

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ŠTUDIJ EKOLOGIJE IN BIODIVERZITETE

Erika OSTANEK

**MORFOLOŠKE IN REPRODUKTIVNE
ZNAČILNOSTI ŽIVORODNE KUŠČARICE
(*Zootoca vivipara*) V SLOVENIJI**

MAGISTRSKO DELO
Magistrski študij – 2. stopnja

Ljubljana, 2017

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ŠTUDIJ EKOLOGIJE IN BIODIVERZITETE

Erika OSTANEK

**MORFOLOŠKE IN REPRODUKTIVNE ZNAČILNOSTI ŽIVORODNE
KUŠČARICE (*Zootoca vivipara*) V SLOVENIJI**

MAGISTRSKO DELO
Magistrski študij – 2. stopnja

**MORPHOLOGICAL AND REPRODUCTIVE CHARACTERISTICS
OF VIVIPAROUS LIZARD (*Zootoca vivipara*) IN SLOVENIA**

M. SC. THESIS
Master Study Programmes

Ljubljana, 2017

Magistrsko delo je zaključek magistrskega študija programa druge stopnje Ekologija in biodiverziteta na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani. Opravljeno je bilo na Katedri za zoologijo Oddelka za biologijo.

Komisija za študij 1. in 2. stopnje je dne 21. 2. 2014 sprejela temo in za mentorja magistrskega dela imenovala doc. dr. Ceneta Fišerja, univ. dipl. biol. in za recenzenta doc. dr. Ala Vrezca, univ. dipl. biol.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednica: doc. dr. Lilijana BIZJAK MALI
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Član: doc. dr. Cene FIŠER
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Član: doc. dr. Al VREZEC
Nacionalni inštitut za biologijo, Prirodoslovni muzej Slovenije

Datum zagovora: 12.9.2017

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Du2
DK UDK 598.112.23(043.2)
KG živorodna kuščarica/*Zootoca vivipara*/ovoviviparija/morofometrija/reprodukcija/*Z. v. carniolica*
AV OSTANEK, Erika, dipl. biolog (UN)
SA FIŠER, Cene (mentor)/VREZEC, Al (recenzent)
KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Študij ekologije in biodiverzitete
LI 2017
IN MORFOLOŠKE IN REPRODUKTIVNE ZNAČILNOSTI ŽIVORODNE KUŠČARICE (*Zootoca vivipara*) V SLOVENIJI
TD Magistrsko delo (Magistrski študij – 2.stopnja)
OP VII, 31 str., 4 pregl., 7 sl., 42 vir.
IJ SI
JI sl/en
AI Jajcerodna podvrsta živorodne kuščarice *Zootoca vivipara carniolica* je bila opisana na naših tleh in je dolgo veljala za edino podvrsto prisotno v Sloveniji. Dosedanje vzorčenje je bilo nesistematično, saj raziskave nikoli niso zavzemale lokacij nad 1200 m n.v. Z nalogo smo želeli potrditi prisotnost živorodne podvrste *Zootoca vivipara vivipara* v Sloveniji ter poiskati morebitne morfološke znake, ki bi omogočali razlikovanje med podvrstama na terenu. Med petimi izbranimi lokacijami vzorčenja smo prisotnost nominotipske podvrste *Z. v. vivipara* potrdili na Pohorju v severovzhodnem delu države. Iz omenjenega hribovja je pojavljanje jajcerodne podvrste *Z. v. carniolica* na nižjih nadmorskih višinah že znano, zato lahko domnevamo, da tam obstaja kontaktna cona med podvrstama. Zanesljivih znakov za razlikovanje podvrst na terenu nismo ugotovili; delno zanesljiv znak za prepoznavo podvrst je obarvanost trebuha pri samicah, ki je pri nominotipski podvrsti rumena, oranžna ali svetla, pri jajcerodni pa vedno svetla.

KEY WORD DOCUMENTATION

DN Du2
DC UDC 598.112.23(043.2)
CX viviparous lizard/*Zootoca vivipara*/ovovivipary/morphometrics/reproduction/*Z. v. carniolica*
AU OSTANEK, Erika
AA FIŠER, Cene (supervisor), VREZEC, Al (reviewer)
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Master Study Programme in Ecology and Biodiversity
PY 2017
TI MORPHOLOGICAL AND REPRODUCTIVE CHARACTERISTICS OF VIVIPAROUS LIZARD (*Zootoca vivipara*) IN SLOVENIA
DT M. SC. THESIS (Master Study Programmes)
NO VII, 31 p., 4 tab., 7 fig., 42 ref.
LA SI
AL sl/en
AB The egg-laying subspecies of viviparous lizard *Zootoca vivipara carniolica* was first described in Slovenia was thought to be the only subspecies present in the area. However, none of previous studies explored populations above 1200 m a.s.l. In this thesis we searched for the presence of viviparous subspecies *Zootoca vivipara vivipara* in Slovenia and for the morphological traits that would warrant identification of subspecies in the field. We studied five regions, and confirmed the presence of the nominal subspecies *Z. v. vivipara* on Pohorje in NE part of Slovenia. In the same region, albeit on lower altitudes, lives also egg-laying subspecies *Z. v. carniolica*. We assume that the region presents a contact zone between both subspecies. We found no reliable morphological characteristics for subspecies identification; potentially useful is the coloration of female belly, yellow, orange or pale in nominal and only pale in egg laying subspecies.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORD DOCUMENTATION.....	IV
KAZALO SLIK	VI
KAZALO PREGLEDNIC	VII
1 UVOD	1
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 DRUŽINA KUŠČARICE (Lacertidae Oppel 1811)	3
2.2 ŽIVORODNA KUŠČARICA (<i>Zootoca vivipara</i> Jacquin 1787).....	3
2.2.1 Opis	3
2.2.2 Barvni polimorfizem in vzroki zanj	4
2.2.3 Razširjenost in ekološke zahteve	4
2.2.4 Življenjski cikel.....	5
2.2.5 Ogroženost.....	6
2.2.6 Taksonomija.....	7
2.3 ŽIVORODNA KUŠČARICA V SLOVENIJI	7
2.4 JAJCERODNE PODVRSTE ŽIVORODNE KUŠČARICE.....	8
2.5 REPRODUKCIJA IN RAZVOJ VIVIPARIJE	9
3 MATERIAL IN METODE	11
3.1 LOKACIJE VZORČENJA.....	11
3.2 TERENSKO DELO.....	12
3.3 GOJENJE V UJETNIŠTVU.....	13
3.4 MORFOMETRIJA	14
4 REZULTATI.....	16
5 RAZPRAVA.....	22
6 SKLEPI	25
7 POVZETEK.....	26
8 VIRI	27
ZAHVALA	

KAZALO SLIK

Slika 1: Lovljenje kuščarice z zanko.	13
Slika 2: Štirje glavni barvni tipi obarvanosti najdenih osebkov živorodne kuščarice: A) normalna, B) pegasta, C) progasta in D) temna obarvanost.....	15
Slika 3: Izležena jajca samic treh različnih lokalitet. Zgoraj levo so jajca z delno kalcificirano lupino samice iz Pokljuke, zgoraj desno mrtvorojeno leglo mladičev živorodne podvrste iz Pohorja, spodaj pa normalno kalcificirana jajca samice iz Drage pri Igu (Foto: T. Jagar, 2017).	16
Slika 4: Telesna dolžina izmerjenih osebkov. Medtem, ko je odstopanje v velikosti med osebki pohorske lokalitete in izmerjenimi osebki kranjske podvrste sorazmerno majhno (Mann-Whitney test: $Z = -1,93$, $p = 0,05$), so osebki salzburške lokalitete občutno manjši od obojih (Mann-Whitney test: $Z = -4,17$; $p < 0,001$ in $Z = -3,35$, $p < 0,0001$).	20
Slika 5: Širina pileusa izmerjenih osebkov, korigirana s telesno dolžino. Osebki, pripadajoči salzburški lokaliteti imajo nekoliko večji pileus (Mann-Whitney test: $Z = -3,87$; $p < 0,0001$ in $Z = -2,7$; $p = 0,007$), medtem ko se dolžina pileusa osebkov kranjske podvrste in osebkov pohorske lokalitete ne razlikuje (Mann-Whitney test: $Z = -0,53$; $p = 0,6$).	20
Slika 6: Dolžina pileusa izmerjenih osebkov, korigirana s telesno dolžino. Dolžine pileusa so pri vseh treh vzorcih enake (Kruskal-Wallis test: $P = 0,347$).	21
Slika 7: Širina okolčja izmerjenih osebkov, korigirana s telesno dolžino. Razlike v izmerjeni širini okolčij med tremi vzorci so zanemarljive (Kruskal-Wallis test: $P = 0,06$).	21

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Pregled lokacij vzorčenja.....	12
Preglednica 2: Pregled iz narave odvzetih brejih samic in njihovih legel.....	17
Preglednica 3: Število osebkov po barvnih tipih.....	17
Preglednica 4: Podatki o izmerjenih osebkih izbranih lokacij. Z zvezdico so označene samice, katerih teža je večja od pričakovane zaradi brejosti.....	18

1 UVOD

Živorodna kuščarica (*Zootoca vivipara*) je ena izmed številnih majhnih in rjavih vrst družine Lacertidae, zaradi česar je pogosto spregledana. Njena posebnost, po kateri se razlikuje od ostalih predstavnikov svoje družine, je oblika živorodnosti, imenovana ovoviviparija. Gre za preprost mehanizem, pri katerem samica zadrži oplojena jajca v jajcevodih, kjer se ta razvijajo zaščitena pred okoljskimi vplivi, samica pa regulira inkubacijo s telesno temperaturo (Pianka in Vitt, 2003). Ta oblika razmnoževanja je vrsti omogočila preživetje v hladnejših okoljih, zato je vrsta uspešno kolonizirala številna območja, kjer jajcerodni plazilci nimajo pogojev za uspešno inkubacijo jajc (Shine, 1985). Prilagoditev se je izkazala za zelo uspešno, saj je omogočila vrsti največji kopenski naravni areal razširjenosti med plazilci, ki obsega večji del Evrope z izjemo Sredozemlja, osrednjo Azijo do Pacifika in številne otoke (Gasc in sod., 1997). Znotraj areala vrste poznamo tudi geografsko omejene populacije s statusom ločene podvrste, ki so ohranile jajcerodnost (Surget-Groba in sod., 2000). Primeri, da se znotraj ene vrste pojavljata dva tipa reprodukcije, so redki in na svetu prisotni le pri maloštevilnih kuščarjih (Pianka in Vitt, 2003).

Vrsta *Zootoca vivipara* je v Evropi zastopana s petimi podvrstami, med katerimi so tri podvrste živorodne, dve pa jajcerodni (Surget-Groba in sod., 2000). Jajcerodni podvrsti naseljujeta južni del areala vrste; zahodna podvrsta *Zootoca vivipara louisiantzi* se pojavlja na Pirenejskem polotoku, vzhodna podvrsta *Zootoca vivipara carniolica*, prvič opisana iz Slovenije, pa naseljuje Padsko nižino, severni del balkanskega polotoka in jugovzhodni del Alp (Surget-Groba in sod., 2002). Nekateri avtorji slednji podvrsti pripisujejo status samostojne vrste (Cornetti in sod., 2015). V srednji Evropi je prisotna nominotipska živorodna podvrsta *Zootoca vivipara vivipara*, katere naravna razširjenost meji na areal podvrste *Z. v. carniolica*. Kontaktna cona med podvrstama je slabo raziskana in po znanih podatkih prisotna le v Avstrijskem delu Karavank, kjer se nominotipska podvrsta pojavlja na višjih nadmorskih višinah kot jajcerodna *Z. v. carniolica* (Lindtke in sod., 2010). V Sloveniji naj bi bila prisotna le podvrsta *Z. v. carniolica* (Mayer in sod., 2000). Znanih podatkov je razmeroma malo. Populacije ob Avstrijski meji so relativno slabo raziskane, preteklo vzorčenje je potekalo na omejenem številu lokacij na relativno nizkih nadmorskih višinah (Heulin in sod., 2000, Surget-Groba in sod., 2002). Poznavanje razširjenosti podvrst otežuje zahtevna identifikacija podvrst. Živorodno nominotipsko od jajcerodne kranjske podvrste lahko razlikujemo bodisi po strukturi kromosomov, bodisi genetsko, s pomočjo sekvenc mitohondrijske DNK za 12S rRNK in 16S rRNK, bodisi da samice gojimo in spremljamo odlaganje jajc oz. kotitev mladičev (Lindtke in sod., 2010). Zanesljivih morfoloških znakov, po katerih bi podvrsti razlikovali med seboj na terenu, ne poznamo. Zaradi bližine populacij nominotipske podvrste *Z. v. vivipara* smemo

pričakovati, da je ta prisotna tudi v Sloveniji oz. da je kontaktna cona z jajcerodno *Z. v. carniolica* širša in sega na območje Slovenije.

