

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Biološki odsjek

Senka Baškiera

**Reproduktivne značajke živorodne gušterice
(*Zootoca vivipara* Lichtenstein)**

Diplomski rad

Zagreb, 2013.

Ovaj rad, izrađen u Zavodu za animalnu fiziologiju Biološkog odsjeka Prirodoslovno – matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, pod vodstvom doc. dr. sc. Zorana Tadića, predan je na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno – matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu radi stjecanja zvanja magistra eksperimentalne biologije.

Htjela bih se prvenstveno zahvaliti svom mentoru, Zoranu Tadiću, na korisnim savjetima i velikom strpljenju. Hvala Vam na pomoći u kriznim situacijama.

Veliko hvala i Dušanu Jeliću na potpori i prilici za rad na ovako zanimljivom istraživanju. Hvala i za korisne savjete, ali i kritike prilikom izrade ovog rada. Puno sam naučila od tebe.

Hvala svima koji su mi pomagali u praktičnom dijelu ovog rada: Dušanu Jeliću, Ivanu Cizelju, Frani Barišiću, Ivanu Damjanoviću, Ani Kolarić, Deanu i Bojanu Karaici.

Hvala svim mojim prijateljima koji su se zbilja pokazali kao najbolji ljudi u trenucima kada mi je najviše podrške trebalo.

Mojoj obitelji sam najviše zahvalna na pruženoj ljubavi i razumijevanju.

Pavle, veliko ti hvala na podršci, na smirivanju i korisnim savjetima. Hvala ti što si cijelo vrijeme bio uz mene (vjerujem da si puno naučio o živorodnim gušericama). Hvala ti što vjeruješ u mene i što si mi najveća podrška.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno – matematički fakultet

Biološki odsjek

Diplomski rad

REPRODUKTIVNE ZNAČAJKE ŽIVORODNE GUŠTERICE

(*Zootoca vivipara* Lichtenstein)

Senka Baškiera

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb

Živorodna gušterica, *Zootoca vivipara* Lichtenstein 1823 ima najveći areal rasprostranjenja od svih gmazova, ali njena je rasprostranjenost na području Republike Hrvatske i Bosne i Hercegovine slabo poznata. Zbog toga je napravljena nova karta distribucije ove vrste. Živorodna gušterica jedina je unutar porodice Lacertidae koja ima dva načina razmnožavanja, oviparni i ovoviviparni. Proučavane su dvije populacije: jedna s planine Vlačić (BIH; pripada podvrsti *Zootoca vivipara vivipara* Von Jacquin, 1787) i druga iz šume Spačva (RH; smatra se da pripada podvrsti *Zootoca vivipara pannonica* Lac & Kluch, 1968). Kako bih utvrdila njihovu reproduktivnu strategiju, sakupila sam gravidne ženke i držala ih u terariju sve do izlijeganja mladih. Bilježila sam promjene mase ženki prije i poslije polijeganja jaja, te masu i veličinu jaja i tek izleglih mladunaca. Istraživanje je pokazalo da veće ženke imaju veća legla i veće i teže potomstvo, dok rezultati t-testa pokazuju da oviparne ženke imaju veća legla, veću srednju masu i srednje SVL vrijednosti mladunaca.

(50 stranica, 34 slike, 10 tablica, 37 literaturnih navoda, jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici

Ključne riječi: veličina jaja, živorodnost, način razmnožavanja, distribucija, Lacertidae

Voditelj: Dr. sc. Zoran Tadić, doc.

Ocjenitelji: Dr. sc. Zoran Tadić, doc.

Dr. sc. Milorad Mrakovčić, prof.

Dr. sc. Božena Mitić, izv. Prof.

Rad prihvaćen: 17.09.2013.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb

Faculty of Science

Department of Biology

Graduation Thesis

REPRODUCTIVE CHARACTERISTICS OF THE VIVIPAROUS LIZARD

(*Zootoca vivipara* Lichtenstein)

