busack, 2001).

Iako su majkovske lokve mala i ograničena staništa, izgledno je da podržavaju procijenjenu gustoću populacije, budući da imaju bogatu biomasu i da su organski opterećene (Mikuš i sur., 2015). Dodatno lokva kod crkve u majkovskom zaselku Zabrežje presuši u jednom dijelu godine je vjerojatno da sve jedinke migriraju u obližnju lokvu kod vatrogasnog doma te je u tom periodu godine (ljetu do početka jeseni) gustoća i kompeticija u lokvi kod vatrogasnog doma još i veća.

Što se Konavala tiče, visoka gustoća može se objasniti i time što je poligon na području Konavala na kojem je vršena procjena brojnosti bogat različitim mikrostaništima (kanal, lokva, livada, vinograd, polje) te shodno tome različitim izvorima hrane (npr. raznim vodenim i kopnenim beskralježnjacima, punoglavcima) koji omogućuju veće gustoće populacije (Güçlü i Türkozan, 2010). Drugo potencijalno objašnjenje veće gustoće je što se odabrani poligon za procjenu brojnosti nalazio u djelu polja gdje je najveća koncentracija lokvi, a na koje kornjače u proljeće migriraju s okolnih staništa i ostaju do kraja ljeta kako bi se parile i oko njih polagale jaja (Chelazzi i sur.,

2007). Terenski izlasci za procjenu brojnosti odrađeni su u periodu parenja i polaganja jaja, tako da je vrlo vjerojatno da je tada bila i najveća brojnost jedinki na poligonu.

5.2.3 Dobno-spolna struktura riječne kornjače u Hrvatskoj

Spolna struktura

U zdravim populacijama broj mužjaka i ženki u populaciji trebao bi biti podjednak kako bi se vrsta mogla održati. Omjer spolova reguliran je prirodnim odabirom i ima tendenciju izjednačavati se (Fisher, 1930). Ako nema značajnog pomaka u omjeru spolova, populacija je stabilna i održiva (Bayrakçi i sur., 2016). U populacijama gdje ima više ženki, neuravnotežena struktura populacije ne predstavlja nužno problem jer jedan mužjak može oploditi više ženki. Razlog tome je što je spermatogeneza energetski manje zahtjevna od proizvodnje jaja, što omogućava mužjacima da se pare s više ženki. Međutim, u populacijama gdje ima više mužjaka, to može negativno utjecati na populaciju. Razlog je što će broj proizvedenih jaja biti manji jer ima manje ženki koje mogu polagati jaja (Bayrakçi i sur., 2016).

Rezultati spolne strukture temeljem spola određenog prilikom terenskog istraživanja, na svim su lokacijama i kroz ukupan uzorak blago u korist ženki, a korekcijom određivanja spola na temelju morfometrija omjer spolova okreće se na pojedinim lokacijama u korist mužjaka, dok kroz ukupan uzorak ostaje blago u korist ženki. Omjer spolova u ostatku areala kod gotovo svih istraživanja također je bio na strani ženki. U Albaniji 2,8 Ž : 1 M (Saçdanaku i Haxhiu, 2015), u Izmiru u Turskoj 3,01 Ž : 1,17 M : 1 J (Güçlü i Türkozan, 2010), u Jordanu 1,3 Ž : 1 M (Rifai i Amr, 2004) te u Bugarskoj 1,25 Ž : 1 M (Mollov i sur., 2021). Omjer spolova na strani mužjaka bio je jedino na dva područja u zapadnoj Turskoj, 1 Ž : 1,7 M u istraživanju na mirnom dijelu toka rijeke Mendres (Bayrakçi i sur., 2015a) i 1 Ž : 2,6 M (Auer i Taşkavak, 2004).

Postoje četiri demografska faktora koja utječu na spolni omjer: i) omjer spolova mladunaca pri izlijevanju; ii) razlike u mortalitetu spolova; iii) različite migratorne aktivnosti među spolovima; iv) razlike u brzini rasta i trenutku spolne zrelosti među spolovima (Gibbons, 1990). Omjer spolova u navedenim istraživanjima na ostatku areala dobiven je različitim metodologijama određivanja dobi i spola, ili temeljem procjena brojnosti ili temeljem slučajnog uzorka na transektu/istraživanom području koji su obuhvaćali različito mikrostanište te zbog toga nije nužno pokazatelj

stvarnog omjera u čitavoj populaciji, osobito kod vrsta koje poput riječnih kornjača pokazuju različite obrasce korištenja mikrostaništa s obzirom na dob i spol (Chelazzi i sur., 2007). Najbliža metodologija određivanja spola našem istraživanju primijenjena je u studiji Rifai i Amr (2004) koje su u kategorije odraslih životinja svrstavale sve jedinke iznad 80 mm kojima je sekundarnim spolnim karakteristikama bilo moguće odrediti spol (Auer i Taşkavak, 2004; Güçlü i Türkozan, 2010; Rifai i Amr, 2004), dok su drugi autori spol određivali samo jedinkama iznad 100 mm (Ayaz i Budak, 2008; Gül i sur., 2014; Saçdanaku i Haxhiu, 2015; Tok, 1999). Takve razlike u metodologiji mogu dovesti do promjene omjera osobito kod vrsta gdje mužjaci rastu brže od ženki što je poznato kod riječne kornjače (Rifai i Amr, 2004; Šalamon, 2006b), ali i drugih vrsta roda *Mauremys* (Zhu i sur., 2003).

Dodatno, mikrostanište i veličina istraživanog poligona u odnosu na ukupnu površinu koju populacija koristi može dovesti do procjene većeg udjela filopatričnog ženskog spola riječne kornjače ako se radi o lokvama u blizini gnijezdilišta ili mjesta za hiberniranje, odnosno, do procjene većeg udjela više migratornih mužjaka ako istraživani dio staništa uključuje prvenstveno vodeni tok koji njima čini osnovne koridore za migraciju (Chelazzi i sur., 2007).

Na istraživanim lokalitetima u zaselcima Zabrežje i Prljevići, s obzirom na nedostatak drugih vodnih tijela u blizini, sa sigurnošću je moguće ustvrditi da mužjaci nisu imali na raspolaganju druga vodna tijela, a uzorkovanjem je obuhvaćena čitava populacija te smatramo omjere spolova relevantnima. Na tim se lokalitetima blaga prednost ženki u odnosu na mužjake ne mijenja ni nakon primjene kategorizacije spola temeljem morfometrija. Na konavoskom poligonu od 10 ha, uz dva kanala najzastupljenije mikrostanište bilo je veći broj lokvi, što je moglo pogodovati manjem broju uhvaćenih mužjaka. Manji broj uhvaćenih mužjaka na tom području vidljiv je i u ponovljenim ulovima za potrebe procjene brojnosti populacije, ali pri primjeni kategorizacije spola temeljem morfometrija, u ovoj se populaciji spolni omjer mijenja u korist mužjaka.

Konačno, može se utvrditi da se kod riječnih kornjača može očekivati blagi omjer spolova u korist ženki, što je također utvrđeno u majkovskoj subpopulaciji. Način određivanja dobno-spolnih kategorija i odabir površina i mikrostaništa mogu uzrokovati precjenjivanje jednog od spolova, kao što je možda bio slučaj s precjenjivanjem omjera u korist ženki u konavoskoj subpopulaciji, uslijed većeg udjela lokvi na istraživanom poligonu u odnosu na kanale. Ostali razlozi, kao što je

temperaturni utjecaj na definiranje spola pri inkubaciji, manje su relevantni za rezultate prikupljene ovim istraživanjem.

Dodatna istraživanja inkubacije trebala bi uključiti analize uvjeta temperature i vlage unutar gnijezda *in situ*, jer slatkovodne kornjače ukopavaju gnijezda na dubinu manju od 50 cm pa je utjecaj dnevnih temperaturnih oscilacija veći, nego primjerice kod morskih kornjača koje polažu jaja na veće dubine (Burger, 1976; Packard i sur., 1985). Podatke prikupljene na taj način moguće je dovesti u vezu s klimatskim promjenama i povećanjem temperatura, budući da je utjecaj temperature na veći udio ženki naspram mužjaka već dokazan kod morskih kornjača diljem svijeta, u Australiji (Chu T. i sur., 2008), Floridi (Mrosofsky, 1982), Brazilu (Marcovaldi i Chaloupka, 2007) i na Mediteranu (Zbinden i sur., 2007).

Temeljem navedenog zaključeno je da omjer spolova u hrvatskim populacijama prati omjer spolova u populacijama riječne kornjače u drugim dijelovima područja rasprostranjenosti te se od njih ne razlikuje značajno.

Dobna struktura

Dobna struktura riječne kornjače očituje se prvenstveno u omjeru mladunaca i odraslih jedinki na istraživanim lokacijama u Hrvatskoj.

Prema podacima dobivenim ovim istraživanjem omjer odraslih i mladunaca na svim je lokalitetima u korist odraslih jedinki te i kao konačni omjer imamo 2,55 : 2,29 : 1. Ukupan broj ulovljenih mladunaca (bez mladunaca inkubiranih *ex situ* koji su se koristili u analizama morfometrija) u uzorku je 21 %, što je manje od većine istraživanja drugih autora i više nego je objavljeno za Izmir (Güçlü i Türkozan, 2010). Potrebno je napomenuti da omjeri nisu u potpunosti usporedivi među državama, jer se svrstavanje u kategoriju odraslih i mladunaca razlikuje od autora do autora, ali granice kategorija najbližije ovom istraživanju koristili su Rifai i Amr (2004). Rifai i Amr (2004) zaključuju da je veliki postotak ulovljenih jedinki u njihovom uzorku (50,3 %) uzrokovan dodatnom metodologijom lova rukom u plitkoj vodi s biljnim obraštajem koji koriste mladunci.

Istraživanjima riječne kornjače diljem njenog areala (Albanija, Turska, Jordan) postotak ulovljenih mladunaca riječne kornjače u uzorku bio je između 42 % – 50,3 % (Auer i Taşkavak, 2004; Bayrakçi i sur., 2015a; Rifai i Amr, 2004; Saçdanaku i Haxhiu, 2015), s iznimkom u Izmiru u Turskoj s

ulovom od 19 % juvenilnih jedinki (Güçlü i Türkozan, 2010) te u Bugarskoj s 27 % (Mollov i sur., 2021).

Korištenje različitih tehnika prilikom hvatanja slatkovodnih kornjača na različitim staništima može se odraziti na uspješnost u lovu mladunaca (Keller i Busack, 2001), koja može varirati od 0 % do 70 % (Wariss i sur., 2012). Mladunci slatkovodnih kornjača imaju znatno niži migracijski potencijal nego odrasle jedinke (Sexton, 1959), što je dokazano i telemetrijskim istraživanjima barske kornjače (*Emys orbicularis*) u Portugalu gdje su se mladunci kretali između značajno manjeg broja lokvi u usporedbi s odraslim jedinkama (Serrano, 2015) te i to može dovesti do manjeg ili većeg broja ulova mladunaca, ovisno o lokaciji lova.

Mladunci općenito čine promjenjiv, ali nizak postotak u većini populacija, za razliku od visokog udjela dugovječnih zrelih jedinki (Bury, 1989).

Mollov i sur. (2021.) tvrde da manji postotak ulovljenih mladunaca jedinki riječne kornjače ne znači nužno da je populacija u opadanju, već je mogući razlog što su mladunci teško uočljivi zbog male veličine i skrovitijeg načina života.

5.2.4 Morfometrijske karakteristike riječne kornjače

Morfometrijska istraživanja na riječnoj kornjači su brojna i rađena su diljem cijelog areala rasprostranjenosti i najvećim se dijelom odnose na istraživanje osobina populacije i sekundarnih spolnih obilježja (Ayaz i Budak, 2008; Güçlü i Türkozan, 2010; Gül i sur., 2014; Rifai i Amr, 2004; Saçdanaku i Haxhiu, 2015), a u manjoj mjeri na istraživanje razlika u uvjetima različitih okolišnih pritisaka (Koren i Šalamon, 2009).

Rezultatima ovog istraživanja potvrđeno je da su određena mjerena obilježja spolno dimorfna i u hrvatskim populacijama, kao što su i u ostatku areala: masa, vrijednost ravne duljine karapaksa (SCL), visina oklopa (SHMax), ukupna dužina repa (Rep_tot) i dužina repa od nečisnice do vrha repa (VTT) (Gül i sur., 2014; Rifai i Amr, 2004; Wischuf i Busack, 2001). Ženke su veće od mužjaka u svim istraživanim subpopulacijama (Zabrežje, Prljevići, Konavle) temeljem obilježja mase, SCL, SHMax, VTT, osim ukupnom dužinom repa (Rep_tot), što je sve u skladu s dosadašnjim morfometrijskim istraživanjima na riječnoj kornjači (Auer i Taşkavak, 2004; Güçlü i Türkozan, 2010; Rifai i Amr, 2004). Duži rep (Rep_tot) i spoljošteniji karapaks (SHMax) kod

mužjaka u skladu su s literaturom te se koriste prilikom determinacije spola samostalno ili multivarijatno (Gül i sur., 2014; Rifai i Amr, 2004; Wischuf i Busack, 2001).

Na omjerima morfometrija, najranija determinacija mužjaka uz pomoć sekundarnih spolnih karakteristika zabilježena je na 75 mm SCL i 62 g, a ženke nakon 80 mm SCL. Pri omjeru SCL sa SCL-MPL prvi spol koji se razlučuje iznad 75 mm SCL i 10 mm SCL-MPL je ženski. Prema tome sve životinje ispod 75 mm SCL i 62 g zasigurno spadaju u kategoriju mladunaca te je opravdano uključivanje životinja iznad 80 mm u odrasle, a to su zaključili i Rifai i Amr (2004) na svojim uzorcima iz Jordana. Određivanje spola temeljem sekundarnih spolnih oznaka u ukupnom uzorku pouzdano je iznad 100 mm SCL i 125g kada više nema spolno neodređenih subadulta. Daljnja istraživanja spolnih razlika pomoću morfometrije mogu biti usmjerena u računsku verifikaciju spola određenog vizualnim pregledom pomoću multivarijatnih metoda analize koristeći morfometrije za obilježja za koje se pokazalo da su spolno divergentna. Pritom je važno obratiti pozornost na ekstremne slučajeve mase ženki netom prije polaganja gnijezda i nakon polaganja gnijezda.