V tej nalogi smo želeli ugotoviti 1) ali je v Sloveniji prisotna tudi nominotipska živorodna podvrsta, ter 2) ali bi podvrsti lahko zanesljivo razlikovali na podlagi splošno uveljavljenih morfoloških znakov.

2 PREGLED OBJAV

2.1 DRUŽINA KUŠČARICE (Lacertidae Opperl 1811)

Predstavnice družine Lacertidae so manjše ali srednje velike dnevno aktivne kuščarice, katerih geografska razširjenost obsega Evrazijo in Afriko. Znotraj družine je opisanih nekaj manj kot 300 vrst v 39 rodovih (Arnold in sod., 2007). Zanje je značilno cilindrično ali dorzoventralno sploščeno telo z dobro razvitimi nogami. Oči prekrivajo premične veke. Luske na telesu so drobne, zgornjo stran glave prekriva skupina večjih lusk ali ščitov, imenovana pileus. Pri večini vrst je prisoten spolni dimorfizem. Samci se od samic ločijo po bolj živi obarvanosti telesa, masivnejši glavi in prisotnosti izrazitih femoralnih por. Predstavniki družine so striktno jajcerodni z izjemo ene vrste, živorodne kuščarice (*Zootoca vivipara*). Nekaj vrst jugozahodne Azije je partenogenetskih (Darevsky, 1958). Večina vrst je žužkojedih; nekatere vrste, kot so predstavniki rodu *Gallotia*, pa so omnivore, saj poleg hrane živalskega izvora velik del njihove prehrane predstavlja sadje in drug rastlinski material. Vrste iz te družine so se prilagodile različnim razmeram v okolju in kolonizirale številne habitate, od gozdov in travnikov do sušnih območij in puščav, kot sta Sahara in Kalahari. Z razvojem civilizacije in trgovskih poti je k razširjanju vrst te družine hote ali nehote doprinesel tudi človek. Populacije nekaterih vrst lahko danes najdemo po vsem svetu, kamor so prišle večinoma z ladijskim ali železniškim prometom, zaradi svoje prilagodljivosti in iznajdljivosti pa so postale ena najuspešnejših skupin plazilcev na svetu (Arnold in sod., 2007).

2.2 ŽIVORODNA KUŠČARICA (*Zootoca vivipara* Jacquin 1787)

2.2.1 Opis

Živorodna kuščarica (*Zootoca vivipara*) je manjša vrsta kuščarice, katere posebnost je ovoviviparija. Je precej čokata kuščarica, katere dolžina telesa od gobca do kloake znaša približno 6,5 cm. Rep je sorazmerno debel in znaša 1,3-2 dolžini telesa. Noge so kratke in močne, vrat masiven, glava pa majhna in zaobljena. Za vrsto so značilni oceli, vzorec, pri katerem je svetla pega obrobljena s temno linijo. Običajno so osebkovi te vrste obarvani v različnih odtenkih rjave in sivorjave, pogosto s temnejšimi boki ter številnimi pegami ali oceli na bokih in hrbtu. Prisotne so lahko tudi svetle vzdolžne proge, ki obrobljajo temne boke, ali temna proga vzdolž sredine hrbta živali. Grlo in trebuh sta svetla, rumena ali oranžna, pri samcih pogosto pegasta, medtem ko so pege po grlu in trebuhu pri samcih navadno odsotne. Temnejši boki in vzdolžna temna proga po sredini hrbta so v splošnem značilnejši za samice. Samci imajo večje število ocelov in peg ter bolj živo obarvan trebuh; prav tako sta pri samcih pogosti vzdolžni svetli progi po bokih. Barva mladičev je precej temnejša kot odraslih; glava in sprednja polovica trupa sta običajno svetlejši, zadnja

polovica trupa in rep pa sta v temnejših odtenkih rjave barve. Vzorec pri mladičih običajno sestavlja le nekaj svetlih peg po hrbtu in bokih (povzeto po Schreiber, 1912).

2.2.2 Barvni polimorfizem in vzroki zanj

Vrsta je znana po velikem barvnem polimorfizmu, ki je v večji ali manjši meri prisoten pri vseh populacijah, ne glede na razširjenost ali podvrsto. Vzorec in barva sta sicer dedna, vendar pod močnim vplivom okolja. Pogostost pojavljanja določenega barvnega tipa določajo habitat, gostota populacije in stopnja intraspecifične kompeticije (Vercken in sod., 2006).

Osnovna barva, ki vpliva na termoregulacijo osebkov, je variabilna v manjši meri kot vzorec ali obarvanost trebuha in je navadno v rjavih odtenkih. Občasno se pojavljajo črno obarvani oz. melanistični osebki, vendar odstopanj v velikosti in telesni kondiciji od kriptično obarvanih osebkov niso ugotovili, ugotovili pa so višji predacijski pritisk na melanistične osebke (Gvoždik, 1999). Vzorec je močno variabilen in se razlikuje glede na spol in starost osebka, vendar vpliva samega vzorca na telesno kondicijo ali obnašanje živali niso ugotovili.

Najpomembnejša je obarvanost trebuha, ki vpliva na izbiro partnerja in vpliva na reprodukcijo samic. Samci z bolj živo obarvanimi trebuhmi so navadno v boljši telesni kondiciji in dobijo več pozornosti s strani samic kot samci s trebuhmi manj izrazitih barv. Pri samicah se pojavljajo tri obarvanosti trebuha: svetla, rumena in oranžna. Medtem, ko svetla obarvanost trebuha prevladuje pri jajcerodnih populacijah, je pri živorodnih populacijah trebuh navadno oranžen ali rumen (Arribas, 2009). Obarvanost trebuha je pokazatelj določenega genotipa, ki močno vpliva na obnašanje in reprodukcijo samic. Samice z rumenimi trebuhmi so tako nekoliko manjše, vendar bolj teritorialne in imajo večja legla, medtem ko imajo samice z oranžnimi trebuhmi manjša legla, a večje mladiče, ki imajo boljše možnosti za preživetje (Vercken in sod., 2006).

2.2.3 Razširjenost in ekološke zahteve

Danes ima živorodna kuščarica globalno razširjenost, ki obsega večji del Evrope ter širok pas severne in osrednje Azije do Pacifika. V Evropi živi v Skandinaviji, Veliki Britaniji in Irski, odsotna je le v južnem delu Pirenejskega polotoka, na jugu Apeninov, obalnih in termofilnih predelih Balkanskega polotoka ter območja okrog Črnega morja. Njen areal se nadaljuje v osrednjo Azijo vse do Pacifiškega oceana; prisotna je celo na otokih Sahalin in Hokkaido (Gasc in sod., 1997). Je ena od vrst plazilcev z največjo naravno razširjenostjo na svetu in ena od redkih vrst, ki živi tudi znotraj arktičnega kroga.

Na jugu svoje razširjenosti je njena prisotnost omejena z ustreznimi habitati. Tu naseljuje bolj vlažna ali hladna območja, kot so gorski travniki, močvirja, barja in šotišča, vlažni travniki, robovi vlažnih gozdov, riževa polja in podobno. Najdemo jo na nadmorskih višinah do 3000 m (Surget-Groba in sod., 2002). V severnejših predelih je pogostejša in naseljuje vrsto habitatov od odprtih gozdov, robov polj, vresišč in barij do peščenih sipin, železniških nasipov ter celo antropogenih habitatov kot so vrtovi in sadovnjaki (Arnold, 2002).

Živorodna kuščarica je dnevna in večinoma talna vrsta, ki lahko pleza po nižji vegetaciji ali drugih strukturah, kjer išče ustrezna mesta za sončenje ter plen. Večinoma pleni različne členonožce, kot so pajki (Aranea), stenice (Hemiptera), skakači (Collembola), enakonožci (Isopoda), gosenice metuljev (Lepidoptera), dvokrilci (Diptera), suhe južine (Opiliones), polži (Gastropoda) in hrošči (Coleoptera) (Avery, 1966; Strijbosch, 1986), v hladnejših predelih pa v prehrani prevladujejo dvokrilci (Diptera) (Itämies in Koskela, 1971).

2.2.4 Življenjski cikel

Paritvena sezona je močno odvisna od okoljskih dejavnikov, večinoma poteka aprila in maja. Jajcerodne samice izležejo povprečno 5-7 (razpon 1-13) belih jajc s kalcificirano trdo lupino, ki merijo 10-12 x 8-10 mm (Arnold, 2002). Iz njih se po 4-5 tednih izležejo mladiči, ki ob rojstvu merijo 1,5-2,5 cm od gobca do konca repa (Arnold, 2002). Mladiče istega legla pogosto zaplodijo različni samci (Laloi in sod., 2004). V predelih, kjer samice kotijo žive mladiče, brejost navadno traja 6-13 tednov, samice pa skotijo 3-11 mladičev, ovitih v tanko jajčno membrano, ki jo kmalu po rojstvu predrejo (Arnold, 2002). Breje samice se pogosteje sončijo, kar pospešuje razvoj mladičev. Četudi ob ugodnih razmerah in zgodnjem prvem parjenju jajcerodnih populacij samice lahko izležejo tudi tri legla letno, v naravi običajno izležejo le eno leglo (Ghielmi in sod., 2001). Pri živorodnih populacijah doslej več kot eno leglo letno ni bilo zabeleženo. Spolno zrelost dosežejo pri dveh ali treh letih starosti, odvisno od razpoložljivih hranil ter razmer v okolju. V naravi lahko živijo 12 let ali več (Arnold, 2002).

Pozimi hibernirajo, in sicer nekoliko dlje kot pri druge kuščarice. Hibernacija se običajno začne ob koncu poletja ter konča med februarjem in aprilom, odvisno od vremenskih razmer. Hibernacija je kljub kratkim otoplitvam vremena vedno neprekinjena, zato je tudi smrtnost med hibernacijo mnogo manjša v primerjavi z drugimi kuščaricami. Hibernacijo tako navadno preživi 97% osebkov (Bauwens, 1981). Vrsta je tudi sicer precej odporna na mraz. Raziskave so pokazale, da so osebki tako jajcerodnih kot živorodnih populacij sposobni preživeti vsaj en teden na temperaturi -3°C tako ob suhih kot ob vlažnih pogojih, medtem ko osebki ostalih vrst družine Lacertidae v Evraziji ne prenesejo niti ohladitve na $-1,1^{\circ}\text{C}$ (Voituron in sod., 2004). Osebki so sposobni preživeti tudi v primeru, da za kratek

čas 50% njihovih telesnih tekočin zamrzne, osebki živorodnih populacij pa so za krajše obdobje (24 ur) celo sposobni uravnati in vzdrževati količino zamrznjenih telesnih tekočin pod tem kritičnim nivojem (Voituron in sod., 2004). Kljub prilagoditvam na hladno in vlažno podnebje osebki podvrste *Z. v. carniolica* vzdržujejo relativno visoko telesno temperaturo, ki znaša približno 32°C pri samcih ter 27°C pri gravidnih samicah (Žagar in sod. 2017). Vzdrževanje nižje, vendar stabilne telesne temperature pri gravidnih samicah omogoča pravilen razvoj jajc pred odlaganjem (Pianka in Vitt, 2003). Osebki omenjene podvrste v suhih pogojih izgubljajo tudi relativno malo vode, kar omogoča lažje preživetje osebkov v sušnih ali spremenljivih vremenskih razmerah (Žagar in sod., 2017).