Senka Baškiera

Rooseveltovo trg 6, 10000 Zagreb, Croatia

Viviparous lizard, *Zootoca vivipara* Lichtenstein 1823 is wide-distributed reptile but data on its distribution in Croatia and Bosnia and Herzegovina is scanty. It is the only lacertid lizard with two modes of reproduction, oviparous and ovoviviparous. Two geographically distinct populations were studied. One from Vlačić (BIH; *Zootoca vivipara vivipara* Von Jacquin, 1787 subspecies) and other from Spačva (CRO; considered to be *Zootoca vivipara pannonica* Lac & Kluch, 1968). Gravid females were collected from sampling sites, to establish their reproductive mode. They were put into terraria until juveniles hatched. Data on female body mass change (before and after oviposition and parturition respectively), size and mass of both eggs and hatchlings were taken. Population from Vlačić was ovoviviparous while population from Spačva was oviparous. This research also proved heavier and bigger females to have larger clutch size and hatchlings with larger SVL size and bigger mass. Results obtained from t-test showed that that oviparous females have larger clutch size and hatchlings with bigger average SVL size and average body mass.

(50 pages, 34 figures, 10 tables, 37 references, original in: croatian)

Thesis deposited in the Central Biological Library

Key words: egg size, viviparity, reproductive mode, distribution, Lacertidae

Supervisor: Dr. sc. Zoran Tadić, Asst. Prof.

Reviewers: Dr. sc. Zoran Tadić, Asst. Prof.

Dr. sc. Milorad Mrakovčić, Prof.

Dr. sc. Božena Mitić, Assoc. Prof.

Thesis accepted: Spetember 17, 2013

Sadržaj

1. UVOD	1
1.1. Opća obilježja gmazova	1
1.2. Porodica gušterice (Lacertidae)	2
1.2.1. Filogenija roda <i>Zootoca</i> Wagler, 1830 i podjela na podvrste	3
1.3. Biologija živorodne gušterice (<i>Zootoca vivipara</i> Lichenstein, 1823)	5
1.3.1. Opis vrste	6
1.3.2. Geografska rasprostranjenost	8
1.3.3. Ekologija	9
1.3.4. Ugroženost i status živorodne gušterice	12
1.4. Ciljevi istraživanja	13
2. MATERIJALI I METODE	14
2.1. Predmet istraživanja	14
2.2. Područje istraživanja	15
2.2.1. Planina Vlašić, Bosna i Hercegovina	15
2.2.2. Šuma Spačva, Istočna Hrvatska	16
2.3. Metode prikupljanja podataka i rad u laboratoriju	18
2.3.1. Postupak sa ženka	19
2.3.2. Postupak s jajima	22
2.3.3. Postupak s juvenilnim jedinkama	24
2.4. Mjerenja i obrada podataka	26
3. REZULTATI	28
3.1. Distribucija živorodne gušterice u Republici Hrvatskoj i u Bosni i Hercegovini	28
3.2. Populacija s Vlašića, BIH	29
3.3. Populacija iz Spačve, HR	34
3.4. Komparativna analiza proučavanih populacija živorodne gušterice	42
4. RASPRAVA	43
5. ZAKLJUČAK	46
6. LITERATURA	47

1. UVOD

1.1. Opća obilježja gmazova

Gmazove (Reptilia) čini vrlo varijabilna skupina terestričkih i akvatičkih životinja koje su najpoznatije po tijelu prekrivnom ljuskama i nemogućnosti održavanja stalne temperature tijela. Jedna od bitnijih karakteristika gmazova je i evolucijski pomak u razmnožavanju. Naime, u ovoj se skupini prvi put pojavljuje unutrašnja oplodnja koja je rezultirala pojavom organa za razmnožavanje. Nakon oplodnje, ženke liježu jaja pa je u tom slučaju to oviparan način razmnožavanja, tj. razvoj mladog iz jajeta. No u nekih vrsta prisutan je i drugačiji, tzv. ovoviviparan način. U tom se slučaju mladi razvijaju u jajetu koje se zadržava u jajovodu sve dok se potpuno ili gotovo potpuno ne razviju. U takvih je jaja ljuska reducirana na tanku poroznu membranu. Neke od vrsta koje imaju takav, za gmazove rjeđe prisutan način razmnožavanja, su sljepić (*Anguis fragilis* Linnaeus, 1758), riđovka (*Vipera berus* Linnaeus, 1758) i živorodna gušterica (*Zootoca vivipara* Lichtenstein, 1823) (Young 1981), a spominju se još i *Lerista bougainvilli* Gray, 1837 te *Saiphos equalis* Gray, 1825, dvije australske vrste guštera iz porodice rovaša (Scincidae) (Surget – Groba i sur. 2006). U nekih je vrsta prisutna i partenogeneza – razvoj embrija bez oplodnje, pa takve populacije čine samo ženke, npr. vrsta *Darevskia saxicola* Eversmann, 1934 koja živi na području Kavkaza i rod *Cnemidophorus* Wagler, 1830 s područja Sjeverne Amerike (Young 1981). Živorodna gušterica (*Zootoca vivipara* Lichtenstein, 1823) je iz literature poznata jer posjeduje dva načina razmnožavanja oviparan i ovoviviparan (Surget – Groba i sur. 2006) koje smo istraživali i o kojima će biti rečeno više u sljedećim poglavljima.