Razlika u veličini između odraslih jedinki i rasta u uvjetima različitih okolišnih pritisaka može se očekivati među populacijama iste vrste, osobito kada su u pitanju razlike u trofičkim resursima, kompeticiji i predaciji (Gahmous i sur., 2022). Varijacije u veličini tijela nisu neobične te prema Gul i sur. (2014) mogu odražavati prilagodbe na okoliš, a razlika u veličini tijela mužjaka i ženki može proizlaziti iz posrednih i neposrednih čimbenika koji različito djeluju na mužjake i ženke u tim okolišima. Budući da Lovich i sur. (2010) naglašavaju da su razlike u veličini tijela između mužjaka i ženke pod utjecajem nekoliko čimbenika, kao što su pristranost u uzorkovanju, neprikladne mjere dimorfizma, netočne procjene veličine u trenutku spolne zrelosti, geografske varijacije u rastu ili veličini tijela te geografski različiti selekcijski pritisci, možemo ustvrditi da isti čimbenici djeluju na prosječnu veličinu tijela jedinki među populacijama. Nejednaki kriteriji pri određivanju dobno-spolnih kategorija u različitim istraživanjima mogu doprinijeti razlikama prosječnih mjera po kategorijama, dok nejednaki ulov dobno-spolnih kategorija, bilo kao obilježje lova ili obilježje populacije, može dovesti do razlika ukupnih prosjeka među populacijama.

Stoga, iako su ovim istraživanjem dobivena prosječna morfometrijska obilježja (SCL) riječnih kornjača veća od istočnih populacija teško je ocijeniti tezu koju je postavio Siebenrock (1913) da postoji gradacija u veličini tijela riječne kornjače kako se ide od izvorišta vrste na istoku prema

zapadnim populacijama, s primjercima iz Dalmacije koji su relativno manji od ostalih uzoraka. No, u skladu s našim rezultatima i istraživanje Ayaza i Budaka (2008) zaključuje kako geografski povezano smanjenje veličine tijela nije opravdano i moguće je da su inicijalni rezultati Siebenrocka (1913) pod utjecajem pristranog uzorka.

Iako postoje velike razlike u gustoći hrvatske populacije i ostalih populacija riječne kornjače te se stoga može očekivati i veći pritisak na izvore prehrane i kompeticija u populacijama takve gustoće, vrijednosti SCL i mase mužjaka i ženki iz Hrvatske nalaze se unutar raspona vrijednosti tih mjera iz drugih država (Auer i Taškavak, 2004; Ayaz i sur., 2006; Ayaz i Budak, 2008; Bayrakçi i sur., 2016; Güçlü i Türkozan, 2010; Gül i sur., 2022; Iković i Gvozdrenović, 2018; Mollov i sur., 2021; Tok, 1999). No, hrvatske populacije, sa srednjom vrijednošću SCL-a od 158,8 mm za ženke i 152,5 mm za mužjake, imale su veće prosječne vrijednosti za mužjake i ženke od nekih drugih država. Primjerice na Cipru SCL mužjaka je 125,29 mm (Bayrakçi i sur., 2016); u Izmiru u Turskoj 93,9 mm (Güçlü i Türkozan, 2010); u Jordanu 114,1 mm i 123 mm (Rifai i Amr, 2004); u Crnoj Gori 136,32 mm, 149,84 mm i 144,26 mm (Iković i Gvozdrenović, 2018); u zapadnoj Turskoj 146 mm (Auer i Taškavak, 2004); zapadnoj Anatoliji 112,6 mm (Bayrakçi i sur., 2015b). Dok su ženke u zapadnoj Anatoliji 139,6 mm (Bayrakçi i sur., 2015b), a u Izmiru u Turskoj 119,5 mm (Güçlü i Türkozan, 2010).

S druge strane, Gahmos i sur. (2022) navode da oportunistički svejedi kao što su slatkovodne kornjače, uključujući i riječnu kornjaču (Gahmous i sur., 2022), u vodama višeg stupnja trofije, kao što su lokve u zaselku Zabrežje (Mikuš i sur., 2015), imaju veće dimenzije tijela, kao što je potvrđeno za kornjače *Actinemys marmorata* (Baird & Girard, 1852), *Chrysemys picta* (Schneider, 1783), *Trachemys scripta* i *Phrynops geoffroanus* (Schweiggen, 1812). Iako to nije pokazano na uzorku ovog istraživanja, svakako staništa s većim stupnjem trofije pokazuju veće gustoće populacije u skladu sa Sids i Gasith (1985).

Razlike prosječnih veličina mužjaka i ženki iz majkovske i konavoske subpopulacije u našem uzorku nisu utvrđene, što je u skladu s preliminarnim rezultatima Koren i Šalamon (2009). Subpopulacija u Prljevićima (n = 10) skoro u svim morfometrijskim karakteristikama pokazuje veće vrijednosti, u odnosu na populacije u Majkovima (n = 154) i Konavlima (n = 286), no zbog veličine uzorka u maloj subpopulaciji Prljevića, za konačan zaključak o utjecaju trofičkih resursa, kompeticije i predacije (Gahmous i sur., 2022) potrebna su dodatna istraživanja. Navedeni biotički

faktori u Prljevićima razlikuju se od Zabrežja i mogu pogodovati vjerojatnosti rasta tijela zbog manjka kompeticije i veće dostupnosti hrane.

5.3 ZNAČAJKE REPRODUKCIJSKE BIOLOGIJE

5.3.1 Polaganje jaja i broj gnijezda

Većina vrsta kornjača iz skupina Pleurodira i Kriptodira te kopnenih kornjača razmnožava se svake godine ako se nalaze na odgovarajućim staništima i pod idealnim okolišnim uvjetima (Blanvillain i sur., 2011). Međutim neke odrasle ženke možda se neće reproducirati određene godine, no to ne treba odmah označavati višegodišnji ciklus, već sposobnost ženki da preskoče reprodukciju ako su okolišni uvjeti nepovoljni ili čak da prekinu ovulaciju i proizvodnju jaja unatoč tome što pokazuju normalan ciklus sazrijevanja jaja u folikulima (Blanvillain i sur., 2011). Istraživanjima je dokazano da ženke vrste *Mauremys mutica* ne polažu jaja svaku godinu (Wang i sur., 2023; Zhang i sur., 2024), *Mauremys nigricans* jaja polaže na godišnjoj razini (Anders i Iverson, 2012), dok za *Mauremys rivulata* nema informacija.

Temeljem ponovnih ulova šest odraslih ženki tijekom ovog istraživanja u razmaku od jedne do dvije godine, opaženo je da pet jedinki niti jednu godinu nisu bile gravidne, dok je jedna ženka jednu godinu bila gravidna, a narednu nije. Ako ulovljene ženke nisu položile jaja ranije u sezoni, taj rezultat ukazuje na to da u Hrvatskoj svaka ženka ne polaže nužno svake godine jaja kao što je to slučaj kod *M. mutica* (Wang i sur., 2023; Zhang i sur., 2024).

Ovim istraživanjem utvrđeno je da riječna kornjača polaže jaja u periodu od lipnja do kolovoza, s najranijim datumom polaganja 18. lipnja, a najkasnijim 26. kolovoza, pri čemu je vrhunac sezone polaganja jaja u srpnju. Dobivena saznanja jednaka su onima iz literature koja navode da se u ostatku areala gniježđenje odvija između svibnja i srpnja (Ayaz i Çiçek, 2011), a ženka može položiti u sezoni dva do tri gnijezda ovisno o klimatskim uvjetima na lokaciji, čime se period polaganja jaja može produžiti i do sredine kolovoza (Ayaz i Çiçek, 2011; Mantziou i Rifai, 2014).

U svrhu utvrđivanja točnog broja gnijezda koje neka ženka polaže tijekom sezone potrebno je jedinku ili *in situ* pratiti telemetrijom ili *in vitro* pratiti razvoj folikula s ultrazvukom paralelno s praćenjem jaja radiografijom nakon ovulacije (Cheng i sur., 2009). Ovim istraživanjem to nije obuhvaćeno, no rezultat o polaganju jaja u kolovozu mogu ukazati na potencijalno više gnijezda

iste ženke unutar jedne sezone i kod hrvatskih populacija. Prema istraživanjima reproduktivnih ciklusa kornjača u svijetu došlo se do zaključka da detaljno proučavana vrsta *Sternothelus odoratus* (Latreille, 1802) predstavlja vrlo dobar primjer tipičnih gonadalnih i hormonalnih ciklusa kod muških i ženskih slatkovodnih kornjača unutar skupine Cryptodira pa tako i kod *Mauremys rivulata* (Blanvillain i sur., 2011). Prva ovulacija u sezoni kod *S. odoratus* događa se u travnju, a sljedeće dvije u svibnju i lipnju i svaka sa sobom potencijalno donosi jedno oplodeno gnijezdo (Blanvillain i sur., 2011). Budući da je kod kornjača poznato da nakon parenja imaju sposobnost zadržavanja spermija u tijelu (Gist i sur., 2002), ženka kornjače nakon svake ovulacije može oploditi jaja, bez opetovanih parenja. Skladištenje spermija značajna je evolucijska prilagodba koja omogućava slatkovodnim kornjačama da oplođuju jaja tijekom cijele sezone razmnožavanja i na taj način povećaju svoj reproduktivni uspjeh. Također ova reproduktivna strategija omogućuje postupno polaganje jaja, osiguravajući da sva jaja nisu izložena istim okolišnim čimbenicima ili predatorima (Turtles Central, 2024). Broj gnijezda koje jedna jedinka može položiti u jednoj sezoni ovisi o starosti jedinke, njenom zdravlju, energetske rezervama i uvjetima okoliša (Turtles Central, 2024).

Četiri ženke koje su tijekom ovog istraživanja položile jaja u kolovozu 2019., ulovljene su sredinom lipnja te postoji velika šansa da su se netom prije ulova oplodile što bi odgovaralo oplodnji u lipnju kod vrste *S. odoratus* (Blanvillain i sur., 2011) i opravdalo tako kasno polaganje jaja u kolovozu (11.8. – 29.8.). Dodatna potvrda toga je i istraživanje s Tajvana, prema kojemu ženke *Mauremys mutica* polažu jaja s intervalima od nekoliko tjedana između svakog gnijezda (Cheng i sur., 2009). Drugi razlog polaganja u kolovozu može biti i zadržavanje jaja u tijelu radi stresa i neprikladnih uvjeta držanja u zatočeništvu (loša temperatura, supstrat) (Mader i sur., 2024). Ali budući da su uvjeti držanja u 2019. godini bili isti kako i svih prethodnih godina kada su ženke uspješno polagale jaja ta druga pretpostavka je upitna.

S obzirom na dobivene podatke polaganja jaja u kolovozu te na mogućnost polaganja jaja u svibnju, ukazuje se potreba dodatnih istraživanja *in situ* telemetrijom ili *in vitro* ultrazvučnim praćenjem razvoja folikula uz praćenje jaja radiografijom nakon ovulacije (Cheng i sur., 2009) kako bi se dobio točan uvid u broj gnijezda koje ženka riječne kornjače polaže tijekom sezone u Hrvatskoj.

5.3.2 Broj i veličina jaja

Riječna kornjača u Hrvatskoj ima $5,60 \pm 1,90$ jaja po gnijezdu, s time da je najmanji broj jaja bio tri, a najveći devet. Dobiveni rezultati u skladu su s literaturom prema kojoj broj položenih jaja varira od četiri do deset (Mantziou i Rifai, 2014). U zapadnoj Turskoj ženke polažu četiri do šest jaja (Ayaz i Çiçek, 2011), a u Izraelu četiri do deset jaja (Gasith i Sidis, 1985).

Veličina jaja dobivena ovim istraživanjem je $34,9 \times 20,4$ mm (duljina x širina), što se poklapa s veličinom dobivenom ostalim istraživanjima koja iznosi 35×20 mm (Mantziou i Rifai, 2014).

Veličina gnijezda između Zabrežja i Prljevića značajno se razlikovala te su sa 95 %-tnim intervalom pouzdanosti, gnijezda iz Prljevića imala tri jaja više od gnijezda iz Zabrežja. Također su jedino ženke iz Prljevića položile devet jaja po gnijezdu (srednja vrijednost broja jaja je 7,7), dok je u Zabrežju najveći broj jaja bio sedam (srednja vrijednost 4,7). Ako usporedimo rezultate o gustoći jedinki po hektaru vodene površine vidjet ćemo da postoji značajna razlika između Prljevića i Zabrežja. Prljevići imaju 1 193 jedinke/ha (1 lokva), dok u Zabrežju jedna mikrolokacija ima 2 798 jedinki/ha, a druga 2 048 jedinki/ha vodene površine. Lokva u Prljevićima malo je manja od lokvi u Zabrežju, ali gustoća jedinki s obje lokve u Zabrežju četiri puta je veća, nego gustoća u Prljevićima. To nam ukazuje na mogućnost postojanje velike kompeticije među jedinkama, odnosno na manji broj dostupnih resursa po jedinci u obje lokve u zaselku Zabrežje. Manji broj resursa (hrana, sunčališta), može utjecati i na manji broj jaja ženki iz Zabrežja, odnosno veći broj jaja ženki iz Prljevića. To je dokazano i istraživanjima koja kažu da ako dostupnost resursa omogući povećan reproduktivni učinak jedinke mogu proizvesti veća jaja, više jaja po gnijezdu, više gnijezda po sezoni ili kombinaciju većih i brojnijih jaja (Mohamed i sur., 2012).

Dodatno, dobivene vrijednosti reproduktivnog napora također mogu ukazati na razlike u gustoći populacija. Istraživanjima na kornjačama dokazano je da niska dostupnost resursa po jedinki ograničava reproduktivni napor u populaciji s visokom gustoćom i da je napor veći kod populacija manje gustoće (Vitt i Caldwell, 2014). Tu teoriju potvrđuje i usporedba reproduktivnog napora u Prljevićima (0,09) i Zabrežju (0,07). Budući da je uzorak iz Prljevića zbog male populacije tog lokaliteta jako mali (četiri jedinke), dodatna istraživanja utjecaja ekoloških uvjeta na intenzitet reprodukcije s većim uzorkom s tog ili sličnih lokaliteta preporučljiv su smjer daljnjih istraživanja reproduktivne ekologije riječne kornjače.

Optimalna veličina jaja

Organizmi moraju raspodijeliti prikupljene resurse (energiju) između različitih potreba poput rasta, održavanja organizma, reprodukcije i pohrane (Mohamed i sur., 2012). Budući da su prikupljanje i obrada resursa ograničeni tijekom određenog vremenskog razdoblja (npr. sezonom aktivnosti ili životnim vijekom jedinke), pravilna raspodjela resursa održava osjetljivu ravnotežu između preživljavanja i reprodukcije, odnosno organizmi moraju pažljivo upravljati raspodjelom resursa kako bi osigurali i vlastito preživljavanje i uspješnu reprodukciju. Ako dostupnost resursa omogući povećan reproduktivni učinak kod oviparnih vrsta, one mogu proizvesti veća jaja, više jaja po gnijezdu, više gnijezda po sezoni ili kombinaciju većih i/ili brojnijih jaja (Mohamed i sur., 2012). Proizvodnja više jaja po gnijezdu moguća je samo ako je fizički prostor dovoljan, obično kroz povećanje veličine majčinog tijela (volumena) koja je u kornjača ograničena karapaksom i plastronom pri razmatranju broja i veličine jaja, odnosno širinom zdjeličnog otvora pri razmatranju veličine jaja.