2.2.5 Ogroženost

Vrsta ima po klasifikaciji IUCN status najmanj ogrožene vrste (ang. LC – least concern), saj ima zaradi široke razširjenosti malo možnosti, da bi začela nenadoma zelo hitro izginjati. Vrsta sama je zelo prilagodljiva in živi v številnih habitatih, med katerimi so mnogi neprimerni za kmetijstvo in druge antropogene aktivnosti. Potencialno ogrožene so le podvrsta *pannonica* ter italijanske populacije podvrste *carniolica*. Te populacije naseljujejo rodovitne nižinske travnike in so izpostavljene uporabi strupov v kmetijstvu ter fragmentaciji habitata, ki onemogoča vzdrževanje genskega pretoka med populacijami. Fragmentacija je bolj izrazita pri italijanskih populacijah podvrste *carniolica* (Surget-Groba in sod., 2002, Semenzato in sod., 1996).

Poleg človekovih posegov v naravo in vedno večje prenaseljenosti Zemlje čedalje večjo grožnjo organizmom predstavlja tudi globalno segrevanje. To lahko posebno prizadene živali hladnih območij in gora, kjer imajo tudi majhne spremembe temperatur katastrofalne posledice za tam živeče organizme ter ekosistem kot celoto (Janzen, 1994). Plazilci se ob temperaturnih spremembah soočajo še z motnjami v embrionalnem razvoju in določanju spola, ki je velikokrat odvisno od okoljske temperature (Janzen, 1994). Temu navkljub rezultati novejših raziskav kažejo, da globalno segrevanje vsaj trenutno deluje v prid živorodni kuščarici. Raziskave vpliva globalnega segrevanja v JV Franciji so pokazale, da je povprečna velikost mladičev enega leta starosti v 18 letih narasla za 28%, povečali pa sta se tudi produktivnost in telesna velikost samic, ki imajo tako sedaj večja legla, kot v preteklosti (Chamaille-James in sod., 2005). Višje temperature pomenijo krajše obdobje hibernacije in spremembe v termoregulaciji, saj se telesna temperatura živali dvigne hitreje, zato porabijo manj časa za sončenje ter več za druge aktivnosti, na primer iskanje hrane. Osebki so tako manj časa izpostavljeni plenilcem, zato se je povečala tudi stopnja preživetja odraslih živali (Chamaille-James in sod., 2005).

2.2.6 Taksonomija

Vrsta je glede na široko razširjenost precej enotna, kljub temu pa je opisanih nekaj podvrst, večinoma znotraj Evrope. Medtem ko so morfološke razlike med podvrstami večinoma zanemarljive, se te razlikujejo po načinu razmnoževanja ter številu in morfologiji kromosomov. Število priznanih podvrst se spreminja glede na taksonomske trende. Trenutno vrsto delimo na veljavnih pet podvrst, ki se večinoma razlikujejo po zgradbi mitohondrijske 12S- in 16S-rRNK (Mayer in Böhme, 2000, Arribas, 2009):

- *Zootoca vivipara carniolica* (Mayer in sod., 2000): njena razširjenost obsega južno Avstrijo, Slovenijo, severno Italijo in severozahodno Hrvaško. Je jajcerodna in se od ostalih razlikuje tudi po 36 kromosomskih parih, medtem ko imajo živorodne podvrste le 35 kromosomskih parov. Nekateri avtorji obravnavajo podvrsto kot samostojno vrsto (Cornetti s sod., 2015).
- *Zootoca vivipara louislantzi* (Arribas, 2009): razširjena je v južni Franciji ter severni Španiji. Tudi ta podvrsta je jajcerodna, od ostalih se razlikuje tudi po oluskanosti ter osteoloških posebnostih. Tudi ta podvrsta ima 36 kromosomskih parov.
- *Zootoca vivipara sachalinensis* (Pereleshin in Terentjev, 1963): živorodna podvrsta, ki naseljuje otoka Sahalin in Hokkaido, osrednjo Azijo in vzhodno Evropo.
- *Zootoca vivipara pannonica* (Lac in Kluch, 1968): nahaja se na območjih vzhodne Avstrije, Madžarske in južne Slovaške. Je živorodna in opisana po barvnih variacijah in nižinskem habitatu.
- *Zootoca vivipara vivipara* (Lichenstein, 1823): naseljuje osrednjo in zahodno Evropo, Britansko otočje, Irsko ter dele vzhodne Evrope. Populacije te podvrste so živorodne.

2.3 ŽIVORODNA KUŠČARICA V SLOVENIJI

Živorodna kuščarica je ena bolj pogostih slovenskih kuščaric, ki se večinoma pojavlja v hribovitih in goratih predelih; najdbe v nižinah so redke. Prisotna je v Dinaridih, Julijskih in Kamniško-Savinjskih Alpah, na Pohorju ter v Zasavju. V večjem delu Primorske in Prekmurja je odsotna oz. ni podatkov o njeni razširjenosti, malo pa je podatkov tudi za JV del države (Krofel in sod., 2009).

Dolgo je veljalo, da je pri nas prisotna nominotipske podvrsta, *Zootoca vivipara vivipara*, leta 1998 pa je bila na območju Snežnika najdena povežena samica, ki je imela v jajcevodih jajca s kalcificirano lupino (Böhme in sod., 1999). V nadaljnjih raziskavah so odkrili, da so jajcerodne živali prisotne na različnih lokacijah v večjem delu Slovenije (Heulin in sod., 1999). Pripadale so novoodkriti povrsti *carniolica*, ki je bila opisana leta 2000 (Mayer in sod., 2000). V naslednjih dveh letih se je tudi na naših tleh preučevala

filogenija živorodne kuščarice kot vrste ter podvrste *Z. v. carniolica*, s pomočjo le-te pa je bil utrjen status podvrste *Z. v. carniolica* (Surget-Groba s sod., 2001, 2002). Raziskovanje podvrste je nato za nekaj časa utonilo v pozabo, nakar je bila pred kratkim izvedena raziskava o termoregulaciji in izgubi vode pri kranjski kuščarici (Žagar in sod. 2017).

2.4 JAJCERODNE PODVRSTE ŽIVORODNE KUŠČARICE

Jajcerodne populacije živorodne kuščarice se pojavljajo na južni meji razširjenosti vrste in predstavljajo bazalni klad vrste (Surget-Groba in sod., 2002). Glacialne faze pleistocena naj bi prisilile takratne populacije živorodne kuščarice k umiku v številne prostorsko ločene refugije na jugu celine in tako ločile jajcerodne in živorodne populacije. Živorodne populacije, ki so bolj prilagojene na hladnejše klimatske razmere so lahko hitro rekolonizirale severna območja med obdobji interglacialnih otoplitev, jajcerodne populacije pa so ostale omejene na južnejše dele kontinenta in imajo manjša območja razširjenosti (povzeto po Guillaume in sod., 2000, Surget-Groba in sod., 2002).

Danes poznamo dve jajcerodni podvrsti. Zahodna podvrsta *louislanzi* naseljuje območje od Kantabrijskega gorovja v severni Španiji do Pirenejskega gorovja in Akvitanske nižine v JZ Franciji. Nedavno pa so opisali tudi vzhodno podvrsto *carniolica*, ki naseljuje Padsko nižino v Italiji, Julijske ter Kamniško-Savinjske Alpe in Karavanke v Sloveniji in Avstriji ter Dinaride v Sloveniji in na Hrvaškem (Mayer in sod., 2002). Genetske raziskave prav tako nakazujejo na dejstvo, da celotna populacija podvrste *carniolica* izvira iz refugija v padski nižini, od koder je postopno kolonizirala območje današnje razširjenosti (Surget-Groba in sod., 2002). Italijanske populacije podvrste imajo sicer največjo genetsko pestrost, vendar so močno fragmentirane, mestoma so že izginile zaradi človeških posegov v naravo, kot so melioracija, kmetijstvo, izsekavanje gozdov (Semenzato in sod., 1996). V Sloveniji so to podvrsto prvič našli leta 1998 na območju Snežnika oz. Mašuna, nato pa leta 1999 na avstrijskem delu Karavank (Böhme in sod., 1999). Ob pregledu genetskega materiala so ugotovili, da so osebki iz Slovenije kljub jajcerodnosti genetsko bližje nominotipska živorodni povrsti kot pa jajcerodni podvrsti *louislanzi* (Mayer in sod., 2000).

Ključni diagnostični lastnosti podvrste *carniolica* sta jajcerodnost in število kromosomov. Osebki te podvrste imajo 36 kromosomskih parov, osebki nominotipske podvrste pa imajo dva kromosoma zlita in zato le 35 kromosomskih parov (Odierna in sod., 2001). Zaradi te razlike in omejenega pretoka genetskega materiala med omenjeno in nominotipsko podvrsto so predlagali samostojno vrsto *Zootoca carniolica* (Cornetti in sod., 2015).

Obe jajcerodni podvrsti se križata z nominotipsko živorodno podvrsto. Četudi križanje med podvrsto *louislanzi* in nominotipsko podvrsto *vivipara* v naravi ni možno zaradi geografskih barier, so križance večkrat uspešno vzgojili v laboratoriju (Heulin in sod., 1992). Nasprotno prihajata podvrsti *carniolica* in *vivipara* v stik. Kontaktna cona med

podvrstama poteka približno vzdolž avstrijsko-slovenske meje, kjer so večkrat našli križance (Lindtke in sod., 2010). V primerih križanj obeh jajcerodnih podvrst z nominotipsko podvrsto so bili potomci generacije F1 normalno razviti in plodni. Uspeh medsebojnega parjenja generacije F1 je bil sicer nekoliko nižji, kar bi lahko pripisali tako genetski neskladnosti kot zagotavljanju ustreznih pogojev v ujetništvu, ki v veliki meri vplivajo na reprodukcijski uspeh osebkov v ujetništvu (Heulin in sod., 1992). Edina opazna razlika med matičnima podvrstama in križanci je, da samice generacije F1 ležejo jajca z le delno kalcificirano lupino, ta imajo tudi krajšo inkubacijsko dobo (Heulin in sod., 1992).

2.5 REPRODUKCIJA IN RAZVOJ VIVIPARIJE

Oviparija je z razvojem treh membran horiona, amniona in alantoisa skupaj s kalcificirano lupino omogočila razvoj jajca, ki se je lahko razvijalo zunaj vode in s tem omogočila kolonizacijo kopnega pred 330 milijoni let. Že ta oblika je bila tako uspešna, da so kopenski oviparni vretenčarji dosegli izjemno veliko diverzitetu in je še danes edina oblika razmnoževanja ptic, želv, krokodilov ter številnih drugih plazilcev, predstavlja pa tudi temelj za evolucijski razvoj ovoviviparije in prave viviparije (Pianka in Vitt, 2003).

Ovoviviparija je nepravna oblika živorodnosti, ki se je v evoluciji plazilcev razvila večkrat neodvisno, tudi znotraj istega rodu. Gre za pojav zadržanja jajc v jajcevodih samice, kjer poteka inkubacija jajc s tanjšo nekalcificirano lupino (Qualls, 1996). Zalogo hranil za embrio še vedno predstavlja jajčni rumenjaki, kljub temu pa ima tak sistem že razvito nekakšno preprosto obliko placente, ki služi le izmenjavi plinov in oskrbi embrija z vodo (Blackburn, 2005). Prava živorodnost, kjer izmenjava hranil in drugih snovi poteka prek embrionalne membrane, se začne pojavljati ob popolni redukciji jajčne lupine. Ta omogoča manjšanje jajc, saj ta ne predstavljajo več primarne zaloge hranil za razvijajoči se embrio (Pianka in Vitt, 2003). Evolucijsko najbolj napreden tip živorodnosti poznamo pri skinkih (družina Scincidae Gray 1825) rodu *Mabuya*, kjer samice producirajo najmanjša znana jajca med vsemi plazilci, saj le-ta v premeru merijo le kak milimeter. Pri tej vrsti dobi embrio več kot 99 % hranil neposredno od matere; takšen mehanizem je do neke mere že podoben sesalčki placenti (Blackburn in sod., 1984). Danes je živorodnost v taki ali drugačni obliki prisotna pri 20% vseh vrst kuščarjev in se pojavlja v vsaj 11 družinah (Blackburn, 1982).