Razred gmazovi (Reptilia) sastoji se od četiri danas živuća reda: krokodili (Crocodylia), premosnici (Rhynchocephalia), kornjače (Testudines) i ljuskavci (Squamata) (IUCN 2013). Trenutno je u svijetu opisano 9 766 vrsta gmazova (Reptile database 2013), dok je u Hrvatskoj prisutno 39 vrsta, uz još dvije vrlo upitne vrste (Jelić 2013).

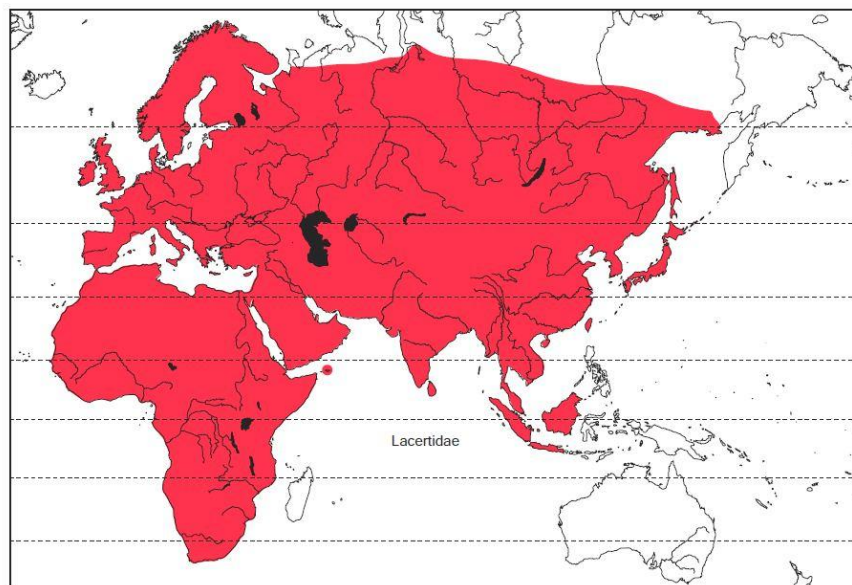
Red ljuskaši (Squamata) je podijeljen u tri podreda: gušteri (Lacertilia), zmijske (Serpentes) i prstenaši (Amphisbenia). Skupinu guštera čini 5 796 vrsta (Reptile database 2013), a u Republici Hrvatskoj obitava 17 vrsta (Jelić 2013).

Gotovo sve vrste gmazova u Republici Hrvatskoj su zaštićene Zakonom o zaštiti prirode (NN 80/13) te je bilo kakvo uznemiravanje i ubijanje istih zakonom zabranjeno. Zaštićene

nisu jedino unesena strana vrsta crvenouha kornjača (*Trachemys scripta* Schoepff, 1792) i primorska gušterica (*Podarcis siculus* Rafinesque, 1810) zbog svog širokog areala i invazivnog karaktera (ipak, strogo su zaštićene njezine dvije ugrožene povrste: *P. s. ragusae* Rafinesque-Schmaltz, 1810 i *P. s. adriatica* Rafinesque-Schmaltz, 1810).

1.2. Porodica gušterice (Lacertidae)

Porodica gušterice (Lacertidae) pripada već spomenutom podredu gušteri (Lacertilia) i čini ju više od 220 vrsta razvrstanih u 31 rod, jedan od kojih je i rod *Zootoca* Wagler, 1830 (Vitt i Caldwell 2009), a u Republici Hrvatskoj nalazi se 12 vrsta (Jelić 2013). Ova je porodica rasprostranjena u Africi, Europi te većem dijelu Azije (Slika 1.). To su gušteri varijabilnih veličina tijela, od 40 do 200 mm (mjereno od vrha njuške do kloake) iako većina odraslih gušera ima duljinu tijela manju od 120 mm, a duljina repa može biti i do dva puta duža od duljine tijela. Terestrički su gušteri, no postoji i nekoliko arborealnih vrsta kao što je *Holaspis guentheri* Gray, 1863 i uglavnom su insektivorni uz vrlo malo iznimaka. Razmnožavanje je oviparno i stvaraju mala legla, obično oko deset jaja. Veličina legla ovisna je o veličini tijela ženke pa tako *Timon lepidus* Daudin, 1802 (duljina tijela od vrha njuške do kloake: 180-200 mm) ima leglo od 20 ili više jaja (Vitt i Caldwell 2009).