Teorija optimalne veličine jaja predviđa da prirodna selekcija djeluje na ravnotežu reproduktivnog učinka kako bi se optimizirala veličina jaja (Brockelman, 1975; Smith i Fretwell, 1974) i vjerojatno vitalnost mladunaca, čime se povećava i fitness (sposobnost opstanka, eng. *fitness*) ženke. Očekuje se da jaja proizvedena ispod optimalne veličine daju mladunce s nižom vitalnošću. Ako je vrsta evoluirala do optimalne veličine jaja, očekuje se da će fitness velikih ženki porasti proizvodnjom više jaja te optimizirane veličine, a ne proizvodnjom većeg broja manjih jaja ili manjeg broja većih jaja. Optimizacija se stoga događa na točki gdje je fitness stečen ulaganjem u veća jaja izbalansiran smanjenjem fitnessa povezanim s proizvodnjom manjeg broja jaja (Congdon i Gibbons, 1985). Međutim, prilikom donošenja zaključka o optimizaciji treba imati na umu da je optimalna veličina jaja kod nekih vrsta kornjača ograničena širinom zdjeličnog otvora ili drugim anatomskim ograničenjima (Mohamed i sur., 2012).

Ovim istraživanjem broj jaja iz Zabrežja i Prljevića značajno se razlikuje, a jedna od pretpostavki za to je manja gustoća jedinki u Prljevićima koja omogućuje veći broj resursa i samim time više energije koja se može uložiti u reprodukciju i u veći broj jaja. Prema teoriji optimalne veličine jaja, ako ženka uloži u veći broj jaja, ta jaja bi trebala biti manja, tj. radi se kompromis između veličine jaja i broja jaja. To bi značilo da jedinke u Prljevićima ne slijede teoriju o optimalnoj veličini jaja, odnosno iako se broj jaja u Prljevićima povećao, najvjerojatnije zbog veće dostupnosti resursa, jaja su ostala iste veličine. Budući da su jaja po dimenziji na svim lokalitetima u Hrvatskoj ista možemo pretpostaviti da su hrvatske populacije evolucijom dosegle optimalnu veličinu jaja. Optimalna

veličina jaja znači da su jaja dovoljno velika da osiguraju visok fitnes potomaka, ali istovremeno omogućuju ženki da proizvede što veći broj jaja. Kada se dosegne optimalna veličina jaja očekuje se da će fitnes ženke rasti produkcijom više jaja iste veličine, a ne više jaja manje veličine (Mohamed i sur., 2012). Shodno svemu napisanome može se pretpostaviti da su ženke iz Prljevića u stanju optimalno alocirati resurse na način koji im omogućuje proizvodnju većeg broja jaja bez kompromisa u njihovoj veličini, što ukazuje da slijede teoriju o optimalnoj veličini jaja.

No prilikom donošenja ovakvog zaključka potrebno je uzeti u obzir da su optimalne veličine jaja kod nekih vrsta kornjača ograničene širinom zdjelice. Budući da ne postoje podaci za širinu zdjelice (PAW, eng. *pelvic aperture width*) kod vrste *Mauremys rivulata*, ne možemo sa sigurnošću tvrditi da je veličina jaja riječne kornjače na području Hrvatske zaista optimizirana. No, podatak o karakteristikama zdjelice istražen je na drugoj europskoj vrsti *M. leprosa* (Mohamed i sur., 2012), čija je ženka dimenzijama tijela malo manja od *M. rivulata*, ali ima iste dimenzije jaja. Rezultati su pokazali da kod *M. leprosa* nema morfoloških ograničenja od širine zdjelice na širinu jaja, tj. širina zdjelica je veća od najšireg jaja. Budući da kod *M. leprosa*, koja je manja, a ima istu dimenziju jaja nema ograničenja, može se pretpostaviti da niti kod *M. rivulata* nema ograničenja, budući da PAW može biti samo veći. Shodno svemu napisanome može se reći da su jaja riječnih kornjača na području Hrvatske optimizirana i nisu ograničena veličinom zdjelice, što daje podlogu za buduća zanimljiva istraživanja reproduktivnih morfoloških i ekoloških karakteristika riječne kornjače.

5.3.3 Inkubacija i izlijeganje mladunaca

Prosječno trajanje inkubacije jaja riječne kornjače u Hrvatskoj iznosilo je $97,22 \pm 1,58$ dana uz temperaturu od 26 °C, pri čemu je 50 % inkubacija trajalo do 106 dana. Prema literaturi inkubacijski period za jaja riječne kornjače traje 65 – 75 dana kada su inkubirana na temperaturama između 27 i 30 °C i u srednje visokoj vlažnosti (75 – 90 %) (Mantziou, 2000; Rifai i Amr, 2004; Rifai i Mantziou, 2005), dok su istraživanjem na Cipru utvrdili da period inkubacije traje 49 – 77 dana (Baier i sur., 2009; Rifai i Amr, 2004). Inkubacijski period opažen ovim istraživanjem duži je od onoga navedenoga u literaturi zbog nižih temperatura inkubacija, budući da su niže temperature negativno korelirane s trajanjem inkubacije (Streeting i sur., 2022). Povećanje temperature od samo dva stupnja može skratiti vrijeme inkubacije i do 10 dana (Streeting i sur., 2022). Osim manjom temperaturom, vrijeme inkubacije produžuje se i smanjenjem vlage (Wei i sur., 2021).

Temperatura inkubacije i vlažnost najvažniji su faktori koji utječu na uspješnost inkubacije te je potrebno pronaći optimalnu inkubacijsku temperaturu za svaku vrstu posebno, na kojoj će biti najveći postotak preživljavanja (Streeting i sur., 2022), ali i povoljan omjer spolova (Ewert i Nelson, 1991; Okada i Yabe, 2010; Zhu i sur., 2006). Vrste s TSD-om imaju potencijal proizvesti omjere spolova koji su uvelike pristrani prema jednom ili drugom spolu (Pough i sur., 2000). Kod kornjača s TSD-om, mužjaci se općenito razvijaju pri nižim temperaturama, a ženke pri višim (Ewert i Nelson, 1991). Zbog značajne varijacije u optimalnoj temperaturi inkubacije između različitih vrsta, ali i unutar iste vrste, trebalo bi izbjegavati usvajanje režima inkubacije razvijenih za druge vrste ili populacije prilikom inkubacije željene vrste (Du i sur., 2010), a dodatno i jer su smrtnost embrija i vlažnost medija u kojem se vrši inkubacija pozitivno korelirani (Bell, 2005).

Budući da su tijekom ovog istraživanja jaja riječne kornjače nekoliko godina inkubirana u zoološkom vrtu, zajedno s jajima ostalih vrsta gmazova, nije bilo moguće eksperimentirati s temperaturama te je za inkubaciju postavljena optimalna temperatura za razvoj jaja gmazova, 26 °C.

Ravna duljina karapaksa mladunaca izmjerena u laboratoriju nakon njihova izlijevanja bila je $30,86 \pm 0,34$ mm i u skladu je s općim saznanjima o veličini tek izlegnutih mladunaca riječne kornjače, prema kojima je njihova veličina 30 – 40 mm (Wischuf i Busack, 2001).

Iako je korištenim uvjetima postignuta dobra uspješnost inkubacije i usporedive morfometrijske karakteristike izvaljenih mladunaca, buduća istraživanja *ex situ* reprodukcije trebala bi uključiti optimizaciju inkubacijskih uvjeta temperature i vlažnosti za riječnu kornjaču, osobito iz aspekta postizanja povoljnog omjera spolova. Utvrđivanje spola izvaljenih mladunaca nije bio predmet ovog istraživanja, jer se prve informacije o spolu neinvazivno mogu utvrditi tek temeljem sekundarnih spolnih karakteristika nakon otprilike šeste godine starosti životinje (Çiçek i sur., 2016), a ni tada utvrđivanje nije moguće u 100 % slučajeva. Molekularne metode utvrđivanja spola mladunaca riječnih kornjača još nisu razvijene s obzirom na to da kod roda *Mauremys* nisu utvrđeni heteromorfni spolni kromosomi, niti spolno specifični genetski markeri te se zbog toga na azijskim vrstama roda *Mauremys* istražuju genomski markeri spolno-specifične ekspresije u različitim fazama razvoja (Akashi i sur., 2022; Liu i sur., 2022)

Za riječnu kornjaču na području Turske dokazano je da mladunci nakon što izađu iz jaja ne putuju prema lokvi, već ostaju u gnijezdu u kojem prezime kako bi povećali šanse za preživljavanjem,

budući da su u proljeće veći izvori hrane i veće vrijednosti temperature i izvora svjetlosti (Ayaz i sur., 2007). Ta evolucijska prilagodba javila se kao odgovor na to da prirodna selekcija favorizira mladunce koji ulaze u vodena staništa u najpovoljnijoj sezoni za preživljavanje i rast (Gibbons, 2013). Zbog česte pojavnosti u svijetu, zakašnjela emergencija mladunaca kod kornjača trebala bi se smatrati uobičajenim ponašanjem dok se ne dokaže suprotno (Gibbons, 2013). Budući da je ovim istraživanjem dokazano valjenje u kasnu jesen, možemo pretpostaviti da i hrvatske populacije imaju zakašnelu emergenciju i hibernaciju u gnijezdu. U prilog toj pretpostavci ide i istraživanje iz Turske, gdje je dokazana hibernacija u gnijezdu, budući da su tamo temperature zimi bile 8,9 °C – 9,4 °C (Ayaz i sur., 2007), što odgovara i zimskim temperaturama u Dubrovačko-neretvanskoj županiji, sa srednjom vrijednošću od 9.13 °C (-5,63 °C – 23,20 °C) (vlastita mjerenja). Za donošenje točnog zaključka o prezimljavanju u gnijezdu, potrebno je u proljeće pratiti gnijezda, primjerice fotozatkama ili redovitim vizualnim opažanjem.

5.3.4 Reproductivni napor

Riječna kornjača u Hrvatskoj ulaže 8 % tjelesne mase u reprodukciju po gnijezdu. Ne postoje podaci za riječnu kornjaču s ostatka areala, ali je dobivena vrijednost unutar intervala energetskeg utroška drugih vrsta roda *Mauremys*. Primjerice reproductivni napor (RCM) kod *Mauremys leprosa* iz Maroka iznosi 7,4 % (2,3 % – 9,2 %) (Mohamed i sur., 2012), a kod *M. annamensis* 3 % – 10 % (McCormack i sur., 2014). Prema istraživanjima četiri slatkovodne kornjače iz porodice Emydidae iz Sjeverne Amerike, zaključeno je da je njihov energetskeg utrošak u reprodukciju minimalan s vrijednostima RCM između 4,4 % – 10,3 % (Jackson, 1988). Razina RCM koja se smatra visokom može varirati ovisno o vrsti kornjača i ekološkom kontekstu, ali vrijednosti iznad 20 % ukazuju na visoko reproductivno ulaganje (Congdon i Gibbons, 1985). Shodno navedenome možemo zaključiti kako riječna kornjača na području Hrvatske nema veliki energetskeg napor, što govori da su ženke u fazi reprodukcije i dalje u dobroj fizičkoj kondiciji i da nema povećane vjerojatnosti od smrtnosti i ne smanjuje im se sposobnost budućih reprodukcija.

Zabilježeni kasni datum valjenja u ovom istraživanju i kasno polaganje jaja (od 1. kolovoza do 3. rujna) ukazuju na kasnu oplodnju (tijekom lipnja) i mogućnost višestrukih gnijezda jedinke unutar jedne reproductivne sezone. Višestruka gnijezda su vjerojatna temeljem fizioloških saznanja o sezonskoj aktivnosti gonada (Blanvillain i sur., 2011), ali i zbog općeg niskog uloga u reprodukciju

koji je opažen kod riječnih kornjača u Hrvatskoj. Dodatno, višestruka gnijezda utvrđena su i u drugim populacijama riječnih kornjača (Ayaz i Çiçek, 2011; Mantziou i Rifai, 2014) diljem areala.

6. ZAKLJUČAK

ZAKLJUČAK 1. Riječna kornjača na području južne Hrvatske živi fragmentirano u tri izolirane subpopulacije (majkovska, stonska, konavoska), za koje se temeljem fragmentiranosti ne može zaključiti da su tipične za rubni dio areala vrste, budući da su riječne kornjače i na području ostatka Mediterana prisutne u izoliranim populacijama.

Slatkovodna i kopnena staništa kakva vrsta koristi u Hrvatskoj ne razlikuju se od staništa na ostatku areala, osim što u Hrvatskoj vrsta ne dolazi iznad 376 m nadmorske visine i u vodama saliniteta iznad 1 ‰. Vlažna staništa riječne kornjače u Hrvatskoj pokazuju fragmentiranost što je tipična karakteristika mediteranskih slatkovodnih staništa.

Područje Baćinskih jezera treba se isključiti iz daljnjih prikaza rasprostranjenosti riječne kornjače u Hrvatskoj. Izvorna subpopulacija s područja Rijeke dubrovačke temeljem malog broja nalaza i bez znakova razmnožavanja nije vijabilna, a izvornost pronađenih jedinki potrebno je utvrditi genetskim analizama. Subpopulacija na području Neretve nije potvrđena te se predlaže analiza okolišne DNA kako bi se utvrdila prisutnost vrste na ovom lokalitetu.

Izvorna subpopulacija Stonskog polja potvrđena je na lokalitetu s malim brojem jedinki i vjerojatnom reprodukcijom, no bez mogućnosti procjene brojnosti ili utvrđivanja dobno-spolne strukture usporedive s ostalim populacijama vrste, ne može se smatrati vijabilnom.

Riječna kornjača dolazi na puno širem području Konavala nego što je prema literaturnim navodima bilo poznato. Po prvi put je pronađena u lokvama sjeverozapadnog dijela Konavoskog polja i lokvama podno planine Sniježnica.