Ultimativnih razlag za živorodnost pri plazilcih je več. Najbolj sprejeta je hipoteza hladnega podnebja (Tinkle in Gibbons, 1977, Shine, 1985). Ta trdi, da so imele samice, ki so bile zmožne zadržati in inkubirati jajca v jajcevodih, boljši reprodukcijski uspeh v nestabilnih klimatskih pogojih, saj so lahko s sončenjem pospešile razvoj embrijev in omogočile rojstvo mladičev bolj zgodaj v sezoni. Ti so uživali daljše obdobje za rast in nabiranje zalog, potrebnih za uspešno hibernacijo, kar je ključno za uspešno preživetje mladičev do naslednje sezone. Hkrati tak sistem reprodukcije omogoča zaščito jajc pred

predacijo, dehidracijo in drugimi neugodnimi razmerami. Vendar ima sistem tudi svoje slabosti. Živorodnost je za samico energetsko zahtevnejši proces. Zaradi daljše inkubacije jajc v oviduktih so samice običajno sposobne produkcije le enega legla letno, ob dolgih obdobjih brejosti pa se lahko pariyo celo vsako drugo leto ali še redkeje, medtem lahko jajcerodne vrste odlagajo jajca večkrat letno, pri nekaterih vrstah celo vsak mesec. V povoljnih razmerah to pomeni bistveno več potomcev. Med brejostjo sta zmanjšani tako mobilnost samice, zaradi česar je ta bolj izpostavljena plenjenju, kot tudi njena zmožnost prehranjevanja, saj jajca ali mladiči zasedejo večino telesne votline. Nekatere vrste se med brejostjo sploh ne prehranjujejo, kar je za samico dodaten energetski strošek, ki vpliva na njeno nadaljnjo plodnost. Zaradi naštetih dejavnikov je ovoviviparija najbolj razširjena in uspešna med montanskimi vrstami, vrstami hladnejših podnebij ter vrstami, ki živijo v suhih predelih, kot so puščave in polpuščave, saj je kompeticijski pritisk z oviparnimi vrstami tukaj zaradi neugodnih pogojev za inkubacijo jajc tukaj manjši (Shine, 2004).

3 MATERIAL IN METODE

3.1 LOKACIJE VZORČENJA

Vzorčenje je potekalo na petih mestih v Sloveniji (Preglednica 1), večinoma v severnem delu države, primerjalne morfometrične podatke za genetsko čisto živorodno podvrsto *Z. v. vivipara* pa smo pridobili tudi iz okolice Salzburga v Avstriji.

Tri mesta smo izbrali zaradi geografske lege in nadmorske višine, kjer smo glede na podatke iz Avstrije (Lindtke in sod., 2010) pričakovali možno pojavljanje živorodne podvrste *Z. v. vivipara*. Prva izbrana lokacija je bil Kobariški Stol, kjer je sočasno potekala raziskava kontaktne cone treh vrst gadov (Mebert in sod., 2015). Kobariški Stol je del gorskega grebena v Julijskih Alpah, ki se dviga nad dolinama Soče in Nadiže v smeri vzhod-zahod. Vzorčenje je potekalo na nekoliko nižji planini Božca s 1250 m nadmorske višine, ki se nahaja na severni strani grebena. Gre za opuščeno pašno površino, ki se je deloma že zarasla z grmičevjem, obdaja pa jo bukov gozd, ki uspeva na severnem pobočju grebena.

Druga izbrana lokacija je bila Pokljuka, visoka kraška planota, na severu in severozahodu obdana z višjimi vrhovi, ki je zanimiva predvsem zaradi reliktnega značaja visokih barij in mrazišč. Vzorčili smo na robovih večjega barja Šijec z nadmorsko višino 1194 m, kjer smrekov gozd prehaja v ruševje in visoko barje. Tretja lokacija je bilo Pohorje, ki je hkrati najvzhodnejše pogorje v Sloveniji z nadmorsko višino nad 1300 m. Masiv je večinoma prerasel s smrekovim gozdom z nekaj gorskimi travniki in barji, turistično poznana pa so tudi Lovrenška jezera, v bližini katerih je potekalo vzorčenje na travniku z nadmorsko višino 1478 m.

Da bi pridobili tudi morfometrične podatke jajcerodne podvrste *Z. v. carniolica*, smo vzorčili tudi na Zelencih in v Dragi pri Igu, od koder so podatki za to podvrsto že znani (Surget-Groba in sod., 2002). Zelenci so turistično urejen izvir Save Dolinke v bližini Kranjske Gore na nadmorski višini 845 m. Jezero obdajajo močvirja. S turizmom se je izboljšal habitat za plazilce, saj dvignjene lesene poti nudijo odlična mesta za sončenje. Ribniki ob Dragi pri Igu so kot zadnje vzorčno mesto zanimivi predvsem zaradi nadmorske višine, ki je s 314 m nadmorske višine poleg ljubljanskega barja ena najnižjih znanih lokacij v Sloveniji, kjer se pojavlja živorodna kuščarica.

Preglednica 1: Pregled lokacij vzorčenja.

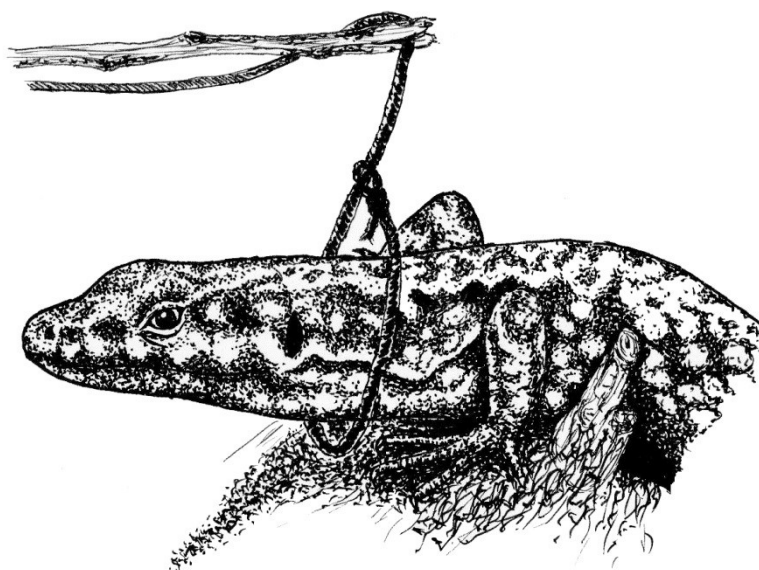
Lokaliteta	Datum vzorčenja	GPS koordinate	Nadmorska višina	Št. ujetih osebkov
Zelenci	13.6.2014	GKY:403456 GKX:150603	845 m	6
Kobariški Stol	15.6.2014 28.6.2014	GKY:382316 GKX:127650	1250 m	7
Pokljuka	2.7.2015 17.7.2016 11.6.2017	GKY:423045 GKX:132914	1194 m	16
Draga pri Igu	4.7.2016 13.6.2017	GKY:465381 GKX:88292	314 m	7
Pohorje	11.6.2017 6.7.2017	GKY:523969 GKX:149558	1478 m	7
Salzburg	28.6.2017	GKY:5348077 GKX:5325556	530 m	12

3.2 TERENSKO DELO

Živali smo lovili junija in julija, ko v naravi pri samicah obeh podvrst poteka obdobje brejosti in odlaganja jajc. Pridobivanje podatkov je potekalo med leti 2014 in 2017. Kuščarice smo na terenu lovili na dva načina, z roko ali zanko (Slika 1). Lovljenje z roko je preprosta, a pogosto neučinkovita metoda, saj se kuščarice velikokrat nahajajo na težko dostopnih mestih ali v gosti vegetaciji, ob nevarnosti pa bežijo v prvo skrivališče, ki ga imajo na voljo. Ob lovu z roko kuščarico hitro, a pazljivo prekrijemo z dlanjo in ji onemogočimo pobeg, pri tem pa je treba paziti, da se ne dotikamo repa, saj ga lahko odvrže. Sam proces avtotomije repa je zavesten in za žival nenevaren, vendar povsem nepotreben. Druga, pogostejša in bolj uspešna uporabljena metoda je bila lovljenje z zanko. Za izdelavo zanke uporabimo šiviljsko nit, zobno nitko ali najlonsko vrvico, pomembno je, da je vrvica dovolj rigidna, da ohrani obliko ter dovolj prožna, da se zanka ob potegu zategne. Zanko nato pritrdimo na konec palice, posušenega rastlinskega stebra ali kakega drugega dolgega in tankega kosa rastlinskega materiala. Zanko nato previdno natakujemo kuščarici na vrat in jo z dvigom ali potegom zategnemo, ter živali onemogočimo pobeg. Velikokrat kuščarice zanka zelo zanima, občasno jo tudi grizejo ali poskušajo celo pojesti, kar otežuje ulov (povzeto po Bennet, 1999).

Ujete osebkke smo na terenu izmerili s kljunastim merilom in tehtali z gramsko tehtnico na vzmet in fotodokumentirali. Pri osebkkih smo opravili standardne morfometrične meritve, torej smo izmerili dolžino telesa, dolžino in širino glave, dolžino repa ter težo živali

(Bennet, 1999). Dodatno smo izmerili še širino okolčja, saj bi bila lahko ta različna med živorodnimi in jajcerodnimi populacijami. Nekatere gravidne samice smo vzeli iz narave za nadaljnje raziskave v skladu z pogoji dovoljenja za lov, vznemirjanje in začasen odvzem iz narave osebkov zavarovanih prostoživečih živalskih vrst, št. 35601-58/20017-4, ki ga je izdala Agencija republike Slovenije za okolje.



Slika 1: Lovljenje kuščarice z zanko.

3.3 GOJENJE V UJETNIŠTVU

V ujetništvu smo obdržali 10 samic do izleganja jajc oz. kotenja mladičev, nato pa smo jih vrnili v naravo. Gojitvene metode smo povzeli po Lindtke in sod. (2010). Samice smo nastanili v ločene plastične škatle dimenzij 18 x 16 x 9,5 cm s 15 W grelnim kablom kot virom toplote. Osebkke smo primerno označili, t.j. mesto in datum ulova. Za podlago smo uporabili navadno zemljo za sajenje lončnic, dodali smo tudi nekaj mahu za vlago ter posodo z vodo. Stanje ujetih osebkov smo pregledovali dnevno. Hranili smo jih vsak dan z žuželkami, predvsem kobilicami, ujetimi na travnikih. Količina hrane je znašala 1-5 enot plena, odvisno od velikosti in tipa ter fizičnega stanja samice. Prenos morebitnih patogenov smo preprečevali s čiščenjem posod in pripomočkov z vodikovim peroksidom ter izolacijo preučevanih osebkov. Vzorčenje je potekalo med obdobjem brejosti samic, torej junija, samice pa smo zadržali v ujetništvu do izleganja jajc, ki običajno poteka začetek julija. Inkubacija jajc je potekala v inkubatorju za jajca plazilcev na temperaturi 27-28°C. Za podlago v inkubatorju smo uporabili vermikulit. Izleglo oz. skotilo se je

skupno 74 mladičev, dve jajci pa nista bili oplojeni in sta med inkubacijo propadli. Mladiči so bili po izleganju nastanjeni enako kot samice, le da v škatlah niso bili posamično, ampak skupaj z mladiči iz istega legla. Hranili smo jih z vinskimi mušicami, gojenimi za podrevnice, in smo jih kar v najkrajšem možnem času izpustili v naravo na ustrezno lokacijo.