Slika 1. Distribucija porodice Lacertidae (Vitt i Caldwell 2009).

1.2.1. Filogenija roda *Zootoca* Wagler, 1830 i podjela na podvrste

Na temelju istraživanja serumskih albumina konstruirano je filogenetsko stablo cijele porodice Lacertidae. Današnji rod *Zootoca* Wagler, 1830 dugo se smatrao podrodom unutar roda *Lacerta* Linnaeus, 1758, no po istraživanjima koja uzimaju u obzir ne samo morfološka već i kariološka obilježja (obilježja stanične jezgre) ova taksonomska kategorija uzdiže se na status roda (Mayer i Bischoff 1996). Ovakvu podjelu pronalazimo i u ranijim istraživanjima (Arnold 1989) koji objašnjava polifiletičko porijeklo (svi pripadnici ove skupine ne pripadaju jedinstvenom zajedničkom pretku) cijele skupine Lacertidae koji uz takson *Zootoca* izdiže još i *Algyroides*, *Psammodromus*, *Takydromus*, *Podarcis* i *Gallotia* na razinu roda te ih time izdvaja iz roda *Lacerta*, a ostale primitivne zapadne palearktičke forme stavlja u jedan rod *Lacerta sensu lato*. Daljnja podjela zahtjevala bi podjelu ovog roda na holofiletičke jedinice (sve vrste unutar te skupine potječu od zajedničkog pretka).

Iako je ispravno ime ove vrste *Zootoca vivipara*, naziv *Lacerta vivipara* dugo se zadržao. Naziv *Zootoca* prvi je zapisao Wagler 1830. godine te sam naziv roda nosi njegovo ime. Prvi opis vrste dao je Joseph Franz Freiherr von Jacquin 1778. godine (sam tekst objavljen je 1787.) koji je upotrijebio naziv *Lacerta vivipara*. Ipak, ovaj zapis se danas ne uzima kao validan u znanstvenoj nomenklaturi taksona *Zootoca* jer von Jacquin nije davao opis nove vrste već je samo iznosio svoja opažanja, tj. živorodnost ove vrste (lat. *Lacerta vivipara* – živorodna gušterica). Sam autor navodi na kraju teksta svojih opažanja da ne može sa sigurnošću tvrditi kojoj vrsti pripada njegova gušterica. Ovaj navod dokazuje da naziv „*Lacerta vivipara*“ u tom tekstu ne stoji u funkciji imenovanja novog taksona već samo kao latinski izraz uočenog fenomena. Martin Hinrich Carl Lichtenstein 1823. godine prvi koristi naziv *Lacerta vivipara* kao ime vrste te je prema tomu, da bi se zadovoljila pravila Članka 11 Internacionalnog kodeksa zoološke nomenklature, valjano ime živorodne gušterice *Lacerta vivipara* Lichtenstein, 1823, tj. prema novijoj nomenklaturi *Zootoca vivipara* Lichtenstein, 1823 (Schmidtler i Böhme 2011).

Rod *Zootoca* Wagler, 1830 je monotipski rod, tj. sadrži samo jednu vrstu – živorodnu gušericu (*Zootoca vivipara* Lichtenstein, 1823) (Harris i Carretero 2003), a opisano je pet podvrsta (njihova rasprostranjenost je navedena u zagradama):

- ***Zootoca vivipara sachalinensis* Pereleshin i Terentjev, 1963**

(otok Sahalin, Hokkaido, preko Azije zapadno do Balitičkog mora, Estonija, Finska, dijelovi Rumunjske i Ukrajine, istočna Mađarska)

- ***Zootoca vivipara pannonica* Lác i Kluch, 1968**

(Slovačka, Austrija, Mađarska)