Područje korištenja staništa procijenjeno je za sve lokalitete s pozitivnim nalazima u Hrvatskoj temeljem poznatih ekoloških saznanja o vrsti i okarakterizirano tipom staništa prema Nacionalnoj klasifikaciji staništa. Iako vrsta ne može opstati bez vodene površine, unutar procijenjenog područja staništa vrste (AOH) nalazi se tek 0,54 % lentičkih i lotičkih staništa (A. Površinske kopnene vode i močvarna staništa) te 40,46 % kopnenih staništa (C. Travnjaci, cretovi i visoke zeleni vodena, I. Kultivirane nešumske površine i staništa s korovnom i ruderalnom vegetacijom) koja su potencijalna gnjezdilišta.

ZAKLJUČAK 2. Populacija riječne kornjače u Hrvatskoj je stabilna u odnosu na procjene brojnosti od početka 2000.-tih do danas, subpopulacije su visokih gustoća s omjerom spolova unutar poznatog raspona te se razmnožavanje u njima odvija svake godine. Iz aspekta površina na kojima riječna kornjača obitava, populacija se ne može smatrati stabilnom jer je od šest istraživanih lokaliteta poznatih iz literaturnih navoda, riječna kornjača utvrđena na njih četiri (Ston, Majkovi, Rijeka dubrovačka, Konavle). Izvorna subpopulacija u Stonskom polju, koja se najvjerojatnije razmnožava, nije vijablina i opstaje unutar procijenjenog AOH područja koje ima splet povoljnih mikrostaništa. Na području Rijeke dubrovačke, mali broj nađenih jedinki i bez znakova razmnožavanja, nije sa sigurnošću potvrda izvorne subpopulacije, a procijenjeni AOH za to područje uključuje znatne izgrađene površine na vodenim i kopnenim dijelovima staništa.

Subpopulacija na području naselja Majkovi (zaselak Prljevići, zaselak Zabrežje), koja dolazi u tri lokve, procijenjena je stabilnom u periodu od početka 2000.-tih do danas, s brojnošću u zaselku Zabrežje od 132 ± 4 jedinke, a u zaselku Prljevići od 9 ± 1 jedinka te gustoćom populacije na području Majkova od 1 932 jedinki/ha, temeljem procijenjene brojnosti i površine istraživane tri lokve.

U Konavoskom polju procjene brojnosti kroz četiri godine ukazuju na stabilnu subpopulaciju. Procijenjena brojnost na 10 ha unutar ukupnog konavoskog AOH iznosi 132 – 169 jedinki posljednje godine procjene, a gustoća populacije 537 – 578 jedinki/ha vodene površine akvatičkog dijela poligona za procjenu brojnosti.

Dobno spolna struktura u Hrvatskoj usporediva je s literaturom te je omjer blago u korist ženki s manjim udjelom juvenilnih životinja, što je ovisilo o metodologiji lova, a iznosi 1,12 Ž : 1 M : 0,95 J.

ZAKLJUČAK 3. Reproductivni potencijal populacija riječne kornjače u Hrvatskoj usporediv je s vrijednostima do sada objavljenim za vrstu.

Razmnožavanje riječnih kornjača redovito se odvija s polaganjem jaja u periodu od lipnja do kolovoza, pri čemu je vrhunac sezone polaganja jaja u srpnju. Riječna kornjača u Hrvatskoj ima $5,60 \pm 1,90$ jaja po gnijezdu. Prosječno trajanje inkubacije jaja u *ex situ* uvjetima iznosi $97,22 \pm 1,58$ dana uz temperaturu od 26 °C. Mladunci izlaze iz jajeta u periodu od rujna do prosinca, s maksimalnim intenzitetom valjenja u listopadu. Veće mladunce iz većih jaja, neovisno o veličini gnijezda, davale su veće ženke koje su polagale jaja kasnije u sezoni.

Riječna kornjača u Hrvatskoj ulaže 8 % tjelesne mase u reprodukciju po gnijezdu što ne predstavlja veliki energetska napor, ostavlja ženke u dobroj fizičkoj kondiciji i ne predstavlja zapreku za polaganje većeg broja gnijezda tijekom jedne reproduktivne sezone.

Financijska sredstva za izradu doktorske disertacije

Podaci za izradu ove doktorske disertacije prikupljeni su vlastitim sredstvima, sredstvima Udruge Hyla, kao i u sklopu sljedećih projekata i financijera:

- Populacijska istraživanja riječne kornjače *Mauremys rivulata* u okviru projekta Značajni krajobraz Konavoski dvori i rijeka Ljuta, 2013. (Javna ustanova za upravljanje zaštićenim dijelovima prirode Dubrovačko-neretvanske županije),
- Zaštita riječne kornjače, *Mauremys rivulata*, 2014. – 2016. (Javna ustanova za upravljanje zaštićenim dijelovima prirode Dubrovačko-neretvanske županije),
- Očistimo lokve, očuvajmo staništa riječne kornjače u Hrvatskoj, 2016. (Hrvatske vode),
- Istraživanje i prikupljanje podataka u svrhu izrade stručne podloge za proglašenje posebnog herpetološkog rezervata u Majkovima (Javna ustanova za upravljanje zaštićenim dijelovima prirode Dubrovačko-neretvanske županije),
- Istraživanje genetičke raznolikosti riječne kornjače (*Mauremys rivulata*) i barske kornjače (*Emys orbicularis*) Dubrovačko-neretvanske županije, 2017. – 2019. (Javna ustanova za upravljanje zaštićenim dijelovima prirode Dubrovačko-neretvanske županije),
- Usluga izrade stručne podloge – riječna kornjača u sklopu projekta „Izrada prijedloga planova upravljanja strogo zaštićenim vrstama (s akcijskim planovima), 2018. – 2019. (Ministarstvo zaštite okoliša i energetike),
- LIFE for Mauremys – Riječna kornjača – očuvanje krovne vrste sredozemnih vlažnih staništa u Dubrovačko-neretvanskoj županiji, 2022. – 2026. (LIFE21-NAT-HR-LIFE for Mauremys) (EU LIFE program, Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost, Ured za Udruge).

7. LITERATURA

- Abd Rabou, A.F.N., Yassin, M.M., Al-Agha, M.R., Hamad, D.M., Ali, A.K.S., 2007. The herpetofauna of the Gaza Strip with particular emphasis on the vicinity of Wadi Gaza. *IUG Journal of Natural Studies* 15, 111–135.
- Akashi, H., Kubota, M., Yamamoto, H., Miyaoku, K., Yamagishi, G., Miyagawa, S., 2022. Chronology of embryonic and gonadal development in the Reeves' turtle, *Mauremys reevesii*. *Scientific Reports* 12, 11619. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-15515-w>
- Akcakaya, H.R., Sjögren-Gulve, P., 2000. Population Viability Analyses in Conservation Planning: An Overview. USA. — Per Sjögren-Gulve 11733. DOI: <https://doi.org/10.2307/20113245>
- Akgül, R., Tugce, C., Nesrin, T., Hüseyin, E., Murat, T., 2014. Epizoic algae on *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758), and *Mauremys rivulata* (Valenciennes, 1833), in the Kavak River Delta (Saros Bay, Turkey) (Testudines: Emydidae, Geoemydidae). *Herpetozoa* 27, 21–28.
- Al-Quran, S., 2009. The Herpetofauna of the Southern Jordan. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences* 6, 385–391.
- Anders, B., Iverson, J., 2012. *Mauremys nigricans* (Gray 1834) – Red-Necked Pond Turtle, Chinese Red-Necked Turtle, Kwangtung River Turtle, Black-Necked Pond Turtle. DOI: <https://doi.org/10.3854/crm.5.068.nigricans.v1.2012>
- Arnold, N., Ovenden, D., 2004. Reptiles and Amphibians of Britain and Europe. Harper Collins Publishers, London, 288 str.
- Auer, M., Taşkavak, E., 2004. Population structures of syntopic *Emys orbicularis* and *Mauremys rivulata* in western Turkey. *Biologia, Bratislava* 59/Suppl. 14, 81–84.
- Auge, A.-C., Blouin-Demers, G., Hasler, C.T., Murray, D.L., 2024. Demographic evidence that development is not compatible with sustainability in semi-urban freshwater turtles. *Animal Conservation* 27, 253–266. DOI: <https://doi.org/10.1111/acv.12903>
- Ayaz, D., Budak, A., 2008. Distribution and morphology of *Mauremys rivulata* (Valenciennes, 1833) (Reptilia: Testudines: Geoemydidae) in the Lake District and Mediterranean Region of Turkey. *Turkish Journal of Zoology* 32, 137–145.
- Ayaz, D., Çiçek, K., 2011. Overwintering of hatchling Western Caspian Turtles, *Mauremys rivulata*, in Great Menderes Delta (Turkey). *Boletín de la Asociación Herpetológica Española* 22, 74–77.
- Ayaz, D., Oguz, T., Murat, T., C. Varol, T., Durmus, C., 2006. Morphologic and Serologic comparison of two Turkish populations of *Mauremys rivulata* and *Mauremys caspica*. *Chelonian Conserv. Biol.* 5, 10–17.
- Ayaz, D., Tok, C.V., Çiçek, K., 2007. Ayaz, D., Tok, C.V. & Çiçek, K. 2007. Overwintered hatchling of *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758) observed in Turkey. *Herpetozoa*, 19: 189–192. *Herpetozoa* 19, 189–192.
- Baier, F., Sparrow, D.J., Wiedl, H.-J., 2009. The Amphibians and Reptiles of Cyprus, Edition Chimaira, *Serpent's Tale* NHBD. ed. Andreas S. Brahm, Frankfurt am Main, 364 str.
- Bardi, A., Papini, P., Quaglino, E., Biondi, E., Topić, J., Milović, M., Pandža, M., Kaligarič, M., Oriolo, G., Roland, V., Batina, A., Kirin, T., 2016. Karta prirodnih i poluprirodnih nešumskih kopnenih i slatkovodnih staništa Republike Hrvatske.
- Barišić, F., Bogdanović, T., 2011. Gmazovi (Reptilia) Parka prirode Papuk. *Hyla : Herpetological bulletin* 2011, 47–75.
- Barth, D., Bernhard, D., Fritsch, G., Fritz, U., 2003. The freshwater turtle genus *Mauremys* (Testudines, Geoemydidae) — a textbook example of an east–west disjunction or a taxonomic misconception? *Zoologica Scripta* 33, 213–221.

- Bayrakçi, Y., Ayaz, D., Çiçek, K., 2015a. Data on the Population of Syntopic Turtles *Emys orbicularis* (L., 1758) and *Mauremys rivulata* (Valenciennes, 1883) from Great Menderes Delta (Western Anatolia, Turkey). *Russ. J. Herpetol.* 22, 79–83.
- Bayrakçi, Y., Ayaz, D., Yakın, B.Y., Çiçek, K., Tok, C.V., 2015b. Some population characteristics of Western Caspian Turtle, *Mauremys rivulata* (Valenciennes, 1833) from Gökçeada (Imbros), Turkey. 2nd Ecology and Evolutionary Biology Symposium, Turkey.
- Bayrakçi, Y., Ayaz, D., Yaman Yakın, B., Çiçek, K., Tok, C.V., 2016. Abundance of Western Caspian Turtle, *Mauremys rivulata* (Valenciennes, 1833) in Gökçeada (Imbros). Turkey *Russ. J. Herpetol.* 23, 254–260.
- Bell, B., 2005. Effects of crude oil contamination on the reproduction of freshwater turtles.
- Bishop, C.A., Ng, P., Pettit, K.E., Kennedy, S.W., Stegeman, J.J., Norstrom, R.J., Brooks, R.J., 1998. Environmental contamination and developmental abnormalities in eggs and hatchlings of the common snapping turtle (*Chelydra serpentina serpentina*) from the Great Lakes-St Lawrence River basin (1989-1991). *Environmental Pollution (Barking, Essex: 1987)* 101, 143–156. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0269-7491\(98\)00005-0](https://doi.org/10.1016/s0269-7491(98)00005-0)
- Biton, R., Sharon, G., Oron, M., Steiner, T., Rabinovich, R., 2017. Freshwater turtle or tortoise? The exploitation of testudines at the Mousterian site of Nahal Mahanayeem Outlet, Hula Valley, Israel. *Journal of Archaeological Science: Reports* 14, 409–419. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2017.05.058>
- Blanvillain, G., Owens, D.Wm., Kuchling, G., 2011. Chapter 10 - Hormones and Reproductive Cycles in Turtles, u: Norris, D.O., Lopez, K.H. (ur.), *Hormones and Reproduction of Vertebrates*. Academic Press, London, str. 277–303. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374930-7.10010-X>
- Boettger, O., 1893. Katalog der Reptilien-Sammlung im Museum der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt am Main, I. Teil (Rhynchocephalen, Schildkröten, Krokodile, Eidechsen, Chamäleons). Gebrüder Knauer, Frankfurt, 140 str.
- Bolkay, S.J., 1924. Popis vodozemaca i gmizavaca, koje se nalaze u bos.-herc. Zemaljskom muzeju u Sarajevu s morfološkim, biološkim i zoogeografskim bilješkama. *Spomenik Srpske Kraljevske Akademije* 61, 1–37.
- Bolotin, J., Skaramuca, B., Onofri, V., 1993. The impact of hydrographic conditions on the possibilities of rearing the Mediterranean mussel (*Mytilus galloprovincialis*, Lamarck) in the Rijeka dubrovačka estuary. *Acta Adriatica* 34, 77–87.
- Böttger, O., 1880. Die Reptilien und Amphibien von Syrien, Palaestina und Cypern. 1880, 132–220.
- Brelih, S., Džukić, G., 1974. *Catalogus Faunae Jugoslaviae. IV/2. Reptilia*. Academia Scientiarum et Artium Slovenica, Ljubljana, 32 str.
- Brockelman, W.Y., 1975. Competition, the Fitness of Offspring, and Optimal Clutch Size. *The American Naturalist* 109, 677–699. DOI: <https://doi.org/10.1086/283037>
- Broggi, M.F., 2000. Herpetological notes on the islands of Milos and Sifnos (Cyclades, Greece). *Herpetozoa* 13, 89–93.
- Broggi, M.F., 2012. The Balkan Terrapin *Mauremys rivulata* (Valenciennes, 1833), in the Aegean islands. Threats, conservation aspects and the situation on the island of Kea (Cyclades) as a case study. *Herpetozoa* 24.
- Broggi, M.F., 2014. The herpetofauna of the isolated Island of Gavdos (Greece). *Herpetozoa* 27, 83–90.
- Brooks, T.M., Pimm, S.L., Akçakaya, H.R., Buchanan, G.M., Butchart, S.H.M., Foden, W., Hilton-Taylor, C., Hoffmann, M., Jenkins, C.N., Joppa, L., Li, B.V., Menon, V., Ocampo-