3.4 MORFOMETRIJA

Standarde za morfometrične podatke smo povzeli po Bennetu (1999). Vse dolžinske meritve smo opravili s kljunastim merilom. Merili smo naslednje lastnosti:

- Dolžina telesa (SVL): gre za dolžino živali od konice gobčka do kloake. Celotna telesna dolžina nebi bila informativna, saj imajo številni osebki rep v različnih stopnjah regeneracije in je posledično različno dolg.
- Dolžina pileusa (PL): dolžina skupka velikih lusk oz. ščitov, ki prekriva vrh glave kuščaric. Merjenje pileusa je bolj natančna metoda od merjenja dejanske velikosti glave, saj ima glava sama več mehkega in posledično stisljivega tkiva, torej bi bile meritve s kljunastim merilom manj natančne. Velikokrat je težko oceniti, do kod natančno glava pri kuščarici sega, saj predvsem pri bolj čokatih vrstah prehod med glavo in vratom ni jasno ločen. Samci imajo ponavadi večje in masivnejše glave kot samice, vendar pri merjenju pileusa te razlike niso tako očitne kot pri merjenju dejanske velikosti glave.
- Širina pileusa (PW): širina skupka velikih lusk na glavi.
- Dolžina repa (TL): dolžina preostanka telesa od kloake do konice repa. Ta meritev je najmanj informativna, saj tekom življenja številni osebki rep odvržejo. Ta se sicer sčasoma regenerira, a je tudi v regeneriranem stanju drugačen od prvotnega repa. Regenerirani rep je navadno krajši in drugačne barve od odvrženega repa.
- Teža (W): teža živega osebka, ki smo jo izmerili z gramsko tehtnico z vzmetjo. Teža variira glede na spol, starost in fizično stanje živali. Gravidne samice imajo mnogo večjo težo kot samice po odlaganju jajc.
- Širina okolčja (HW): širina okolčja na hrbtni strani živali nad zadnjimi nogami. Meritev smo dodali k standardnim meritvam, saj smo predvidevali razliko med širino okolčja živorodnih in jajcerodnih osebkov zaradi kotenja mladičev ali odlaganja jajc.

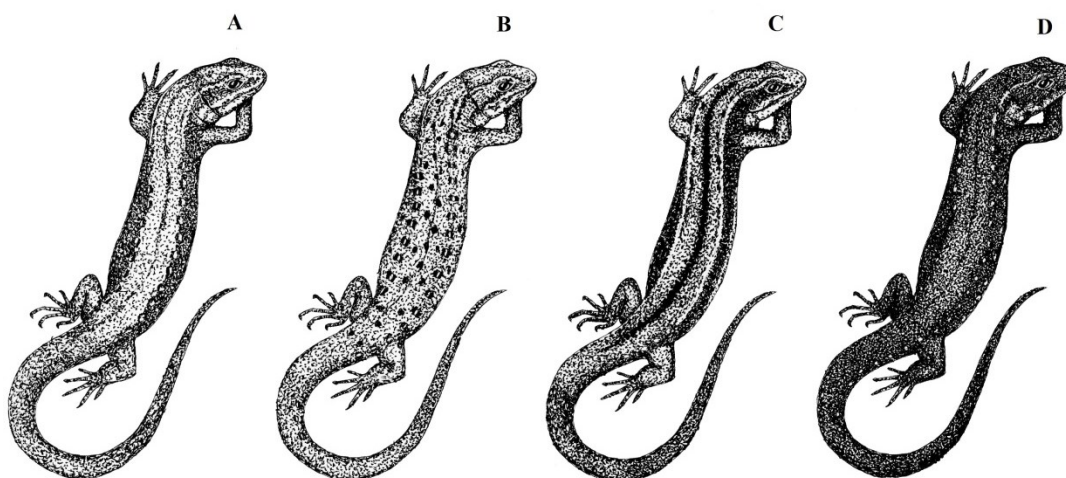
Podatke o meritvah smo zabeležili v preglednici (Preglednica 4). V nadaljnjem testiranju smo podatke različnih populacij razvrstili glede na podvrsto. Dolžina in širina pileusa ter širina okolčja so odvisne od telesne dolžine. Da bi odstranili učinek telesne velikosti, smo med posameznimi merami in telesno dolžino izračunali regresijo, iz katere smo izračunali rezidualne, t.j. vrednosti, neodvisne od telesne velikosti. Zaradi sorazmerno majhnega vzorca nobena od zgoraj naštetih mer niti njeni reziduali niso bili razporejeni normalno (Kolmogorov-Smirnov in Shapiro-Wilk testa). Nenormalna razporeditev je ostala tudi po

logaritmiranju, zato smo morebitne razlike med vrstami ugotavljali z neparametričnim testom Mann-Whitney.

Barvni vzorec osebkov smo analizirali bolj opisno. Živali smo razvrstili v štiri različne tipe vzorcev (Slika 2):

- Normalna (A): najpogostejša obarvanost, kjer imajo živali boke temneje obarvane od hrbta in glave. Oceli in pege so prisotni, prav tako sta lahko prisotni svetlejši prog, ki obrobljata boke na hrbtni strani. Proga po sredini hrbta je lahko nakazana, ne pa tudi zelo izrazita ali neprekinjena.
- Pegasta (B): osnovna obarvanost je enotna in brez temnih bokov. Pege in oceli so številni in nepravilno razporejeni, temnih ali svetlih prog ni.
- Progasta (C): proge so zelo izrazite, poleg temnih bokov, ki so izrazito temnejši od barve hrbta, je prisotna še neprekinjena temna proga, ki poteka po sredini hrbta. Ocelov in peg je zelo malo ali pa so popolnoma odsotni.
- Temna (D): osnovna barva je temno rjava, zato je temnejši vzorec neizrazit, izrazi pa so belo obarvani deli ocelov.

Vsaki podvrsti smo določili profil barvnih vzorcev, ter preverili, ali je kateri od barvnih vzorcev lasten le eni podvrsti.



Slika 2: Štirje glavni barvni tipi obarvanosti najdenih osebkov živorodne kuščarice: A) normalna, B) pegasta, C) progasta in D) temna obarvanost.

4 REZULTATI

Na terenu smo nabrali skupaj 57 osebkov, od tega je bilo 16 brejih samic. Iz narave smo odvzeli 10 brejih samic na štirih lokacijah (Preglednica 2), od enega do štiri osebkve na lokacijo. V ujetništvu so samice izlegle od 5- 13 jajc, ki so se močno razlikovala v strukturi in obarvanosti lupine (Slika 3).



Slika 3: Izležena jajca samic treh različnih lokalitet. Zgoraj levo so jajca z delno kalcificirano lupino samice iz Pokljuke, zgoraj desno mrtvorojeno leglo mladičev živorodne podvrste iz Pohorja, spodaj pa normalno kalcificirana jajca samice iz Drage pri Igu (Foto: T. Jagar, 2017).

Samice s Kobariškega Stola in iz Drage pri Igu so izlegle bela, močno kalcificirana jajca, samica s Pokljuke je imela lupino le delno kalcificirano, samice s Pohorja pa so skotile mladiče, ovite v tanko jajčno membrano. Struktura jajc samic iz Drage pri Igu in s Kobariškega Stola kaže na pripadnost kranjski podvrsti *Z. v. carniolica*, struktura ovoja pohorskih živali pa kaže na pripadnost nominotipski podvrsti *Z. v. vivipara*. Samica s Pokljuke je odložila jajca, ki po strukturi kažejo bodisi na hibridizacijo med obema podvrstama, bodisi na stres oz. presnovno neravnovesje samice med brejostjo (Mayer in sod., 2000).

Preglednica 2: Pregled iz narave odvzetih brejih samic in njihovih legel.

Lokaliteta	Velikost legla	Kalcificirana lupina	Trajanje inkubacije jajc v dnevih
Kobariški Stol	13	da	25
Kobariški Stol	10	da	27
Kobariški Stol	12	da	25
Pokljuka	5	delno	17
Draga pri Igu	5	da	19
Draga pri Igu	5	da	20
Pohorje	9	ne	/
Pohorje	6	ne	/
Pohorje	4	ne	/
Pohorje	5	ne	/

Obarvanost osebkov različnih populacij in podvrst se ni bistveno razlikovala. Pri vzorčenih populacijah podvrste *Z. v. carniolica* ni bilo progastega barvnega tipa (Preglednica 3). Normalna obarvanost (tip A), torej izrazito temnejši boki in svetlejši hrbet brez sredinske proge sta bila prisotna pri vseh populacijah, vendar se ta pojavlja redkeje pri populacijah Kobariškega Stola in Pokljuke. Tam prevladuje pegasti barvni tip (tip B), kjer barva bokov ne odstopa izrazito od barve hrbtna, prisotne pa so številne pege in oceli, ki pa ne tvorijo prog. Pegasti tip ni bil opažen pri osebkih populacij Drage pri Igu, Zelencev in Pohorja. Pri vzorčnih populacijah s Pohorja in okolice Salzburga je bil prisoten tudi progasti tip obarvanosti (tip C) z izrazito temnimi boki ter močno, neprekinjeno progo na sredini hrbtna. Populacije Drage pri Igu in Zelencev so imele precejšnje število temno obarvanih osebkov (tip D), ki so bili opaženi tudi med vzorčeno populacijo iz okolice Salzburga. Ta je bil prisoten izključno pri samicah, kot že navajajo viri (Arribas, 2009, Schreiber, 1912). Obarvanost trebuha je bila pri vseh samicah jajcerodnih populacij svetla, tovrstna obarvanost trebuha je značilna tudi za iberško podvrsto *Z. v. louislantzi* (Arribas, 2009), medtem ko pojav oranžne ali rumene obarvanosti trebuha ni bil opažen.

Preglednica 3: Število osebkov po barvnih tipih.

Lokaliteta	Tip A	Tip B	Tip C	Tip D
Zelenci	4	0	0	2
Kobariški Stol	2	5	0	0
Pokljuka	6	10	0	0
Draga pri Igu	4	0	0	2
Pohorje	3	0	4	0
Salzburg	8	2	1	1

Preglednica 4: Podatki o izmerjenih osebkih izbranih lokacij. Z zvezdico so označene samice, katerih teža je večja od pričakovane zaradi brejosti.

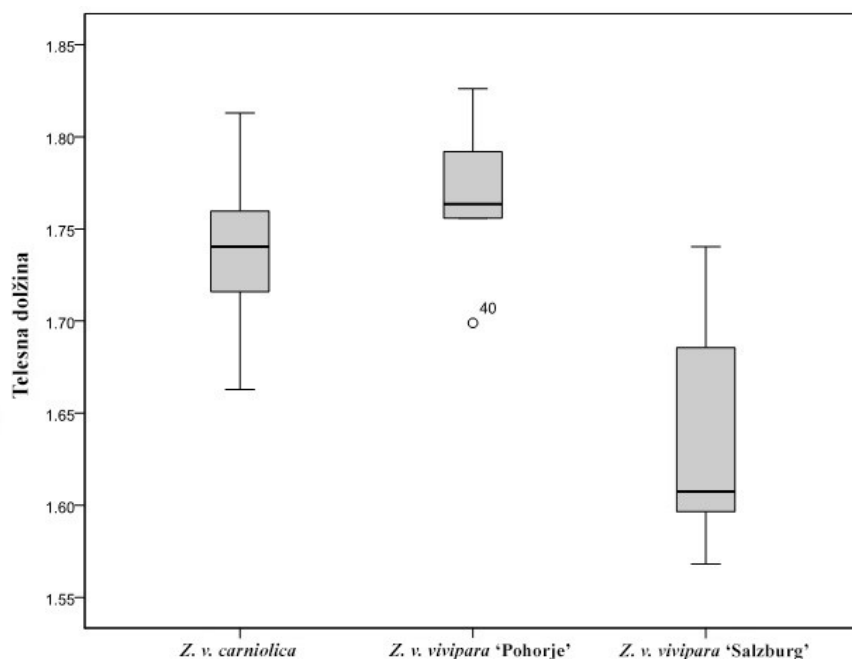
Lokacija	Spol	W (g)	SVL (mm)	TL (mm)	PW (mm)	PL (mm)	HW (mm)
Zelenci	F	7 *	53	60	4	8,5	4
Zelenci	F	5*	53	55	4,5	8,5	4
Zelenci	M	4,5	55	regeneriran	7	12	6
Zelenci	M	4,5	54	regeneriran	7	12	6
Zelenci	F	6*	52	106	4,5	8	4,5
Zelenci	M	4,5	54	regeneriran	6,5	11	5,5
Stol	M	5	51	110	5	9	7
Stol	F	8*	65	108	7	12	7
Stol	F	6*	59	regeneriran	6	9	7
Stol	F	7*	57	regeneriran	7	11	7
Stol	F	7*	62	102	6	10	7
Stol	M	5,5	54	regeneriran	6,5	10,5	6,5
Stol	F	7,5*	64	regeneriran	6,5	11	7
Pokljuka	F	3,5	57	62	6	10,5	6
Pokljuka	F	3,5	55	regeneriran	6	10	6
Pokljuka	M	4	50	88	6,5	10	6
Pokljuka	F	3	49	77	6	10	6
Pokljuka	F	3,2	55	regeneriran	6,5	11	6
Pokljuka	F	3,8	56	regeneriran	6	11	5,5
Pokljuka	F	3,5	55	regeneriran	6	11	6
Pokljuka	F	4	61	75	7	12	6,5
Pokljuka	M	5	56	112	7	12,5	6
Pokljuka	M	4,5	57	101	7,5	12,5	6
Pokljuka	M	4,5	52	regeneriran	6,5	11	5,5
Pokljuka	F	4,5	59	regeneriran	6,5	11,5	6
Pokljuka	F	4	58	regeneriran	6	11	6
Pokljuka	M	5	55	regeneriran	7	12,5	6
Pokljuka	F	3,5	59	regeneriran	6	11	6
Pokljuka	F	4	53	regeneriran	6	11,2	6
Ig	M	5,5	46	regeneriran	6	11	5,5
Ig	M	5	58	regeneriran	7	13	6
Ig	M	4,5	52	108	6	11	5,5
Ig	F	5*	52	regeneriran	6	10,2	5,2
Ig	F	5*	49	regeneriran	6	10,8	5,5
Ig	F	4,5	51	regeneriran	6	10,5	6
Ig	M	4	47	regeneriran	5,5	10	5,2