- ***Zootoca vivipara carniolica* Mayer, Böhme, Tiedemann i Bischoff, 2000**

(Jug Austrije, Slovenija, sjeverozapadni dio Hrvatske, sjever Italije)

- ***Zootoca vivipara louislantzi* Arribas, 2009**

(Jug Francuske, sjever Španjolske)

- ***Zootoca vivipara vivipara* Von Jacquin, 1787**

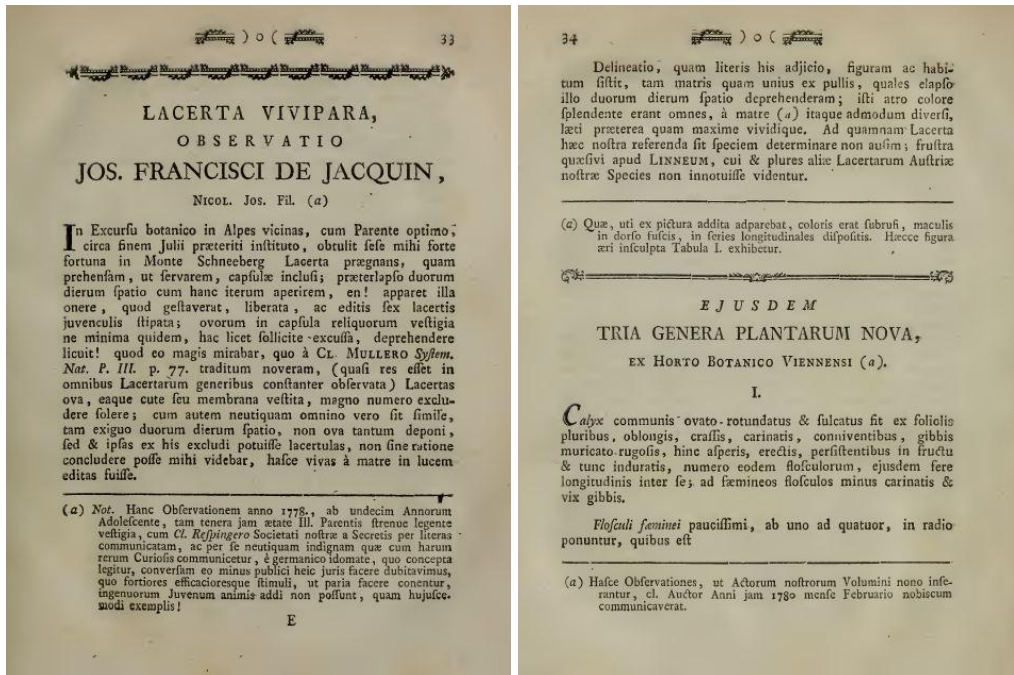
(Ostala područja rasprostranjenosti živorodne gušterice)

(Reptile database 2013; Arribas 2009; Surget – Groba i sur. 2006).

U Republici Hrvatskoj zabilježene su podvrste *Zootoca vivipara vivipara* Von Jacquin, 1787 u kontinentalnom dijelu, *Z. v. carniolica* Mayer, Böhme, Tiedemann i Bischoff, 2000 u području Gorskog Kotara (Jelić i sur. 2013), a nedavno je pronađena i *Z. v. pannonica* Lác i Kluch, 1968 na području šume Spačva u istočnom dijelu Hrvatske (Jelić i Bogdanović 2011). Za Bosnu i Hercegovinu ne postoje precizni literaturni navodi o podvrstama koje se javljaju, no pretpostavka je da populacije koje naseljavaju planine Dinarida pripadaju podvrsti *Zootoca vivipara vivipara* Von Jacquin, 1787. Uzorci prikupljeni na planini Vlašić obrađeni su u radu Horváthová i sur. 2013 te na temelju genetičke analize pripadaju spomenutoj podvrsti.