- Peñuela, N., Rondinini, C., 2019. Measuring Terrestrial Area of Habitat (AOH) and Its Utility for the IUCN Red List. *Trends in Ecology & Evolution* 34, 977–986. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2019.06.009>
- Bu, R., Ye, Z., Shi, H., 2023. Habitat Selection and Home Range of Reeves' Turtle (*Mauremys reevesii*) in Qichun County, Hubei Province, China. *Animals* 13, 1514. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani13091514>
- Buresch, I., Zonkow, J., 1933. Isutschwanija wrchu rasprostranienieto na wletschugit' i semnowodnit' w Blgarija i po Balkanskija poluoostrow. Tschast I: Kostenurki (Testudinata) i Guschtscheri (Sauria)/Untersuchungen über die Verbreitung der Reptilien und Amphibien auf der Balkanhalbinsel. I. Teil: Schildkröten [sie!] und Eidechsen. *Mitteilungen aus den Königlichen naturwissenschaftlichen Instituten in Sofia* 6, 150–207.
- Burger, J., 1976. Temperature Relationships in Nests of the Northern Diamondback Terrapin, *Malaclemys terrapin terrapin*. *Herpetologica* 32, 412–418.
- Burić, I., Štih Koren, A., Vučević, M., Petković, M., 2021. Plan upravljanja kornjačom *Trachemys scripta*. *Udruga Hyla, Zagreb*, 59 str.
- Burnham, K.P., Anderson, D.R., 2010. Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach, 2. ed., [4. printing]. ed. Springer, New York, NY, 488 str.
- Bury, R.B., 1989. Population ecology of freshwater turtles, u: Morlock, H. (ur.), *Turtles – Perspectives and Research*. Krieger Pub Co, str. 571–602.
- Busack, S.D., Ernst, C.H., 1980. Variation in the Mediterranean populations of *Mauremys* Gray 1869 (Reptilia, Testudines, Emydidae). *Annals of Carnegie Museum* 49.
- Cambon, J., Hernangómez, D., Belanger, C., Possenriede, D., 2021. tidygeocoder: An R package for geocoding. *Journal of Open Source Software* 6, 3544. DOI: <https://doi.org/10.21105/joss.03544>
- Carretero, M., Znari, M., Harris, D., Macé, J.-C., 2005. Morphological divergence among populations of *Testudo graeca* from Westcentral Morocco. *Animal Biology* 55, 259–279. DOI: <https://doi.org/10.1163/1570756054472854>
- Chelazzi, G., Naziridis, T., Benvenuti, S., Ugolini, A., Crivelli, A.J., 2007. Use of river-wetland habitats in a declining population of the terrapin (*Mauremys rivulata*) along the Strymon River, northern Greece. *Journal of Zoology* 271, 154–161. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2006.00193.x>
- Chen, T.-H., Lue, K.-Y., 2008. Home ranges and movements of the Chinese stripe-necked turtle (*Ocadia sinensis*) in the Keelung River, northern Taiwan. *Amphibia-Reptilia* 29, 383–392. DOI: <https://doi.org/10.1163/156853808785112011>
- Cheng, Y.-Y., Chen, T.-Y., Yu, P., Chi, C., 2009. Observations on the Female Reproductive Cycles of Captive Asian Yellow Pond Turtles (*Mauremys mutica*) With Radiography and Ultrasonography. *Zoo biology* 29, 50–8. DOI: <https://doi.org/10.1002/zoo.20265>
- Chu T., C., Booth, D., Limpus, C., 2008. Estimating the Sex Ratio of Loggerhead Turtle Hatchlings at Mon Repos Rookery (Australia) from Nest Temperatures. *Australian Journal of Zoology* 56. DOI: <https://doi.org/10.1071/ZO08004>
- Çiçek, K., Kumaş, M., Ayaz, D., Tok, C.V., 2016. A skeletochronological study of age, growth and longevity in two freshwater turtles, *Emys orbicularis* and *Mauremys rivulata*, from Mediterranean Turkey (Reptilia: Testudines). *Zoology in the Middle East* 62.
- Congdon, J.D., Gibbons, J.W., 1985. Egg Components and Reproductive Characteristics of Turtles: Relationships to Body Size. *Herpetologica* 41, 194–205.
- Cooch, E.G., White, G.C. (Ur.), 2002. Program MARK. A Gentle Introduction, 19th ed. phidot.org, 1201 str.

- Cook, L.M., Brower, L.P., Croze, H.J., 1967. The accuracy of a population estimation from multiple recapture data. *Journal of Animal Ecology* 36, 57–60.
- Çördük, N., Hacıoğlu, N., Gül, Ç., Tosunoğlu, M., 2019. Assessment of Nuclear Abnormalities in Erythrocytes of Balkan Pond Turtle *Mauremys rivulata* (Valenciennes, 1833) (Testudines: Geoemydidae) from the Biga Stream, Çanakkale, Turkey. *Acta Zoologica Bulgarica* 71, 219–226.
- Crnobrnja-Isailović, J., Aleksić, I., 2004. Clutch size in two Central Balkan populations of European common lizard *Lacerta vivipara*. *Biota* 5, 5–10.
- Cyren, O., 1941. Beiträge zur Herpetologie der Balkanhalbinsel. *Mitt. Königl. Naturw. Inst. Sofia* 14, 36–152.
- Diesner, G., 1966. Herpetologische Beobachtungen in Dalmatien und Montenegro. *DATZ* 19, 85–88.
- Disi, A.M., Modrý, D., Necas, P., Rifai, L., 2001. Amphibians and Reptiles of the Hashemite Kingdom of Jordan - An Atlas and Fieldguide. Frankfurt: Chimaira.
- Državni zavod za statistiku, 2024. Statistički podaci. URL <https://podaci.dzs.hr/hr/> (pristupljeno 5.2.2024).
- Du, W.-G., Wang, L., Shen, J.-W., 2010. Optimal temperatures for egg incubation in two Geoemydid turtles: *Ocadia sinensis* and *Mauremys mutica*. *Aquaculture* 305, 138–142. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.03.032>
- DZZP, 2014. Nacionalna klasifikacija staništa (IV. verzija).
- E. Harrell Jr., F., Dupont, C., 2024. Hmisc: Harrell Miscellaneous.
- Eiselt, von J., Spitzenberger, F., 1967. Ergebnisse zoologischer Sammelreisen in der Türkei: Testudines. *Annale des Naturhistorischen Museums Wien* 70, 357–378.
- Erber, J., 1864. Die Amphibien der österreichischen Monarchie. Mit Anführung der Beobachtungen, die an den in Gefangenschaft gehaltenen Arten gemacht wurden. *Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien* 14, 697–712.
- Ernst, C.H., Barbour, R.W., 1989. *Turtles of the World*. Smithsonian Press, Washington, DC, 313 str.
- Ewert, M.A., Nelson, C.E., 1991. Sex determination in turtles: diverse patterns and some possible adaptive values. *Copeia* 50–69.
- Fauvergue, X., Vercken, E., Malausa, T., Hufbauer, R.A., 2012. The biology of small, introduced populations, with special reference to biological control. *Evolutionary Applications* 5, 424–443. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1752-4571.2012.00272.x>
- Feldman, C.R., Parham, J.F., 2004. Molecular Systematics of Old World Stripe-Necked Turtles (Testudines: *Mauremys*). *Asiatic herpetological research*. 10, 28–37.
- Fisher, R., 1930. *The Genetical Theory of Natural Selection: A Complete Variorum Edition*. Oxford University Press, Oxford, New York, 356 str.
- Fritz, U., 1995. Einige Richtigstellungen zu Verbreitungsangaben von *Mauremys caspica*. *Salamandra* 31, 237–242.
- Fritz, U. (Ur.), 2001a. *Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas, Band 3/IIIA. Schildkröten I: Bataguridae, Testudinidae, Emydidae (Land- und Sumpfschildkröten)*. Aula Verlag, Wiebelsheim, 400 str.
- Fritz, U., 2001b. *Emys orbicularis (Linnaeus, 1758) – Europäische Sumpfschildkröte* *Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas, Band 3/IIIA: Schildkröten*. Aula, Wiebelsheim, str. 343–515.
- Fritz, U., 2003. *Die Europäische Sumpfschildkröte*. Laurenti Verlag, Bielefeld, Germany, 224 str.

- Fritz, U., Ayaz, D., Buschbom, J., Kami, H.G., Mazanaeva, L.F., Aloufi, A.A., Auer, M., Rifai, L., Šilić, T., Hunsdörfer, A.K., 2008. Go east: phylogeographies of *Mauremys caspica* and *M. rivulata* – discordance of morphology, mitochondrial and nuclear genomic markers and rare hybridization. *Journal of Evolutionary Biology* 21, 527–540.
- Fritz, U., Freytag, O., 1993. The distribution of *Mauremys* in Asia Minor, and first record of *M. caspica caspica* (Gmelin, 1774) for the internally drained central basin of Anatolia (Testudines: Cryptodira: Bataguridae). *Herpetozoa* 6, 97–103.
- Fritz, U., Wischuf, T., 1997. Zur Systematik westasiatisch-südosteuropäischer Bachschildkröten (Gattung *Mauremys*) (Reptilia: Testudines: Bataguridae). *Zoologische Abhandlungen aus dem Staatlichen Museum für Tierkunde in Dresden* 49, 223–260.
- Gahmous, S.A., Tiar, G., Tiar-Saadi, M., Bouslama, Z., Široký, P., 2022. Reproductive Traits Demonstrate How Well the Mediterranean Stripe-Necked Turtle *Mauremys leprosa* Can Flourish under Highly Degraded–Polluted Conditions. *Biology* 11, 1562. DOI: <https://doi.org/10.3390/biology11111562>
- Gasith, A., Sidis, I., 1984. Polluted Water Bodies, the Main Habitat of the Caspian Terrapin (*Mauremys caspica rivulata*) in Israel. *Copeia* 1984, 216–219.
- Gasith, A., Sidis, I., 1985. Sexual Activity in the Terrapin, *Mauremys caspica rivulata*, in Israel, in Relation to the Testicular Cycle and Climatic Factors. *Journal of Herpetology* 19, 254–260.
- GBIF, 2023. GBIF - Global Biodiversity Information Facility. URL <https://www.gbif.org/> (pristupljeno 10.3.2023).
- Gherbi, N., Tiar-Saadi, M., Bouchecker, A., Široký, P., Mezghiche, C., Draïdi, K., Bouslama, Z., Tiar, G., 2023. Distribution and Conservation Status of European Pond Turtles *Emys orbicularis* (L., 1758) in Algeria. *Diversity* 15, 993. DOI: <https://doi.org/10.3390/d15090993>
- Gibbons, J., 2013. A Long-Term Perspective of Delayed Emergence (aka Overwintering) in Hatchling Turtles: Some They Do and Some They Don't, and Some You Just Can't Tell. *Journal of Herpetology* 47, 203–214. DOI: <https://doi.org/10.1670/12-122>
- Gibbons, J.W., 1990. Sex ratios and their significance among turtle populations. *Life History and Ecology of the Slider Turtle* (ed. J.W. Gibbons). Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., str. 171–182.
- Gibbons, J.W., 2023. Radiation can be good for turtles | ECOVIEWS. URL <https://www.tuscaloosaneews.com/story/opinion/columns/2023/01/14/radiation-can-be-good-for-turtles-ecoviews/69789070007/> (pristupljeno 23.8.2024).
- Gibbons, J.W., Nelson, D.H., 1978. The evolutionary significance of delayed emergence from the nest by hatchling turtles. *Evolution* 32, 297–303.
- Gist, D.H., Dawes, S.M., Turner, T.W., Sheldon, S., Congdon, J.D., 2002. Sperm storage in turtles: A male perspective. *Journal of Experimental Zoology* 292, 180–186. DOI: <https://doi.org/10.1002/jez.1153>
- Glenos, S.M., 2013. Diamondback Terrapin (*Malaclemys* Terrapin) in Galveston Bay, Texas in relation to other northern gulf coast populations.
- Grolemund, G., Wickham, H., 2011. Dates and Times Made Easy with lubridate. *Journal of Statistical Software* 40, 1–25. DOI: <https://doi.org/10.18637/jss.v040.i03>
- Güçlü, Ö., Türkozan, O., 2010. Population structure of *Mauremys rivulata* in western Turkey. *Turkish Journal of Zoology* 34, 385–391.
- Gül, Ç., Baycan, B., Tosunoğlu, M., Çördük, N., Dođru, N.H., 2022. Morphometric study of Balkan Terrapin, *Mauremys rivulata* (Testudines: Geoemydidae) in Ccedil;anakkale

- (Turkey). *International Journal of Fauna and Biological Studies* 9, 01–08. DOI: <https://doi.org/10.22271/23940522.2022.v9.i3a.892>
- Gül, Ç., Tosunoglu, M., Hacıoglu, N., Caprazli, T., Erdugan, H., Uysal, I., 2014. The population of *Mauremys rivulata* (Valenciennes, 1833) on the Island of Bozcaada, Turkey. *Herpetozoa* 27, 104–108.
- Hijmans, R.J., Elith, J., 2019. *Spatial distribution models*. 96 str.
- Hof, A.R., Jansson, R., Nilsson, C., 2012. The usefulness of elevation as a predictor variable in species distribution modelling. *Ecological Modelling* 246, 86–90. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2012.07.028>
- Hong An, N., 2022. Assessment of environmental DNA for invasive freshwater turtle at Yeonhwaji pond in Jeju Island, South Korea. A Master's dissertation. Department of Interdisciplinary Graduate Program in Advanced Convergence Technology and Science. Graduate school Jelu National University.
- Horváth, E., Danko, S., Havaš, P., Schindler, M., Šebela, M., Halpern, B., Csibrány, B., Farkas, B., Kaňuch, P., Uhrin, M., 2020. Variation in shell morphology of the European pond turtle, *Emys orbicularis*, in fragmented central European populations. *Biological Journal of the Linnean Society* 1–14. DOI: <https://doi.org/10.1093/biolinnean/blaa184/6008088>
- Huggins, R.M., 1989. On the Statistical Analysis of Capture Experiments. *Biometrika* 76. DOI: <https://doi.org/10.1093/biomet/76.1.133>
- Iković, V., Gvozdenović, S., 2018. Population characteristics of Balkan terrapin (*Mauremys rivulata*) in Montenegro. International Rufford Small Grants Conference, 27th-28th September, Silver Lake, Serbia.
- IUCN, 2012. *IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1, Second edition*. ed. IUCN, 32 str.
- IUCN/SSC, 2019. *Mapping standards and data quality for IUCN Red List Spatial Data. Version 1.18*. Prepared by the Standards and Petitions Working Group of the IUCN SSC Red List Committee.
- Iverson, J.B., 1992. *A Revised Checklist with Distribution Maps of the Turtles of the World*. Richmond, Indiana.
- Jackson, D., 1988. Reproductive Strategies of Sympatric Freshwater Emydid Turtles in Northern Peninsular Florida. *Bull Florida State Mus Biol Sci* 33. DOI: <https://doi.org/10.58782/flmnh.myxk8830>
- Janev Hutinec, B., Kletečki, E., Lazar, B., Podnar Lešić, M., Skejić, J., Tadić, Z., Tvrtković, N., 2006. *Crvena knjiga vodozemaca i gmazova Hrvatske*. Ministarstvo kulture, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb, 94 str.
- Jelić, D., Budinski, I., Lauš, B., 2012a. Distribution and conservation status of the batracho- and herpetofauna of the Croatian island of Mljet (Anura; Testudines; Squamata: Sauria, Serpentes). *Herpetozoa* 24, 165–178.
- Jelić, D., Karaica, D., Sučić, I., Burić, I., Lauš, B., Kolarić, A., Štih, A., 2012b. Izvještaj projekta zaštite riječne kornjače, *Mauremys rivulata* u Hrvatskoj za 2012. godinu. Hrvatsko herpetološko društvo Hyla za JU Dubrovačko-neretvanske županije, Zagreb, 41 str.
- 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*. Državni zavod za zaštitu prirode, Ministarstvo zaštite okoliša i prirode, Hrvatsko herpetološko društvo - Hyla, Zagreb, 232 str.
- John, 2023. What is Brackish Water? Oasys Water. URL <https://oasyswater.com/what-is-brackish-water/> (pristupljeno 22.6.2024).