Nadaljevanje preglednice na naslednji strani.

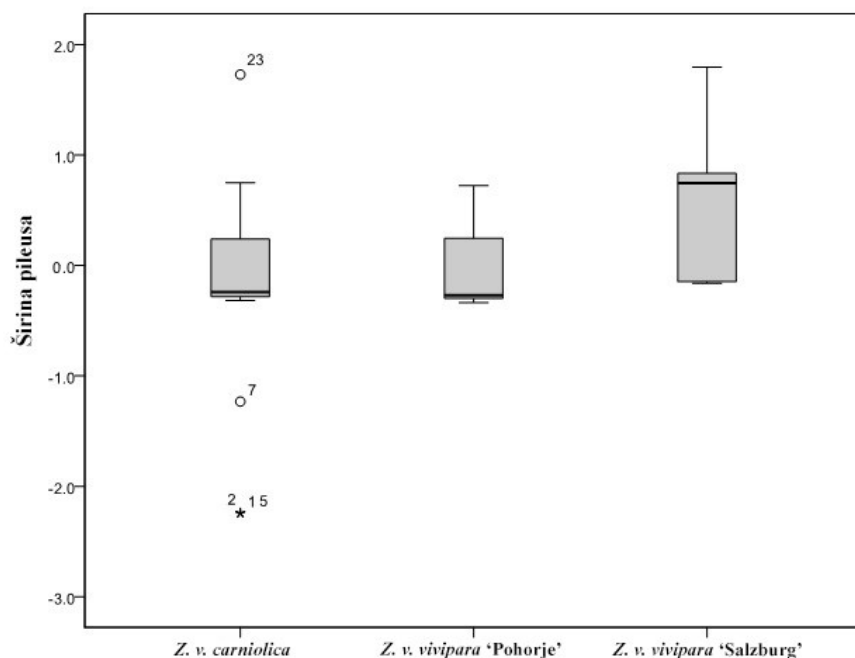
Nadaljevanje preglednice 4: Podatki o izmerjenih osebkih izbranih lokacij. Z zvezdico so označene samice, katerih teža je večja od pričakovane zaradi brejosti.

Pohorje	F	10*	67	regeneriran	6,5	11	5,2
Pohorje	F	4,5	57	regeneriran	6	10,5	5,5
Pohorje	M	5	59,2	regeneriran	7	12,2	5,5
Pohorje	F	3,5	50,2	regeneriran	5,8	9,8	5,5
Pohorje	M	4,5	58,5	regeneriran	6,8	11,8	5,3
Pohorje	F	8,8*	64,6	regeneriran	6,2	10,4	5,5
Pohorje	F	6*	57,2	72	6	10	5,2
Salzburg	M	2,2	41	/	6,7	9,1	4,7
Salzburg	F*	5,2	55	/	6,7	10,8	6,7
Salzburg	M	1,9	37	/	6,4	8,3	4,4
Salzburg	F*	5,1	54	/	6,8	10,2	5,8
Salzburg	M	2,1	40	/	6,5	8,6	4,7
Salzburg	M	1,8	37	/	5,9	8,5	4,7
Salzburg	M	2,8	47	regeneriran	7,6	10,6	5,8
Salzburg	F*	3,9	50	/	6,7	9,2	5,5
Salzburg	M	2,1	40	/	6,7	8,7	4,3
Salzburg	M	2,3	41	/	6,8	10	5
Salzburg	M	2,2	39	/	6,3	8,8	4,6
Salzburg	M	2,4	40	regeneriran	6,4	8,8	5,1

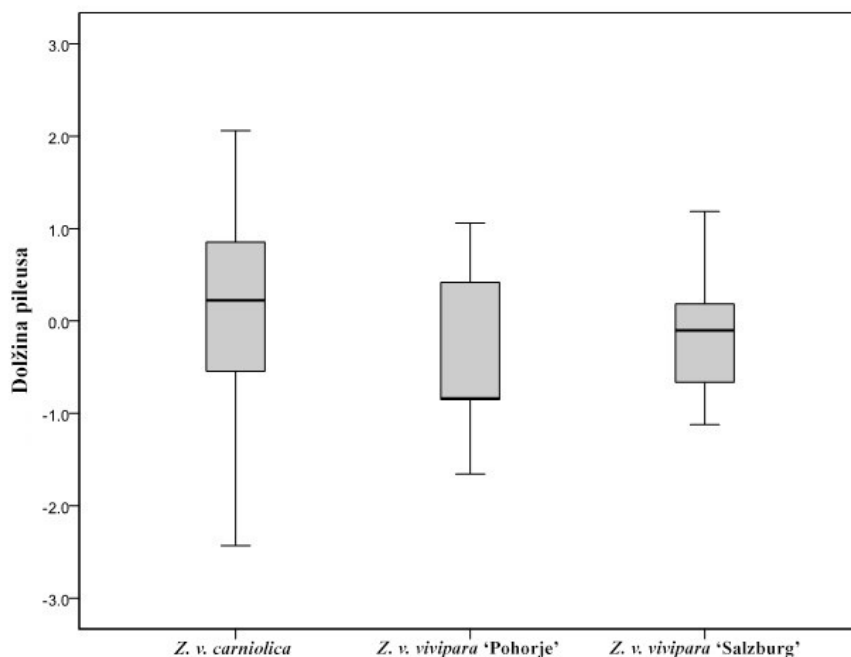
Rezultati morfometričnih meritev na terenu so podani v preglednici 4. Populacije se razlikujejo v telesni dolžini (Kruskal-Wallis test, $p < 0.0001$). Velikost podvrste *Z. v. vivipara* močno niha glede na geografski izvor živali, saj pohorski osebki vključujejo nekatere med največjimi izmerjenimi osebki, med tem ko so salzburški osebki vsi majhni. Nasprotno so razlike v velikosti osebkov različnih populacij podvrste *Z. v. carniolica* zanemarljive. Telesna dolžina osebkov podvrste *Z. v. carniolica* je v povprečju večja od telesne dolžine nominotipske podvrste iz salzburške lokalitete (Mann-Whinteny test, $Z = -3,35$, $p < 0.0001$), a manjša od pohorske lokalitete z nominotipsko podvrsto (Mann-Whinteny test, $Z = -1,93$, $p = 0.05$) (Slika 4). Podobno se populacije razlikujejo v širini pileusa (Kruskal-Wallis test, $p < 0.0001$). Salzburški osebki podvrste *Z. v. vivipara* nekoliko širši pileus kot pohorski osebki (Mann-Whinteny test, $Z = -2.7$, $p = 0.007$) ter osebki podvrste *Z. v. carniolica* (Mann-Whinteny test, $Z = -3.87$, $p < 0.0001$); osebki kranjske podvrste in pohorski osebki pa se med seboj ne razlikujejo (Mann-Whinteny test, $Z = -0.53$, $p = 0.6$) (Slika 5). V dolžini pileusa ni statistično pomembnih razlik (Kruskal-Wallis test, $p = 0.347$) (Slika 6). Predvidevali smo, da bo imela podvrsta *Z. v. carniolica* zaradi izleganja trših kalcificiranih jajc nekoliko širše okolčje, vendar naši podatki o širini okolčja niso pokazali statistično pomembnih razlik med podvrstama (Kruskal-Wallis test, $p = 0.06$) (Slika 7).



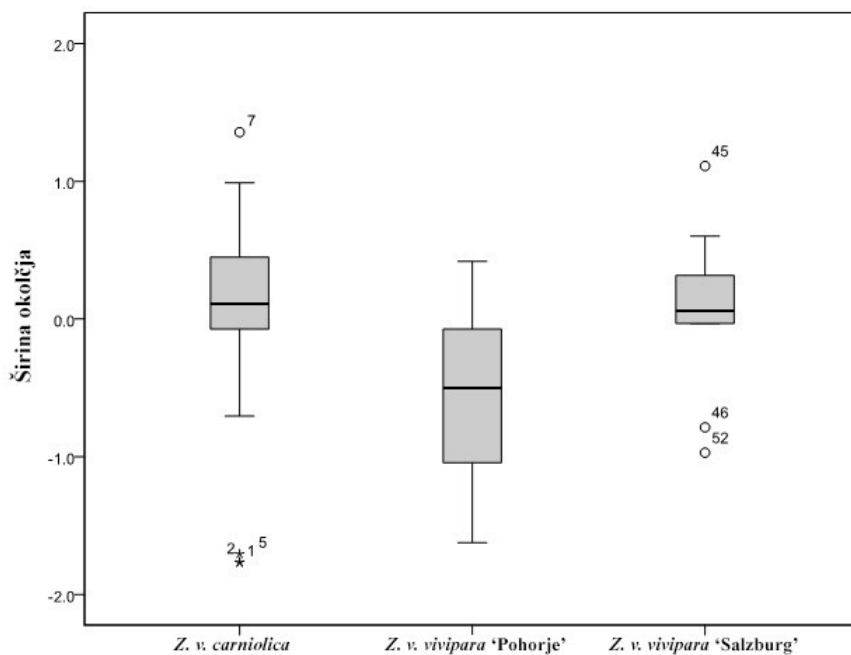
Slika 4: Telesna dolžina izmerjenih osebkov. Medtem, ko je odstopanje v velikosti med osebki pohorske lokalitete in izmerjenimi osebki kranjske podvrste sorazmerno majhno (Mann-Whitney test: $Z = -1,93$, $p = 0,05$), so osebki salzburške lokalitete občutno manjši od obojih (Mann-Whitney test: $Z = -4,17$; $p < 0,001$ in $Z = -3,35$, $p < 0,0001$).



Slika 5: Širina pileusa izmerjenih osebkov, korigirana s telesno dolžino. Osebki, pripadajoči salzburški lokaliteti imajo nekoliko večji pileus (Mann-Whitney test: $Z = -3,87$; $p < 0,0001$ in $Z = -2,7$; $p = 0,007$), medtem ko se dolžina pileusa osebkov kranjske podvrste in osebkov pohorske lokalitete ne razlikuje (Mann-Whitney test: $Z = -0,53$; $p = 0,6$).