1.3. Biologija živorodne gušerice (*Zootoca vivipara* Lichenstein, 1823)

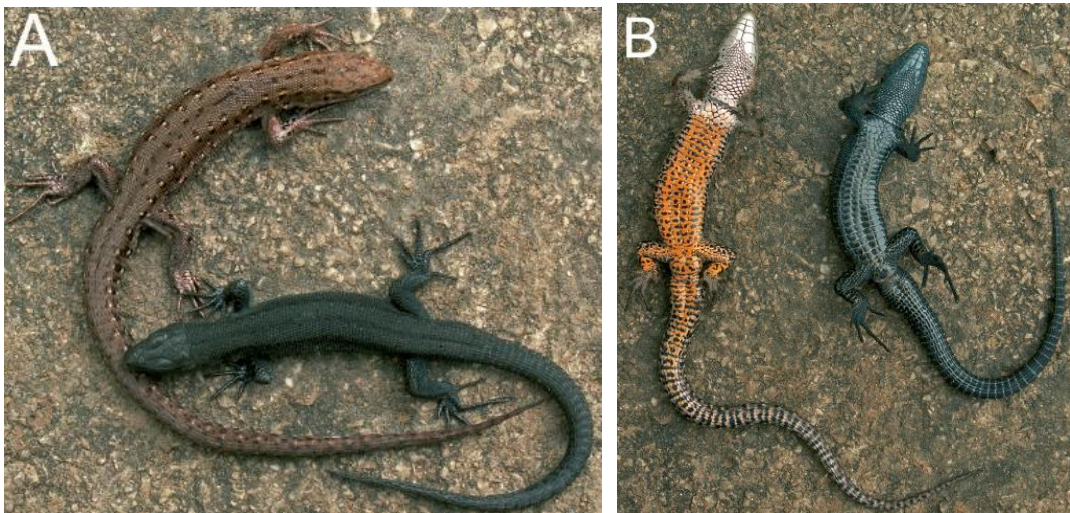
Sam opis vrste je povezan upravo s ovim posebnim načinom razmnožavanja. Prvi opis daje Joseph Franz Freiherr von Jacquin kada je kao dječak otišao na botaničku ekskurziju s ocem Nikolausom Josefom von Jacquinom, slavnim botaničarom, do planine Schneeberg blizu Beča. Na svom putu uhvatio je ženku gušera i spremio u kutiju te nakon dva dana otkrio šest mladunaca, no nije uočio ljuske jajeta. Po tome je zaključio da mladunci dolaze direktno iz majčinog tijela te ju je opisao kao *Lacerta vivipara*, što prevedeno s latinskog jezika doslovno znači živorodna gušerica. Ovaj je događaj zabilježen 1778. godine, no prvi njegov zapis pojavljuje se devet godina kasnije, 1787. godine kada je opis objavljen u časopisu „Annales Helveticae“ na latinskom jeziku (Schmidtler i Böhme 2011).



Slika 2. Prvi opis živorodne gušerice Joseph Franz Freiherr von Jacquina objavljen u časopisu „Annales Helveticae“ 1787. godine na latinskom jeziku (De Jacquin 1787).

1.3.1. Opis vrste

Živorodna gušerica je mali gušter koji može doseći ukupnu duljinu tijela do 200 milimetara. Glava je umjereno izdužena, sužava se od očiju i plosnata je s gornje strane. Tijelo je usko, noge su kratke, a rep je snažan i u odnosu na duljinu tijela (mjerenu od vrha njuške do kloake), može biti jedan do dva i pol puta dulji. Tijelo je pretežno tamno smeđe boje, ali varira od sive do zelenkaste (Dely i Böhme 1984) iako su pronađeni i melanistički primjerci (u potpunosti crno obojene jedinke zbog povišene sinteze melanina). Ta se pojava u populacijama pojavljuje s vrlo malom učestalošću, a u podvrste *Zootoca vivipara pannonica* Lác i Kluch, 1968 na području nizina Slovačke zabilježena je samo u mužjaka (Jambrich i Jandzik 2012). Nasljeđivanje ovog svojstva u živorodne gušerice nije poznato.



Slika 3. Izgled odrasle jedinke osnovnog morfološkog tipa i melanističke jedinke (Jambrich i Jandzik 2012).