- Jolly, G.M., 1965. Explicit estimates from capture-recapture data with both death and immigration-stochastic model. *Biometrika* 52, 225–248. DOI: <https://doi.org/10.1093/biomet/52.1-2.225>
- Joyce, W.G., Parham, J.F., Gauthier, J.A., 2004. Developing a protocol for the conversion of rank-based taxon names to phylogenetically defined clade names, as exemplified by turtles. *Journal of Paleontology* 78, 989–1013. DOI: [https://doi.org/10.1666/0022-3360\(2004\)078<0989:DAPFTC>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1666/0022-3360(2004)078<0989:DAPFTC>2.0.CO;2)
- Kaps, M., Lamberson, W., 2009. *Biostatistics for Animal Science: An Introductory Text*, 2nd edition. ed. Oxford University Press, Wallingford, 520 str.
- Karaman, S., 1939. Über die Verbreitung der Reptilien in Jugoslavien. *Annales Musei Serbiae Meridionalis*, Skoplje 1, 1–20.
- Karaman, St., 1921. Beiträge zur Herpetologie von Jugoslavien. *Glasnik Hrvatskoga Naravoslovnoga Društva* 33, 193–208.
- Kassambara, A., Patil, I., 2023. ggcrrplot: Visualization of a Correlation Matrix using „ggplot2“.
- Kawecki, T.J., 2008. Adaptation to Marginal Habitats. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 39, 321–342. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.38.091206.095622>
- Keller, C., Busack, S.D., 2001. *Mauremys leprosa* (Schweigger, 1812) – Maurische Bachschildkröte *Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas: Land- und Sumpfschildkröten*. Aula-Verlag, Wiesbaden/Wiebelsheim, str. 595.
- Kolombatović, J., 1888. *Catalogus vertebratorum dalmaticorum*. Godišnje izvješće carske kraljevske velike realke u Splitu za školsku godinu 1887.-1888. 1887–1888, 3–31.
- Koren, T., Črne, M., Koprivnikar, N., Trkov, D., Drašler, K., Jelić, D., 2013. Contribution to the herpetofauna (Amphibia & Reptilia) of lower Neretva River (Croatia & Bosnia and Herzegovina). *Hyla : Herpetological bulletin* 2012, 19–40.
- Koren, T., Šalamon, D., 2009. Comparison of morphometry and algal growth of carapaces of two isolated *Mauremys rivulata* populations from two different types of habitat. *Proceedings of the 15th European congress of herpetology*. 15th European congress of herpetology, Kusadasi, Aydin, Turkey.
- Kornilev, Y.V., Popgeorgiev, G., Naumov, B., Stoyanov, A., Tzankov, N., 2017. Updated Distribution and Ecological Requirements of the Native Freshwater Turtles in Bulgaria. *Acta Zoologica Bulgarica* 10, 65–76.
- Kryštufek, B., Janžeković, F., Donev, N., 2008. Elevational diversity of reptiles on two Dinaric mountains. *Journal of Natural History* 42. DOI: <https://doi.org/10.1080/00222930701835365>
- Kurnaz, M., Eroğlu, A., Kutrup, B., 2019. Distribution and Habitat Preferences of the *Mauremys caspica* Gmelin, 1774 in Turkey. str. 47–61.
- Laake, J.L., 2013. *RMark: An R Interface for Analysis of Capture–Recapture Data with MARK*. Alaska Fisheries Science Center, NOAA, National Marine Fisheries Service, Seattle, Washington, USA. 25.
- Larocque, S., Cooke, S., Blouin-Demers, G., 2012. A breath of fresh air: Avoiding anoxia and mortality of freshwater turtles in fyke nets by the use of floats. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 22. DOI: <https://doi.org/10.1002/aqc.1247>
- LeBuhn, G., Miller, T.E., 2021. Population viability. DOI: <https://doi.org/10.1036/1097-8542.757600>
- Leonardi, S., Piovani, P., Scalfi, M., Piotti, A., Giannini, R., Menozzi, P., 2012. Effect of Habitat Fragmentation on the Genetic Diversity and Structure of Peripheral Populations of Beech

- in Central Italy. *Journal of Heredity* 103, 408–417. DOI: <https://doi.org/10.1093/jhered/ess004>
- Liu, X., Wang, Y., Yuan, J., Liu, F., Hong, X., Yu, L., Chen, C., Li, W., Ni, W., Liu, H., Zhao, J., Wei, C., Chen, H., Liu, Y., Zhu, X., 2022. Chromosome-level genome assembly of Asian yellow pond turtle (*Mauremys mutica*) with temperature-dependent sex determination system. *Scientific Reports* 12, 7905. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-12054-2>
- Lončar, M., 2005. Rasprostranjenost gmazova Hrvatske, Zbirka Hrvatskog prirodoslovnog muzeja. graduation thesis. Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 71 str.
- Mader, D.R., Palazzolo, C.M., Ridgeway, W., Perrault, G., Greek, T., 2024. Egg Binding in Chelonians - California Turtle & Tortoise Club. California Turtle & Tortoise Club. URL <https://tortoise.org/general/eggbind.html> (pristupljeno 25.6.2024).
- Manier, M.K., Arnold, S.J., 2005. Population genetic analysis identifies source-sink dynamics for two sympatric garter snake species (*Thamnophis elegans* and *Thamnophis sirtalis*). *Molecular Ecology* 14, 3965–3976. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2005.02734.x>
- Mantziou, G., 2000. Ecology, distribution and differentiation of *Mauremys caspica* (Testudines: Bataguridae) in Crete. University of Crete.
- Mantziou, G., Poulakakis, N., Lymberakis, P., Valakos, E., Mylonas, M., 2004. The inter- and intraspecific status of Aegean *Mauremys rivulata* (Chelonia, Bataguridae) as inferred by mitochondrial DNA sequences. *Herpetological Journal* 14, 35–45.
- Mantziou, G., Rifai, L., 2014. *Mauremys rivulata* (Valenciennes in Bory de Saint-Vincent 1833) – Western Caspian Turtle, Balkan Terrapin, u: Rhodin, A.G.J., Pritchard, P.C.H., van Dijk, P.P., Saumure, R.A., Buhlmann, K.A., Iverson, J.B., Mittermeier, R.A. (ur.), Conservation Biology of Freshwater Turtles and Tortoises, Chelonian Research Monographs. Chelonian Research Foundation, str. 1–9.
- Manzo, S., Nicholson, E.G., Devereux, Z., Fisher, R.N., Brown, C.W., Scott, P.A., Shaffer, H.B., 2021. Conservation of Northwestern and Southwestern Pond Turtles: Threats, Population Size Estimates, and Population Viability Analysis. *Journal of Fish and Wildlife Management* 12, 485–501. DOI: <https://doi.org/10.3996/JFWM-20-094>
- Marcovaldi, M., Chaloupka, M., 2007. Conservation status of the loggerhead sea turtle in Brazil: an encouraging outlook. *Endangered Species Research* 3, 133–143. DOI: <https://doi.org/10.3354/esr003133>
- Mayer, D., Antonić, O., Križan, J., Bakšić, N., Žiljak, M., 2015. Studija Glavne ocjene prihvatljivosti zahvata za ekološku mrežu HE OMBLA. Knjiga 2. Hidrogeološka analiza šireg područja zahvata. Zagreb, 75 str.
- McCormack, T.E.M., Dawson, J.E., Hendrie, D.B., Ewert, M.A., Iverson, J.B., Hatcher, R.E., Goode, J.M., 2014. *Mauremys annamensis* (Siebenrock 1903) –Vietnamese Pond Turtle, Annam Pond Turtle, Rùa Trung Bộ. Chelonian Research Monographs 5.
- Midtgaard, R., 2022. Genus *Mauremys*. RepFocus - A Survey of the Reptiles of the World. URL <https://repfocus.dk/Mauremys.html> (pristupljeno 16.6.2024).
- Mikuš, J., Pečarević, M., Gavrilović, A., Brailo, M., Bratoš Cetinić, A., Crnčević, M., 2015. Gornji Majkovi – lokve: značajke staništa riječne kornjače *Mauremys rivulata* (Valenciennes, 1833). Knjiga sažetaka Zaštita voda u kršu. 2 znanstveno-stručna konferencija s međunarodnim sudjelovanjem. Fakultet prirodoslovno matematičkih i odgojnih znanosti Sveučilišta u Mostaru, Mostar, str. 78–80.

- Mohamed, N., Znari, M., Lovich, J., Feddadi, Y., Abdeljalil, M., Ait Baamrane, M.A., 2012. Clutch and egg allometry of the turtle *Mauremys leprosa* (Chelonia: Geoemydidae) from a polluted peri-urban river in west-central Morocco. *Herpetological Journal* 22, 43–49.
- Moldowan, P.D., 2023. Hyperpredation of Freshwater Turtles and Tortoises by Subsidized Corvids. *Herpetological Monographs* 37, 70–94. DOI: <https://doi.org/10.1655/HERPMONOGRAPHS-D-21-00005.1>
- Mollov, I.A., Petrova, T.D., Todorov, O.B., 2021. Local and Invasive Species of Freshwater Turtles (Reptilia: Emydidae, Geoemydidae) in the Eastern Part of Strandzha Nature Park (Bulgaria) - Distribution and Populations Assessment. *Ecologia Balkanica* 13, 223–237.
- Moon, K.-W., 2024. `ggiraphExtra`: Make Interactive „ggplot2“. Extension to „ggplot2“ and ‘ggiraph’. R package version 0.3.0.
- Mrosovsky, N., 1982. Sex ratio bias in hatchling sea turtles from artificially incubated eggs. *Biological Conservation* 23, 309–314. DOI: [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(82\)90087-8](https://doi.org/10.1016/0006-3207(82)90087-8)
- Najbar, B., Szuszkiewicz, E., 2005. Reproductive ecology of the European pond turtle *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758) (Testudines: Emydidae) in western Poland. *Acta Zoologica Cracoviensia* 48, 11–19. DOI: <https://doi.org/10.3409/173491505783995752>
- Natchev, N., Tzankov, N., Werneburg, I., Heiss, E., 2015. Feeding behaviour in a ‘basal’ tortoise provides insights on the transitional feeding mode at the dawn of modern land turtle evolution. *PeerJ* 3, e1172. DOI: <https://doi.org/10.7717/peerj.1172>
- Nicolaou, H., 2021. A new record of the freshwater turtle *Mauremys rivulata* (Valenciennes, 1833) in the Ofkos river, Cyprus: Conservation actions required. *Ecologica Montenegrina* 42, 109–115. DOI: <https://doi.org/10.37828/em.2021.42.7>
- Okada, Y., Yabe, T., 2010. Temperature-Dependent Sex Determination in the Japanese Pond Turtle, *Mauremys japonica* (Reptilia: Geoemydidae). *Current Herpetology* 29, 1–10. DOI: <https://doi.org/10.3105/018.029.0101>
- Packard, G.C., Paukstis, G.L., Boardman, T.J., Gutzke, W.H.N., 1985. Daily and seasonal variation in hydric conditions and temperature inside nests of common snapping turtles (*Chelydra serpentina*). *Canadian Journal of Zoology* 63, 2422–2429. DOI: <https://doi.org/10.1139/z85-358>
- Palacio, R.D., Negret, P.J., Velásquez-Tibatá, J., Jacobson, A.P., 2021. A data-driven geospatial workflow to map species distributions for conservation assessments. *Diversity and Distributions* 27, 2559–2570. DOI: <https://doi.org/10.1111/ddi.13424>
- Pavletić, J., 1964. Amphibia i reptilia: zbirke Hrvatskog narodnog zoološkog muzeja u Zagrebu. Hrvatski narodni zoološki muzej, Zagreb, 70 str.
- Pérez-Santigosa, Hidalgo-Vila, Díaz-Paniagua, 2013. Comparing Activity Patterns and Aquatic Home Range Areas Among Exotic and Native Turtles in Southern Spain. *Chelonian Conservation and Biology* 12, 313–319. DOI: <https://doi.org/10.2744/CCB-1028.1>
- Pianka, E.R., 1966. Latitudinal Gradients in Species Diversity: A Review of Concepts. *The American Naturalist* 100, 33–46. DOI: <https://doi.org/10.1086/282398>
- Pough, K.D., Harvey, F., Andrews, R.M., Cadle, J.E., Crump, M.L., Savitzky, A.H., Wells, K.D., 2000. *Herpetology*, 2nd edition. ed. Prentice Hall College Div, Upper Saddle River, N.J, 612 str.
- Pozzi, A., 1966. Geonemia e catalogo ragionato degli Anfibi e dei Rettili della Jugoslavia. “Natura”, Rivista della Societa Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano 57, 5–55.