Slika 6: Dolžina pileusa izmerjenih osebkov, korigirana s telesno dolžino. Dolžine pileusa so pri vseh treh vzorcih enake (Kruskal-Wallis test: $P = 0,347$).



Slika 7: Širina okolčja izmerjenih osebkov, korigirana s telesno dolžino. Razlike v izmerjeni širini okolčij med tremi vzorci so zanemarljive (Kruskal-Wallis test: $P = 0,06$).

5 RAZPRAVA

V raziskavi v okviru te magistrske naloge smo prvič potrdili prisotnost nominotipske podvrste živorodne kuščarice *Z. v. vivipara* v Sloveniji. Jajcerodna podvrsta *Z. v. carniolica* je bila v preteklosti na območju Slovenije najdena v okviru več raziskav (Mayer in sod., 2000, Heulin in sod., 2002); obe raziskavi sta se osredotočili na izbrane znane lokacije pojavljanja te vrste po vsej Sloveniji, vendar so bile vse na nižjih nadmorskih višinah. Nominotipske podvrste med raziskavami niso našli, zato je veljalo, da je v Sloveniji prisotna le jajcerodna podvrsta; meja med podvrstama pa naj bi potekala severneje v Avstriji. Kontaktno cono med podvrstama so prvič zaznali in raziskali v avstrijskem delu Karavank, na višini med 1300-1400 m n.m. (Lindtke in sod., 2010). Raziskava je pokazala, da je nominotipska podvrsta *Z. v. vivipara* prisotna na višjih nadmorskih višinah od kranjske podvrste *Z. v. carniolica*. V Sloveniji so v preteklosti najvišje vzorčili na pobočju Mangarta, na 1200 m n.v., kjer so zabeležili *Z. v. carniolica* (Heulin in sod., 2002). To je najverjetnejši razlog, da je ostala nominotipska podvrsta do danes spregledana. Vzorčili so tudi na Pohorju na nadmorski višini približno 1100 m (Heulin in sod., 2002), kjer so prav tako zabeležili le podvrsto *Z. v. carniolica*.

V naši raziskavi se je izkazalo, da nominotipska podvrsta živi precej višje, na skoraj 1500 m n.v.. To smo potrdili s štirimi ujetimi samicami brez znakov značilnih za križance. Iz teh podatkov lahko sklepamo, da Pohorje predstavlja še eno naravno kontaktno cono med jajcerodno in živorodno populacijo, kjer podvrsti prihajata v stik in kjer smemo pričakovati hibridizacijo med njima. Takšno intermediarno cono lahko najverjetneje pričakujemo na podobni nadmorski višini kot v kontaktni coni v avstrijskih Karavankah, to je med 1300-1400 m n. v. Podatkov o razširjenosti živorodne kuščarice v Sloveniji nad 1400 m n.v. je malo, vzorčenje kuščaric v gorskih habitatih na višjih nadmorskih višinah pa se je izkazalo za precej težavno. Zaradi pogosto težko dostopnega terena ter spremenljivega in nepredvidljivega vremena, ki otežuje iskanje kuščaric ter specifike njihovega habitata imamo le nekaj podatkov iz Julijskih Alp, Pohorja in Snežnika (Krofel in sod., neobjavljeni podatki). Predvidevamo, da je nominotipska podvrsta fragmentirano prisotna po severni Sloveniji, vendar je omejena na višje nadmorske višine. Nasprotno je v nižinah prisotna verjetno kranjska podvrsta. Nominotipska podvrsta je zaradi načina reprodukcije tudi bolj prilagojena na življenje v hladnejših predelih, saj ji ovoviviparija omogoča inkubacijo jajc pod nadzorovanimi pogoji (Shine, 1985). Ovoviviparija je v krajih s spremenljivimi razmerami, kot so gore in hribovja, uspešnejši način reprodukcije kot oviparija, vendar je zaradi globalnega segrevanja možna širitev jajcerodnih taksonov na območja, kjer v preteklosti niso živeli (Janzen, 1994).

Nepotrjeni podatki navajajo živorodne kuščarice tudi iz Prekmurja, vendar jih z novimi popisi plazilcev niso potrdili (Krofel in sod., neobjavljeni podatki). Lahko bi šlo za

posamezne osebkke, prinešene od drugod z železnico ali transportom gradbenega materiala, v kolikor pa bi bila njena prisotnost na omenjenem območju naravna, bi pričakovali nominotipsko podvrsto, ki je razširjena tudi v nižinskem delu južne in osrednje Madžarske (Gasc in sod., 1997).

Živali preostalih dveh vzorčnih mest z višjo nadmorsko višino so se izkazale za oviparne. Samice, prinešene iz Kobariškega Stola so imele za vrsto zelo velika legla, posebno, ker niso bile med največjimi izmerjenimi samicami. Večje samice imajo v ustreznih pogojih in ob dobri telesni kondiciji večja legla od manjših samic (Arribas, 2009). Samica, prinešena iz Pokljuke, je izlegla pet manj kalcificiranih jajc, anomalija pa je verjetno povezana s morebitnim slabšim fizičnim stanjem samice med obdobjem brejosti. Samo obdobje inkubacije vseh jajc je bilo mnogo nižje od pričakovanega, saj je trajalo le 17-27 dni, kar je sicer značilno za jajca hibridov (Lindtke in sod., 2010), vendar je bila sama temperatura inkubacije višja od inkubacijskih temperatur, na katerih so se valila jajca drugih raziskav. Ta je znašala 22-24°C, inkubacija pa je trajala 25-30 dni pri osebkih podvrste *Z. v. carniolica* (Lindtke in sod., 2010). V naši raziskavi je inkubacija potekala na 26-28°C, kar je običajna temperatura za inkubacijo evropskih vrst plazilcev v teraristiki. Izleglo se je 48 od 50 jajc, dve jajci sta med inkubacijo propadli, ena izmed samic Pohorske lokalitete pa je izlegla leglo mrtvih mladičev, ki so bili slabše razviti od skotenih živih mladičev iste podvrste, saj so imeli ukrivljene hrbtenice in okončine.

Pregled morfometričnih znakov je pokazal, da je medpopulacijska variabilnost večja kot variabilnost med podvrstama. Medtem ko so bile morfometrične razlike med različnimi populacijami *Z. v. carniolica* zanemarljive, so bile razlike med vzorčnima populacijama *Z. v. vivipara* precejšnje, saj so bili osebki iz Pohorja največji od izmerjenih, osebki iz okolice Salzburga pa najmanjši. Razlike, ki smo jih našli, se nanašajo na posazmene populacije, ne pa na podvrste. Obe nominotipski populaciji se med seboj pomembno razlikujeta tako v velikosti telesa kot v širini pileusa. Četudi se populaciji teh znakov razlikujeta tudi od kranjske podvrste, te razlike nimajo praktične vrednosti za identifikacijo podvrst. Obarvanost med podvrstama se je razlikovala le malo in je bolj značilna za posamezne populacije kot eno ali drugo podvrsto. Pri podvrsti *Z. v. vivipara* so bili prisotni vsi štirje barvni tipi, pri *Z. v. carniolica* pa je manjkal progasti tip obarvanosti, pegasti pa je bil precej pogostejši, kot pri nominotipski podvrsti. Temna obarvanost je bila prisotna pri obeh podvrstah, vendar le pri osebkih, vzorčenih na zaraščenih močvirnih habitatih, torej na vzorčnih mestih Zelenci, Draga pri Igu ter okolici Salzburga. Ta obarvanost morda pripomore k boljši termoregulaciji ali kamuflaži med gostim rastlinjem. Obarvanost trebuha vseh samic podvrste *Z. v. carniolica* je bila svetla, ta obarvanost je značilna tudi za jajcerodno podvrsto *Z. v. louisiantzi* iz Iberskega polotoka (Arribas, 2009). Svetla je bila tudi obarvanost trebuha nekaterih samic iz območja Pohorja, medtem ko so imele samice iz okolice Salzburga trebuh obarvane rumeno ali oranžno. To je tudi edini delno uporaben

znak za razlikovanje podvrst na terenu, saj bi samica z rumenim ali oranžnim trebuhom pripadala podvrsti *Z. v. vivipara*, medtem ko se samice s svetlim trebuhom glede na zunanje morfološke znake ne bi dalo določiti do podvrste na terenu.

Podvrsti sicer trenutno nista resno ogroženi, ogrožene so le posamezne populacije *Z. v. carniolica*, živeče v severni Italiji (Ghielmi in sod., 2001), vendar dolgoročni vplivi globalnega segrevanja, izgube habitata in ostalih sprememb, ki jih s svojim delovanjem povzroča človek, niso predvidljivi. Trenutne raziskave sicer kažejo, da globalno segrevanje na živorodno kuščarico kot vrsto vpliva pozitivno, saj imajo enoletni mladiči večji prirast, s tem pa boljše možnosti za preživetje zime, samice pa so postale večje in imajo posledično večja legla kot v preteklosti (Chamaille-James in sod., 2005). Kljub trenutnemu pozitivnemu učinku pa lahko zaradi hitrega naraščanja gostote populacij in spremembe razmer v okolju pride do populacijskega kolapsa (Chamaille-James in sod., 2005). Možno je, da bo podvrsta *Z. v. carniolica* (Cornetti in sod., 2015) v prihodnosti obravnavana kot samostojna vrsta. Vprašanje razlike med podvrstama bo tako postalo vprašanje razlike med vrstama, za njuno dolgoročno ohranjanje pa bo potrebno boljše razumevanje razširjenosti in habitatnih specifikacij obeh podvrst oz. živorodne kuščarice kot vrste.

6 SKLEPI

Raziskave so potrdile prisotnost jajcerodne podvrste živorodne kuščarice *Zootoca vivipara carniolica* po vsej Sloveniji z izjemo Prekmurja in Primorske. Pretekle raziskave niso bile sistematične in kot take omejene zgolj na nižje nadmorske višine. V tej raziskavi smo potrdili prisotnost živorodne podvrsta *Zootoca vivipara vivipara* na območju Pohorja, v bližini že raziskane nižje ležeče lokacije, kjer živi *Z. v. carniolica*. Na Pohorju tako najverjetneje poteka kontaktna cona med podvrstama med 1100 in 1400 m n.v.

Na ostalih vzorčnih mestih smo našli le jajcerodne samice, vendar možnosti za obstoj večih kontaktnih con ne moremo izključiti. Te bi pričakovali predvsem v severni Sloveniji v Karavankah in Kamniško-Savinjskih Alpah na 1300 m n.v ali več, medtem ko pojavljanje živorodne podvrste na območju osrednje in južne Slovenije zaradi oddaljenosti od trenutno znane meje razširjenosti podvrste ni verjetno. Živorodno podvrsto bi zaradi bližine živorodnih populacij na Madžarskem pričakovali v Prekmurju, v kolikor se vrsta tam naravno pojavlja.

Podvrsti lahko na terenu z delno zanesljivostjo ločimo le po obarvanosti trebuha. Ta je pri populacijah obeh jajcerodnih podvrst vedno svetla, medtem ko je pri nominotipski podvrsti lahko obarvana rumeno ali oranžno. Samica z rumenim ali oranžnim trebuhom torej pomeni podvrsto *Z. v. vivipara*, samic s svetlim trebuhom pa ne moremo uvrstiti, saj se ta obarvanost pojavlja pri obeh podvrstah.

7 POVZETEK

V Sloveniji se pojavljata dve podvrsti živorodne kuščarice, jajcerodna *Zootoca vivipara carniolica* ter živorodna *Zootoca vivipara vivipara*. Razširjenost obeh podvrst je še vedno slabo raziskana, vendar je *Z. v. carniolica* pogostejša, *Z. v. vivipara* pa se najverjetneje pojavlja le ponekod v višjih nadmorskih višinah v severni Sloveniji.

Na vzorčnih lokacijah Pokljuka, Kobariškega Stola, Zelenci in Draga pri Igu smo našli jajcerodne samice, jajca samice iz Pokljuke pa kažejo na morebitni značaj križanca, saj so imela manj kalcificirano lupino v primerjavi z jajci samic ostalih lokalitet, nekoliko nižji pa je bil tudi inkubacijski čas jajc. Ta je na splošno odstopal od pričakovanega zaradi višjih inkubacijskih temperatur.