U osnovnog tipa na gornjoj strani tijela nalaze se crne točke i mrlje duž leđa, a pored njih se mogu nalaziti i svjetlije točke. Strana trupa u pravilu je uvijek tamnija od leđa i ograničena je odozgo i odozdo svjetlijim točkama koje čine tanke bijele pruge po dužini tijela (Radovanović 1951). Boja donjeg dijela tijela razlikuje se među spolovima. Kod mužjaka su glava i vrat odvojeni od područja prsa i trbuha plavkastom, svijetlocrvenom ili bijelom bojom dok su trbuh i donji dijelovi nogu i repa obojeni žutom bojom s crnim točkama. Za vrijeme parenja trbušno obojenje je istaknutije i često postaje intenzivno narančastocrveno. Donja strana tijela ženki je bljeđa; bjelkasta, siva, blijedonarančasta ili žućkasta i mnogo slabije prekrivena crnim točkama (najčešće samo na stražnjem bočnom dijelu), a kontrast između glave i trbuha je nejasan. No spolovi se ne razlikuju samo po obojenju. Mužjaci imaju relativno veće glave i dulje repove, ali manju duljinu tijela (mjerena od vrha njuške do kloake) u odnosu na ženke. Mladunci ove vrste su tamnije obojeni od odraslih jedinki. Dorzalna strana je u potpunosti crna ili tamnije smeđe boje s manje vidljivim uzorkom. Ventralna je strana tamnosiva ili crna s plavkastim ili zelenkastim tonom. Sljedeće proljeće tamna boja postaje nešto svjetlija, a točkaste oznake na leđima postaju jasnije. Ventralna strana tijela zadržava tamno obojenje sve do ljeta ili jeseni kada se dorzalne oznake u potpunosti razviju. Krajnje obojenje pojavljuje se u odraslih jedinki nakon višestrukog presvlačenja u trećoj godini života. Osnovni uzorak podložan je varijacijama, pretežito individualnog karaktera, i najčešće se mogu pronaći različiti tipovi unutar iste populacije (Dely i Böhme 1984).



Slika 4. Izgled odrasle jedinke živorodne gušterice (foto: Dušan Jelić).

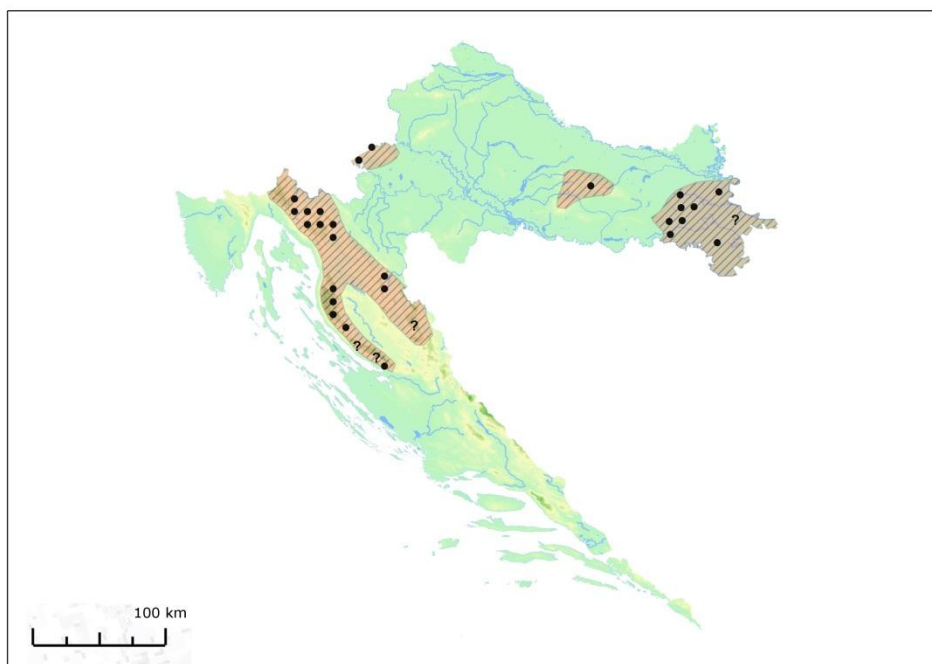
1.3.2. Geografska rasprostranjenost

Živorodna gušterica ima najveći i najsjeverniji areal rasprostranjenja od svih gmazova (Dely i Böhme 1984), a nastanjuje veći dio Europe i Azije. Njen areal se proteže od Irske na zapadu, Skandinavije na sjeveru preko južnog dijela Rusije do Japana i otoka Sahalin na istoku. Južnu granicu čini središnja Francuska, jugoistočna Austrija, sjeverna Italija, područje Dinarida, zapadna Mađarska, južna i središnja Rumunjska te sjever Moldove i središnje Ukrajine. Postoje još i izolirane populacije na sjeveru Španjolske i sjeverozapadu Francuske, u Srbiji, na sjeveru Makedonije te u zapadnoj Bugarskoj (Agasyan i sur. 2010).