- Pracht, A., 1987. Die Gärten von Ston - Herpetologische Beobachtungen auf der Halbinsel Pelješac. Die Aquarien- und Terrarien- Zeitschrift 40, 469–471.
- R Core Team., 2024. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.bibsonomy.org/bibtex/7469ffee3b07f9167cf47e7555041ee7> (pristupljeno 1.7.2024).
- Radovanović, M., 1941. Zur Kenntnis der Herpetofauna des Balkans. Zoologischer Anzeiger 136, 145–159.
- Radovanović, M., 1951. Vodozemci i gmizavci naše zemlje. Naučna knjiga, Beograd, 230 str.
- Radovanović, M., 1964. Die Verbreitung der Amphibien und Reptilien in Jugoslawien. Senckenbergiana biologica 45, 553–561.
- Ralls, K., Frankham, R., Ballou, J.D., 2007. Inbreeding and outbreeding Encyclopedia of Biodiversity. Elsevier Inc, str. 1–9.
- Rieppel, O., Reisz, R., 1999. The Origin and Early Evolution of Turtles. Annual Review of Ecology and Systematics 30. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.30.1.1>
- Rifai, Amr, Z., 2004. Morphometrics and biology of the Caspian terrapin, *Mauremys rivulata*, in Jordan (Reptilia: Testudines: Geoemydidae). Zoologische Abhandlungen. Staatliches Museum für Tierkunde in Dresden 177–197.
- Rifai, L., Amr, Z.S., 2006. Diet of the Stripe-Necked Terrapin, *Mauremys rivulata*, in Jordan. Russian Journal of Herpetology 13, 41–46.
- Rifai, L., Mantziou, G., 2005. L'Emyde caspienne de l'ouest, *Mauremys rivulata* 33–36.
- Rössler, E., 1904. Popis reptilia i amfibija hrvatske faune koji su prispijeli »Narodnom zoološkom muzeju« u Zagrebu do konca godine 1900. Glasnik hrvatskoga naravoslovnoga društva 15, 221–224.
- Saçdanaku, E., Haxhiu, I., 2015. First observations on ecology and distribution of Balkan terrapin, *Mauremys rivulata* (Valenciennes, 1833) in Vlora Bay, Albania. Hyla 2015, 29–37.
- Schinz, H.R., 1840. Europäische Fauna oder Verzeichniß der Wirbelthiere Europa's: Reptilien und Fische.
- Schreiber, E., 1912. Herpetologia europaea. Eine systematische Bearbeitung der Amphibien und Reptilien welche bisher in Europa aufgefunden sind, 2nd ed. Fischer, Jena, 950 str.
- Schwarz, C.J., Arnason, A.N., 1996. A General Methodology for the Analysis of Capture-Recapture Experiments in Open Populations. Biometrics 52, 860–873. DOI: <https://doi.org/10.2307/2533048>
- Seber, G.A., 1965. A note on the multiple-recapture census. Biometrika 52, 249–259.
- Serrano, F., 2015. Spatial ecology of a freshwater turtle in a temporary pond complex. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2273.1921>
- Sexton, O.J., 1959. Spatial and Temporal Movements of a Population of the Painted Turtle, *Chrysemys picta marginata* (Agassiz). Ecological Monographs 29, 113–140. DOI: <https://doi.org/10.2307/1942200>
- Sidis, I., 1983. Ecology of the Caspian terrapin (*Mauremys caspica rivulata*) in polluted and unpolluted habitats in Israel. MSc. Tel Aviv University, Tel Aviv, Israel.
- Sidis, I., Gasith, A., 1988. Sexual behaviour of the Caspian terrapin, *Mauremys caspica rivulata*. Herpetological Review 7–8.
- Siebenrock, F., 1913. Schildkröten aus Syrien und Mesopotamien. Annale des Naturhistorischen Museums Wien 27, 171–225.

- Smith, C.C., Fretwell, S.D., 1974. The Optimal Balance between Size and Number of Offspring. *The American Naturalist* 108, 499–506. DOI: <https://doi.org/10.1086/282929>
- Song, J.-Y., Chang, M.-H., Koo, K.-S., 2014. Distribution and Movement of Reeve's Turtle (*Mauremys reevesii*) in South Korea. *Chinese journal of wildlife* 35, 329–334.
- Speybroeck, J., Beukema, W., Dufresnes, C., Fritz, U., Jablonski, D., Lymberakis, P., Martínez-Solano, I., Razzetti, E., Vamberger, M., Vences, M., Vörös, J., Crochet, P.-A., 2020. Species list of the European herpetofauna – 2020 update by the Taxonomic Committee of the Societas Europaea Herpetologica. *Amphibia-Reptilia* 41, 139–189. DOI: <https://doi.org/10.1163/15685381-bja10010>
- Stewart, J., Lister, A., Barnes, I., Dalén, L., 2009. Refugia revisited: Individualistic responses of species in space and time. *Proceedings. Biological sciences / The Royal Society* 277, 661–71. DOI: <https://doi.org/10.1098/rspb.2009.1272>
- Streeting, L.M., Bower, D.S., Dillon, M.L., Spark, P., Gough, M., Skidmore, A., McDonald, P.G., Delaney, H., Burns, A., Watson, S., Dissanayake, D.S.B., Georges, A., McKnight, D.T., 2022. Optimising the hatching success of artificially incubated eggs for use in a conservation program for the western saw-shelled turtle (*Myuchelys bellii*). *Australian Journal of Zoology* 70, 74–82. DOI: <https://doi.org/10.1071/ZO22014>
- Strišković, S., 2009. Monitoring riječne kornjače, *Mauremys rivulata*, u Hrvatskoj. Hrvatsko herpetološko društvo Hyla, Zagreb, 41 str.
- Šalamon, D., 2005. Inventarizacija i monitoring riječne kornjače, *Mauremys rivulata*, u Hrvatskoj. Izvještaj projekta. Hrvatsko herpetološko društvo - Hyla, Zagreb, 31 str.
- Šalamon, D., 2006a. Inventarizacija i monitoring riječne kornjače, *Mauremys rivulata*, u Hrvatskoj. Hrvatsko herpetološko društvo Hyla za Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb, 33 str.
- Šalamon, D., 2006b. Populacija riječne kornjače (*Mauremys rivulata (Valenciennes 1833)*) iz lokve u Majkovima. master thesis. Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 54 str.
- Šalamon, D., 2007. Inventarizacija i monitoring riječne kornjače, *Mauremys rivulata*, u Hrvatskoj. Hrvatsko herpetološko društvo Hyla za Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb, 42 str.
- Šalamon, D., 2008. Inventarizacija i monitoring riječne kornjače, *Mauremys rivulata*, u Hrvatskoj. Izvještaj projekta. Hrvatsko herpetološko društvo - Hyla, Zagreb, 41 str.
- Šalamon, D., Šilić, T., 2007. *Mauremys rivulata* in Croatia: habitats, distribution, population parameters, threats to survival and suggestions for conservation. Book of Abstracts from 1st Mediterranean Herpetological Congress. 1st Mediterranean Herpetological Congress, UCAM, Marrakech, str. 132.
- Šalamon, D., Štih, A., 2019. Nacrt stručne podloge za izradu prijedloga plana upravljanja strogo zaštićenom vrstom s akcijskim planom - Riječna kornjača (*Mauremys rivulata*). 125 str.
- Šarić, I., Budinski, I., 2018. Zaštitimo Jadranski seobeni put – Delta Neretve. Udruga Biom, Zagreb, 36 str.
- Šeparović, M., Habdija Žigman, V., Varga, Ž., Barbić, I., Romanjik, M., Strmecky, T., 2016. Elaborat zaštite okoliša. Izgradanj male hidroelektrane Konavle. Maxicon, Zagreb, 103 str.
- Šilić, T., 2006. Staništa riječne kornjače *Mauremys rivulata (Valenciennes 1833)* u Hrvatskoj. master thesis. Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 45 str.
- Štih, A., 2015. Zaštita riječne kornjače, *Mauremys rivulata*, 2015. Završni izvještaj 2015. Hrvatsko herpetološko društvo - Hyla, Zagreb, 22 str.

- Štih, A., Šalamon, D., 2018. Nova saznanja o rasprostranjenosti riječne kornjače (*Mauremys rivulata*) u Hrvatskoj. Simpozij studenata doktorskih studija PMF-a, Sveučilište u Zagrebu Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb.
- Tai, X., Epstein, H.E., Li, B., 2020. Elevation and Climate Effects on Vegetation Greenness in an Arid Mountain-Basin System of Central Asia. *Remote Sensing* 12, 1665. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs12101665>
- Tetzlaff, S.J., Estrada, A., DeGregorio, B.A., Sperry, J.H., 2020. Identification of Factors Affecting Predation Risk for Juvenile Turtles Using 3D Printed Models. *Animals : an Open Access Journal from MDPI* 10, 275. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani10020275>
- Tok, C.V., 1999. The Taxonomy and Ecology of *Mauremys caspica rivulata* Valenciennes, 1833 (Testudinata: Bataguridae) and *Testudo graeca iberica* Pallas, 1811 (Testudinata: Testudinidae) on Resadiye (Datça) Peninsula*. *Tr. J. of Zoology* 23, 17–21.
- Tomasini, O.R. von, 1889. Crtica o životu gmazova, koji žive u Bosni i Hercegovini. *Wissenschaftliche Mitteilungen aus Bosnien und der Herzegovina* 1.
- Tomasini, O.R. von, 1894. Skizzen aus dem Reptilienleben Bosniens und der Herzegovina. *Wissenschaftliche Mitteilungen aus Bosnien und Herzegovina* 2, 560–661.
- Tossas, A.G., Thomlison, J.R., 2007. Landscape characteristics of Puerto Rican Vireo (*Vireo latimeri*) nesting habitat, with source-sink implications. *Ornitologia Neotropical* 18, 233–242.
- Turtles Central, 2024. The Reproductive Behavior of Painted Turtles: Egg-laying Habits - Turtles Central. URL <https://turtlescentral.com/the-reproductive-behavior-of-painted-turtles-egg-laying-habits/> (pristupljeno 25.6.2024).
- Tvrtković, N., Veen, P. (Ur.), 2006. The Dinaric Alps Rare Habitats and Species. A Nature Conservation Project in Croatia. Hrvatski prirodoslovni muzej, Zagreb & Royal Dutch Society for Nature Conservation (KNNV), Zagreb, 67 str.
- Valakos, E., Pafilis, P., Sotiropoulos, K., Lymberakis, P., Maragou, P., Foufopoulos, J., 2008. The Amphibians and Reptiles of Greece.
- Vamberger, M., Stuckas, H., Ayaz, D., Lymberakis, P., Široký, P., Fritz, U., 2014. Massive transoceanic gene flow in a freshwater turtle (Testudines: Geoemydidae: *Mauremys rivulata*). *Zoologica Scripta*.
- Van Dijk, P.P., Lymberakis, P., Disi, A.M.M., Ajtic, R., Tok, V., Ugurtas, I., Sevinç, M., Haxhiu, I., 2004. *Mauremys rivulata* (Europe assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2004: e.T158470A5200041.
- Veith, G., 1991. Die Reptilien Bosniens und der Herzegovina, Teil I. *Herpetozoa* 3, 99–194.
- Vitt, L.J., Caldwell, J.P., 2014. Chapter 4 - Reproduction and Life Histories, u: Vitt, L.J., Caldwell, J.P. (ur.), *Herpetology (Fourth Edition)*. Academic Press, San Diego, str. 117–155. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-386919-7.00004-6>
- Vucetich, J.A., Waite, T.A., 1998. Number of Censuses Required for Demographic Estimation of Effective Population Size. *Conservation Biology* 12, 1023–1030. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1998.97328.x>
- Vucić, M., Blažević, M., 2020. Istraživanje i kartiranje kravosasa (*Elaphe quatorlineata*), crvenkrpice (*Zamenis situla*) i čančare (*Testudo hermanni*) na području delte Neretve te Istraživanje i kartiranje kravosasa (*Elaphe quatorlineata*), crvenkrpice (*Zamenis situla*) i čančare (*Testudo hermanni*) na području Konavoskog polja. BIOTA, Zagreb, 27 str.
- Wang, Y., Hong, X., Liu, X., Li, W., Chen, C., Zhu, J., Wei, C., Zhu, X., Yu, L., 2023. Reproductive Output Reveals the Maternal Effects on Offspring Size-Number Trade-Off

- in Cultured Asian Yellow Pond Turtle (*Mauremys mutica*). *Animals : an Open Access Journal from MDPI* 13, 2219. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani13132219>
- Wariss, M., Isaac, V.J., Brito Pezzuti, J.C., 2012. Habitat use, size structure and sex ratio of the spot-legged turtle, *Rhinoclemmys punctularia punctularia* (Testudines: Geoemydidae), in Algodual-Maiandea Island, Pará, Brazil. *Revista de Biología Tropical* 60, 413–424.
- Wei, Y., Gao, Y., Cao, D., Ge, Y., Shi, H., Gong, S., 2021. Effect of incubation temperature and substrate moisture on embryonic development, hatchling phenotypes and post-hatching growth in the Reeves' Turtle, *Mauremys reevesii*. *PeerJ* 9, e10553. DOI: <https://doi.org/10.7717/peerj.10553>
- Werner, F., 1891. *Beträge zur Kenntniss der Reptilien und Amphibien von Istrien und Dalmatien* 751–768.
- Werner, F., 1898. Prilozi poznavanju faune reptilija i batrahija Balkanskog poluostrva. *Glasnik Zemaljskog muzeja u Bosni i Hercegovini* 10, 131–156.
- Wickham, H., Averick, M., Bryan, J., Chang, W., McGowan, L.D., François, R., Grolemund, G., Hayes, A., Henry, L., Hester, J., Kuhn, M., Pedersen, T.L., Miller, E., Bache, S.M., Müller, K., Ooms, J., Robinson, D., Seidel, D.P., Spinu, V., Takahashi, K., Vaughan, D., Wilke, C., Woo, K., Yutani, H., 2019. Welcome to the Tidyverse. *Journal of Open Source Software* 4, 1686. DOI: <https://doi.org/10.21105/joss.01686>
- Wischuf, T., Busack, S.D., 2001. *Mauremys rivulata* (Valenciennes in Bory de Saint - Vincent i sur., 1833) Ostmediterrane Bachschildkrote, u: Fritz, U. (ur.), *Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas, Band 3/III A: Schildkröten I: Bataguridae, Testudinidae, Emydidae (Land- und Sumpfschildkröten)*. Aula Verlag, Wiesbaden, str. 89–110.
- Zbinden, J., Davey, C., Margaritoulis, D., Arlettaz, R., 2007. Large spatial variation and female bias in the estimated sex ratio of loggerhead sea turtle hatchlings of a Mediterranean rookery. *Endangered Species Research* 3, 305–312. DOI: <https://doi.org/10.3354/esr00058>
- Zhang, X., Zhao, J., Zhou, C., Li, W., Liu, Y., Wei, C., Wang, Y., Hong, X., Zhu, X., Liu, X., 2024. Assessing and Screening of Female Fertility in Artificially Bred Asian Yellow Pond Turtles (*Mauremys mutica*) Based on Parentage Assignment. *Animals : an Open Access Journal from MDPI* 14, 479. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani14030479>
- Zhu, X., Chen, Y., Wei, C., Liu, Y., 2003. Diversity of male and female *Mauremys mutica* in growth and morphology. *J Fish Sci China* 10.
- Zhu, X.-P., Chen, Y.-L., Wei, C.-Q., Liu, Y.-H., Gui, J.-F., 2006. Temperature effects on sex determination in yellow pond turtle (*Mauremys mutica* Cantor). *Acta Ecologica Sinica* 26, 620–625.