Morfometrične razlike so se izkazale za večje med posameznimi populacijami kot pa med podvrstama, zato niso zadosten temelj za razlikovanje podvrst na terenu. Edini zanesljiv način za identifikacijo podvrst je še vedno odvzem brejih samic iz narave ter pregled jajčnih lupin z elektronskim mikroskopom, kjer se razločijo lupine čiste jajcerodne podvrste od lupin hibridov. Delno zanesljiva metoda, ki pa je uporabna tudi na terenu, je opazovanje obarvanosti trebuha pri samicah.

8 VIRI

- Arnold, E. N. 2002. A Field Guide to the Reptiles and Amphibians of Britain and Europe. London, Harper Collins Publishers: 272 str.
- Arnold, E.N., Arribas, O., Carranza, S. 2007. Systematics of the Palaeartic and Oriental lizard tribe Lacertini (Squamata: Lacertidae: Lacertinae), with descriptions of eight new genera. *Zootaxa*, 1430: 1–86
- Arribas, O.J. 2009. Morphological variability of the Cantabro-Pyrenean populations of *Zootoca vivipara* (Jacquin, 1787) with description of a new subspecies. *Herpetozoa*, 21 3/4: 123-146
- Avery, R.A. 1966. Food and feeding habits of the Common Lizard (*Lacerta vivipara*) in the west of England. *Journal of Zoology*, 149: 115-121
- Bauwens, D. 1981. Survivorship hibernation in the European common lizard (*Lacerta vivipara*). *Copeia*, 3: 741-744
- Bennet, D. 1999. Expedition field techniques: Reptiles and amphibians. London, Geography Outdoors: 95 str.
- Blackburn, D.G. 1985. Evolutionary origins of viviparity in Reptilia. II. Serpentes, Amphisbaena, and Ichtyosauria. *Amphibia-Reptilia*, 3: 185-205
- Blackburn, D.G., Vitt, L.J., Beauchat, C.A. 1984. Eutherian-like reproductive specializations in a viviparous reptile. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 81:4860-4863
- Blackburn, D. G. 2005. Amniote perspectives on the evolutionary origins of viviparity and placentation. pp. 301-322 in Grier, H. J., Uribe, M.C.: *Viviparous fishes*. Homestead, Florida, New Life Publications: 505 str.
- Böhme, W., Heulin, E., Bischoff, W. 1999. First data on a second oviparous population of the viviparous lizard *Zootoca vivipara* Jacquin, 1787 (Squamata:Lacertidae) from NW Slovenia. Abstracts of the 10th Ordinary General Meeting of SEH, Irakleio, Grčija: 34-35

- Chamaille-James, S., Massot, M., Aragon, P., Clobert, J. 2005. Global warming and positive fitness response in mountain populations of common lizard *Lacerta vivipara*. *Global Change Biology*, 11: 1-11
- Cornetti, L., Belluardo, F., Ghielmi, S., Giovine, G., Ficetola, G.F., Bertorelle, G., Vernesi, C., Hauffe, H. 2015. Reproductive isolation between oviparous and viviparous lineages of the Eurasian common lizard *Zootoca vivipara* in a contact zone. *Biological journal of the Linnean Society*, 114: 566-573
- Darevsky, I.S. 1958. Natural parthenogenesis in certain subspecies of rock lizard *Lacerta saxicola* Eversmann. *Doklady Akademi Nauk SSR, Biological Science Section*, 122: 877-879
- Dely, O.G. 1981. Über die morphologische Variation der Zentral-Osteuropäischen Bergeidechse (*Lacerta vivipara* Jacquin). *Vertebrata Hungarica*, 20: 5-54
- Gasc, J.P., Cabela, A., Crnobrnja-Isailović, J., Dolmen, D., Grossenbacher, K., Haffner, P., Lescure, J., Martens, H., Martinez-Rica, J.P., Maurin, H., Oliverra, M.E., Sofianidou, T.S., Veith, M., Zuiderwijk, A. 1997. Atlas of Amphibians and Reptiles in Europe. Paris, Societas Europaea Herpetologica und Museum National d'Historie Naturelle (IEGB/SPN). *Amphibia-Reptilia*, 35: 1-31
- Ghielmi, S., Bernasconi, R., Vigano, A. 2001. Prime osservazioni sulla modalita di riproduzione ovipara di *Zootoca vivipara* Jacquin, 1787, in Italia (Squamata, Lacertidae). In: Barbieri, F. in sod., Atti 3o Congresso Nazionale S.H.I., Pavia, 14-16 september 2000. *Pianura*, 13: 321-324
- Guillaume, C.P., Heulin, B., Arrayago, M.J., Bea, A., Braña, F. 2000. Refuge areas and suture zones in the Pyrenean and Cantabrian regions: geographic variation of the female MPI sex-linked alleles among oviparous populations of the lizard *Lacerta vivipara*. *Ecography*, 23, 3-11
- Gvoždík, L. 1999. Colour polymorphism in a population of the common lizard, *Zootoca vivipara* (Squamata: Lacertidae). *Folia Zoologica*, 48(2): 131-136
- Heulin, B., Arrayago, M.J., Bea, A., Braña, F. 1992. Caractéristiques de la coquille des oeufs chez la souche hybride (ovipare × vivipare) du lézard *Lacerta vivipara*. *Canadian Journal of Zoology*, 70: 2242-2246

- Heulin, B., Guillaume, C.P., Vogrin, N., Surget-Groba, Y., Tadić, Z. 2000. Further evidence of the existence of oviparous populations of *Lacerta (Zootoca) vivipara* in the NW of the Balkan Peninsula. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences – Series III – Sciences de la Vie*, 323: 461–468
- Heulin, B., Ghielmi, S., Vogrin, N., Surget-Groba, Y., Guillaume, C.P. 2002. Variation in eggshell characteristics and in intrauterine egg retention between two oviparous clades of the lizard *Lacerta vivipara*: insight into the oviparity-viviparity continuum in Squamates. *Journal of Morphology*, 252: 255–262
- Itämies J., Koskela P. 1971. Diet of common lizard (*Lacerta vivipara* Jacq.). *Aquilo Serie Zoologica*, II: 37-43
- Janzen, F.J. 1994. Climate change and temperature-dependent sex determination in reptiles. *Proceedings of the National Academy of Science of USA*, 91: 7487–7490
- Laloi, D., Richard, M., Lecomte, J., Massot, M., Clobert, J. 2004. Multiple paternity in clutches of common lizard *Lacerta vivipara*: data from microsatellite markers. *Molecular ecology*, 13: 719-723
- Krofel, M., Cafuta, V., Planinc, G., Sopotnik, M., Šalamun, A., Tome, S., Vamberger, M., Žagar, A. 2009. Razširjenost plazilcev v Sloveniji: pregled podatkov, zbranih do leta 2009. *Natura Sloveniae*, 11, 2: 61-99
- Lindtke, D., Mayer, W., Böhme, W. 2010. Identification of a contact zone between oviparous and viviparous common lizards (*Zootoca vivipara*) in central Europe: reproductive strategies and natural hybridization. *Salamandra*, 46, 2: 73-82
- Mayer, W., Böhme, W., Tiedeman, F., Bischoff, W. 2000. On oviparous populations of *Zootoca vivipara* in south-eastern central Europe and their phylogenetic relationship to neighbouring viviparous and south-west European oviparous populations. *Herpetozoa*, 13: 59–69
- Mayer, W., Böhme, W. 2000. A note on the validity and distribution of *Zootoca vivipara sachalinensis*. *Casopis Narodniho Muzea Rada Prirodovedna*, 169, 1-4: 123-124
- Mebert, K., Jagar, T., Grželj, R., Cafuta, V., Luiselli, L., Ostaneč, E., Golay, P., Dubey, S., Golay, J., Ursenbacher, S. 2015. The dynamics of coexistence: Habitat sharing versus segregation patterns among three sympatric montane vipers. *Biological Journal of the Linnean Society*, 116: 364-376

- Odierna, G., Heulin, B., Guillaume, C.P., Vogrin, N., Aprea, G., Capriglione, T., Surget-Groba, Y., Kupriyanova, L. 2001. Evolutionary and biogeographical implications of the karyological variations in the oviparous and viviparous forms of *Lacerta vivipara*. *Ecography*, 24: 332–340
- Qualls, C.P. 1996. Influence of the evolution of viviparity on eggshell morphology in the lizard *Lerista bougainvillii*. *Journal of Morphology*, 228: 119-125
- Pianka, E.R., Vitt, L.J. 2003. *Lizards: windows to the evolution of diversity*. Berkeley and Los Angeles, University of California press: 346 str.
- Schreiber, E. 1912. *Herpetologia Europaea*, 2nd Ed. Jena, Fischer: 960 str.
- Semenzato, M., Richard, J., Amato, S. 1996. Boschi e risorgive planiziarie: ambienti importanti per il mantenimento della continuità distributiva del popolamento erpetologico tra l'area montana e quella di pianura del Veneto. *Studi Trentini di Scienze Naturali, Acta Biologica*, 71: 33–40
- Shine, R. 1985. The evolution of viviparity in reptiles: an ecological analysis. *Biology of the Reptilia*, 15(B): 605-694
- Shine, R. 2004. Does viviparity evolve in cold climate reptiles because pregnant females maintain stable (not high) body temperatures? *Evolution*, 58: 1809–1818
- Strijbosch, H. 1986. Niche segregation in sympatric *Lacerta agilis* and *L. vivipara*. *Studies in herpetology*: 449-154
- Surget-Groba, Y., Heulin, B., Ghielmi, S., Guillaume, C.P., Vogrin N. 2002. Phylogeography and conservation of the populations of *Zootoca vivipara carniolica*. *Biological Conservation*, 106: 365-372
- Tinkle, D.W., Gibbons, J.W. 1977. The distribution and evolution of viviparity in reptiles. *Miscellaneous Publications of the Museum of Zoology University of Michigan*, 154: 1–55
- Vercken, E., Massot, M., Sinervo, B., Clobert, J. 2007. Colour variation and alternative reproductive strategies in females of the common lizard *Lacerta vivipara*. *Journal of Evolutionary Biology*, 20, 1: 221-232

Voituron, Y., Heulin, B., Surget-Groba, Y. 2004. Comparison of the cold hardiness capacities of the oviparous and viviparous forms of *Lacerta vivipara*. *Journal of Experimental Zoology*, 301A: 367-373

Žagar, A., Vrezec, A., Carretero, M. 2017. Do the thermal and hydric physiologies of *Zootoca (vivipara) carniolica* (Squamata: Lacertidae) reflect the condition of its selected microhabitat? *Salamandra*, 53, 1: 153-159

ZAHVALA

Najprej bi se rada zahvalila doc. dr. Cenetu Fišerju za podporo, vodstvo in pomoč pri izdelavi magistrske naloge ter vso izkazano potrpežljivost, ki je bila potrebna za njen nastanek.

Zahvaljujem se Vesni Cafuta in Griši Planincu za usmerjanje pri prvih korakih v herpetologiji, ko sem bila svojeeglava, a ukaželjna učenka. Hvala za znanje in modrost, ki sta ga v teh prvih letih prenesla name ter za vso kasnejšo pomoč in podporo, brez katere te naloge najverjetneje ne bi bilo.

Zahvala gre tudi Meti Mavec, Filipu Lahu in Nejcju Rabuzi, ki so pomagali pri terenskemu delu ter prenašali moje muhe in negodovanje nad vremenom.

Zahvaljujem se tudi Petru Kaufmannu in Cvetki Lipovnik iz HerpAG, Haus der Natur iz Salzburga za vse podatke o salzburških kuščaricah, ki so bili v veliko pomoč.

Posebna zahvala pa gre Tomažu Jagarju ter Roku Grželju za idejo za temo naloge, vse preživete ure na terenu ter vso moralno pomoč in vzpodbudo, ki sem jo potrebovala med pisanjem te naloge.