8. ŽIVOTOPIS

Ana Štih Koren rođena je 20. siječnja 1987. godine u Zagrebu. Godine 2005. završava prirodoslovno-matematičku gimnaziju te upisuje Preddiplomski studij Biologije na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Studij završava 2008. godine te nastavlja obrazovanje na Diplomskom studiju biologije, smjer Eksperimentalna biologija, modul Zoologija, na kojem je 2011. godine stekla zvanje Magistre eksperimentalne biologije. Te iste godine odlazi na stručnu praksu u laboratorij za mutagenezu na Sveučilištu u Rio Claru. Nakon završenog fakulteta dodatno upisuje Pedagoško-psihološku i didaktičko-matodičku naobrazbu na Učiteljskom fakultetu u Osijeku kako bi stekla nastavničke kompetencije te mogla raditi u obrazovnim ustanovama. Doktorski studij biologije na PMF-u upisala je 2014. godine, a od 2014. do 2016. godine naslovni je asistent na kolegiju Kraljevnjaci na Biološkom odsjeku PMF-a.

Od 2014. godine zaposlena je u Udruzi Hyla, trenutno na poziciji više stručne suradnice. Tema njezina interesa su istraživanje vretenaca i slatkovodnih kornjača te je tijekom desetogodišnjeg rada u Udruzi vodila preko 20 projekata, a aktivno sudjelovala na njih 50.

Autor je ili koautor na 18 znanstvenih članaka, 20 posterskih priopćenja te tri edukacijske knjižice.

Publikacije

Znanstveni radovi

Golubović, A., Vukašin, B. & **Štih Koren, A.** (2023): Differences in locomotor performances between two sympatric species of freshwater turtles. *Acta ethologica* 26 (4145).

Koller Šarić, K., Lauš, B., Burić, I., **Štih Koren, A.** & Koren, T. (2023): The current distribution and status of the Hermann's tortoise, *Testudo hermanni boettgeri* (Reptilia, Testudines, Testudinidae) in Croatia // *Herpetoza* 36: 159–175.

Koren, T., Bjelić, M., Boćinowska, E., **Štih, A.** & Burić, I. (2011): Contribution to the knowledge of butterfly fauna (Lepidoptera: Rhopalocera) of Zrmanja river region, Croatia. *Acta entomologica Slovenica* 19 (2): 155–168.

Koren, T., Burić, I., **Štih, A.**, Zakšek, V. & Verovnik, R. (2010): New data about the distribution and altitudinal span of the dalmatian ringlet, *Proterebia afra dalmata* (Godart, [1824]) (Lepidoptera: Satyrinae) in Croatia. *Entomologica Slovenica* 18 (2): 143–150.

Koren, T., Lauš, B., Šašić, M., Mihoci, I., **Štih, A.**, Bralić, P. & Gomboc, S. (2017): Contribution to the knowledge of the butterfly fauna (Lepidoptera: Papilionoidea) of Hrvatsko zagorje, Croatia. *Natura Croatica* 26 (2): 167–196.

Koren, T. & **Štih, A.** (2010): The second record of *Lasiommata petropolitana* (Fabricius, 1787) in Croatia. *Natura Sloveniae* 12 (2): 55–58.

Koren, T. & **Štih, A.** (2013): On the occurrence of Eastern knapweed fritillary, *Melitaea ornata* (Lepidoptera: Nymphalidae) in Croatia. *Phegea* 41 (3): 63–66.

Koren, T., **Štih, A.**, Burić, I., Koller, K., Lauš, B. & Zadavec, M. (2017): The current distribution of pond slider (*Trachemys scripta*) in Croatia. *Natura Sloveniae* 20 (1): 33–44.

Koren, T., **Štih, A.**, Trkov, D. & Črne, M. (2012): New records of Grecian cooper, *Lycaena ottomana* (Lefèbvre, 1830) (Lep.: Lycaenidae) in Croatia. *The Entomologist's Records and journal of variation* 124: 215–223.

Koren, T., Withrington, D., **Štih, A.** & Gros, P. (2019): The butterflies of the Istria county (Istria, Croatia): a review of their distribution, status and conservation requirements (Lepidoptera, Rhopalocera). *GORTANIA, Botanica, Zoologia* 40: 95–114.

Koren, T., Zadavec, M., **Štih, A.** & Hlavati, D. (2013): Butterfly fauna (Hesperoidea & Papilionoidea) of a rural part of Zagreb City, Croatia. *Natura Croatica* 22 (2): 253–264.

Koren, T., Zadavec, M., **Štih, A.**, Burić, I & Lauš, B. (2018): The rediscovered Lepidoptera collection of Vanda Kochansky-Devidé. *Acta Entomologica Slovenica* 26 (1): 63–74.

Štih, A., Koren, T., Bobinec, A., Matejčić, M. & Franković, M. (2015): The river Zrmanja – another hotspot of dragonfly diversity in the Dinaric karst, Croatia. *Entomologia Croatica* 19 (1–2): 43–57.

Štih, A., Zadavec, M., Hlavati, D. & Koren, T. (2011): First data about the dragonfly (Insecta, Odonata) fauna in the Vugrovec area, Zagreb and the first checklist of the dragonflies of Zagreb. *Entomologia Croatica* 15 (1–4): 223–235.

Štih, A., Koren, T. & Franković, M. (2020): New data and checklist of dragonflies of Lastovo Island, Croatia // *Libellula* (Mönchengladbach), 39 (3/4): 179–192.

Štih, A. & Koren, T. (2022): Dragonfly fauna (Insecta: Odonata) of the Brijuni National Park, Croatia. *Natura Croatica* 31 (1).

Vilenica, M., Katar, M, Koren, T. & **Štih Koren, A.** (2022): Dragonfly fauna (Insecta: Odonata) of Papuk Nature Park, Croatia. *Natura Croatica*, Vol. 31 No. 2, 2022.

Vilenica, M., Brigić, A., **Štih Koren, A.**, Koren, T., Sertić Perić, M., Schmidt, B., Bužan, T. & Gottstein, S. (2024): Odonata Assemblages in Urban Semi-Natural Wetlands. *Insects* 15: 207.

Posterska priopćenja i prezentacije na skupovima

Dražina, T., Špoljar, M., Kahrman, K., Cvetnić, M. & **Štih, A.** (2018a): Zooplankton in small fishless Adriatic ponds (Mediterranean Sea). 8th European Pond Conservation Network Workshop (EPCN), Toroella de Montgri, Španjolska, 2018. pp. 48–48.

Dražina, T., Špoljar, M., Kahriman, K., Cvetnić, M. & Štih, A. (2018b): Rotifers in small Mediterranean ponds. XVth International Rotifer Symposium. Book of Abstracts University of Texas, El Paso, SAD, 2018. pp. 100–100.

Dražina, T., Špoljar, M., Kahriman, K. i Štih, A. (2018): Zooplankton – zanemaren, ali važan segment u biocenozama mediteranskih lokvi. 13th Croatian Biological Congress with International Participation. 9th – 23rd September 2018. Poreč. Croatia. pp. 63.

Koren, T., Lauš, B., Šašić, M., Mihoci, I., Štih, A., Šemnički, P. & Gomboc, S. (2017): Overview of the butterfly (Papilionoidea) fauna of Hrvatsko zagorje, Croatia. In: Šašić M., Rota J., Mihoci I. (eds.). Book of abstracts of the 20th European Congress of Lepidopterology, Podgora, Croatia. Croatian Natural History Museum. Zagreb. pp. 89.

Lukač, M., Martel, An., Pasmans, F., Cizelj, I., Štih, A., Capak, H., Belić, M., Martinković, F., Mataušić, T. i Šalamon, D. (2024): Health screening of Balkan Terrapin (*Mauremys rivulata*) within the LIFE for Mauremys project

Martinović, M., Dender, D., Štih, A., Zadravec, M., Babić, J. & Koren, T. (2019): Past and present: a comparative analysis of the butterfly fauna in the mainland part of Dubrovnik-Neretva County. Book of abstract, XXI European Congress of Lepidopterology, University of Molise, Campobasso, Italy, 3 – 7 June, 2019., pp 117

Perutka, J., Karaica, D., Hodić, S., Cedilak, M., Štih, A., Čavčić, A., Krizmanić, A. & Đikić, D. (2017): Basic Haematology and Cytochemical Characteristics of Blood Cells from two Freshwater Turtle Species: *Mauremys rivulata* (Valenciennes in Bory de Saint-Vincent 1833) and *Emys orbicularis* (Linnaeus 1758) in Croatia. In: Kljun, J., Gaber, A. (eds.). Book of Abstracts Cutting Edge 2017: Scientific conference for young researchers.

Piria, M., Špelić, I., Štih Koren, A., Gavrilović, A., Radočaj, T., Iveša, N., Burić, P., Šalamon, D. (2023): Non-native fish species of isolated ponds and canals along the Adriatic Sea coastline that may threaten native turtle communities. *ESENIAS conference*

Schmidt, B., Kranželić, D., Majetić, Đ., Lauš, B., Štih, A. & Koren, T. (2020): Distribution and conservation status of the herpetofauna of Dugi Otok Island, Croatia. *Herpetozoa* 33: 191–205.

Sučić, I., Talaja, M., Štih, A., Burić, I., Zadravec, M., Koren, T.; Lauš, B., Vujanović, M., Popović Dujmović, I. (2018): Water pearls of the Adriatic Islands. 1st systematic Island Wetland Inventory in Croatia. 9th European Ramsar Regional Meeting 19–23 March 2018, Olomouc, Czech Republic.

Šalamon, D. & Štih Koren, A. (2023): Conservation breeding program for *Mauremys rivulata* as support of wild population in Croatia. EAZA 2023 (predavanje Šalamon, D.)

Štih, A. & Burić, I. (2015): Characteristics of the Balkan Terrapin population from Konavle field. In: Klobučar G., Kopjar N., Gligora Udovič M., Lukša Ž., Jelić D. (eds.). Book of abstracts of 12th croatian biological congress, Sveti Martin na Muri, Croatia. Croatian Biological Society. Zagreb. pp 80.

Štih, A., Burić, I., Koren, T., Sučić, I., Zadravec, M., Talaja, M. (2018): An overview of wetlands of the Adriatic Islands. 13th Croatian Biological Congress with International Participation. 9th – 23rd September 2018. Poreč. Croatia. pp. 316.

Štih, A. & Koren, T. (2015a): Diversity of dragonfly fauna of Hrvatsko Zagorje. In: Klobučar G., Kopjar N, Gligora Udovič M., Lukša Ž., Jelić D. (eds.). Book of abstracts of 12th croatian biological congress, Sveti Martin na Muri, Croatia. Croatian Biological Society. Zagreb. pp 228.

Štih A. & Koren, T. (2018): Odonata – fast colonizers of a newly restored habitats. Book of abstracts of 5th European Congress on Odonatology, Brno, Czech Republic 9–12th July 2018

Štih A. & Koren, T. (2019): Herpetofauna otoka Lokruma. Zbornik sažetaka znanstveno stručnog skupa „Otok Lokrum – od znanstvenih spoznaja do upravljanja zaštićenim područjem“. Dubrovnik. pp. 52–53.

Štih, A., Koren, T., Franković, M. (2018): Nature Park Medvednica – a home for numerous dragonfly species. 13th Croatian Biological Congress with International Participation. 19th – 23rd September 2018. Poreč. Croatia. pp. 190.

Štih, A., Koren, T. & Franković, M (2020): New data and checklist of dragonflies (Odonata) of Lastovo Island (Croatia). *Libellula* 39 (3/4): 179–192.

Štih Koren, A., Koren, T. i Schmidt, B. (2021): Šareni akrobati Zagreba – raznolikost i sastav vretenaca značajnog krajobraza Savica/ Colorful acrobats of Zagreb – diversity and composition of dragonflies of the significant landscape Savica. U: Dolenc, N., Janev Hutinec B., Šaško, P., Banić, S. Ambrožić, J. i Maljković, D. (org. odbor). Zbornik sažetaka konferencije Gradski prozori u prirodu, Zagreb, str 121–122.

Štih, A., Koren, T., Zadravec, M. & Hlavati, D. (2011): Contributions to the knowledge of the dragonfly fauna (Insecta, Odonata) of Vugrovec area, Zagreb. In: Barić, B., Hrašovec, B., Kučinić, M., Mičetić Stanković, V. & Previšić, A. (eds.). Book of abstracts of 22nd Symposium internationale entomofaunisticum Europae centralis (SIEEC 22), Varaždin, Croatia. pp 64–65.

Štih, A. & Šalamon, D. (2018a): Livin' on the edge – threats to the survival of the Balkan Terrapin in Croatia. 13th Croatian Biological Congress with International Participation. 9th – 23rd September 2018. Poreč. Croatia. pp. 160.

Štih, A. i Šalamon, D. (2018b): Nova saznanja o rasprostranjenosti riječne kornjače (*Mauremys rivulata*) u Hrvatskoj. U: Primožić, I. (eds.) Knjiga sažetaka drugog simpozija studenata doktorskih studija PMF-a, Zagreb, 2018. 51 str.

Varga, F., Krstulović, D., Galov, A., **Štih Koren, A.,** & Šalamon, D. (2023): Genetic tools and approaches for conservation management of *Mauremys rivulata* in Croatia. Book of abstracts, 58th Croatian & 18th International Symposium on Agriculture | 11 – 17 February, 2023, Dubrovnik, Croatia, Eds. Klaudija Carović-Stanko & Ivan Širić Pp92. ISSN 2459-5551, University of Zagreb Faculty of Agriculture, Zagreb, Croatia.

Knjižice

Koren, T. i **Štih, A.** (2018): Leptiri uz Bednju u Varaždinskoj županiji. Javna ustanova za upravljanje zaštićenim dijelovima prirode Varaždinske županije, 110 str.

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

Štih Koren, A. i Koren, T. (2022): Vretenca uz rijeku Dravu. Javna ustanova za upravljanje zaštićenim dijelovima prirode Varaždinske županije, 102 str.