Slika 5. Rasprostranjenje živorodne gušterice u svijetu (Agasyan i sur. 2010).

Nalazi živorodne gušterice u Hrvatskoj obuhvaćaju sjeverozapadno kontinentalno i gorsko područje (Risnjak, Snježnik, Žumberačko gorje, Gorski kotar, Kapela, Velebit, Plitvička jezera), područje planine Papuk te nizinske dijelove istočne Hrvatske (područje od Đakova do Vinkovaca, okolica Trpinje i poplavna šuma Spačva kod mjesta Spačva (Radovanović 1951; Jelić i sur. 2013).



Slika 6. Rasprostranjenje živorodne gušterice u Republici Hrvatskoj (Jelić i sur. 2013).

Do sada u Bosni i Hercegovini nije detaljno proučena distribucija ove vrste, ali može se pretpostaviti da dolazi na visokim planinama sjevernog dijela Dinarida, a postoje i vrlo rijetki nalazi na planinama Vlašić i Prenj u središnjoj Bosni, te u okolici Sarajeva i Jahorine, blizu Zavidovića, Gostovića i Košutice (Werner 1899; Bolkay 1919; Bolkay 1924; Veith 1991). Terenskim istraživanjima na južnim planinama Dinarida u BiH (Zelengora, Čabulja, Velež, Troglav, Kamešnica, Cincar, Tušnica) ova vrsta nije do sada pronađena (Dušan Jelić, osobna komunikacija). Zbog nepouzdanosti i nedostataka podataka ovdje nije priložena karta distribucije živorodne gušterice u Bosni i Hercegovini.

1.3.3. Ekologija

Živorodna gušterica najrasprostranjeniji je terestrički gmaz (Horváthová i sur. 2013) i obuhvaća vrlo širok spektar različitih vrsta staništa, od morskih obala do visokog gorja. Vertikalna distribucija ove vrste ima raspon od 0 pa sve do 1000 metara nadmorske visine, a pronađena je čak i na 2 400 metara nadmorske visine na Karpatima. Često naseljavaju močvarna područja i šume te planine, ali može ih se pronaći i na pješčanim područjima i područjima uz vodu. Ekološki je vrlo plastična vrsta i prilagođena je na razne tipove staništa

što se objašnjava time što u oviparnih populacija inkubacija jaja nije ograničena posebnim supstratom, a kako postoje i ovoviviparne vrste, supstrat dakle nije determinirajući faktor (Dely i Böhme 1984).

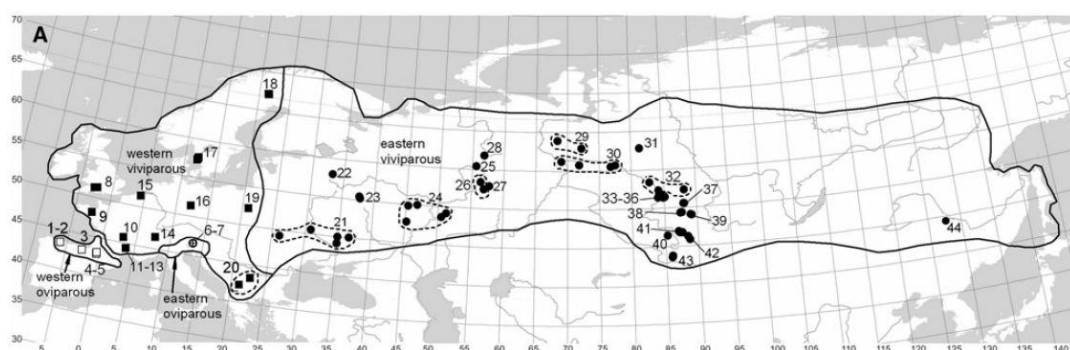
Iako neselektivne oko odabira supstrata za polaganje jaja, živorodne gušterice su selektivne u odabiru plijena. Promatranjem hranjenja u prirodi ustanovljeno je da se najčešće hrane paucima, jednakokriličima i stjenicama iako njihova zastupljenost u staništu nije bila najveća (Avery 1962; Dely i Böhme 1984). Hrane se još i stonogama, kornjašima, leptirima i njihovim ličinkama koje unose cijele u usta, dok one veće samo sažvaču, mekani sadržaj progutaju, a kutikulu ispljunu. Plijen prvo primjećuju sluhom. Količina unešene hrane varira ovisno o vremenskim prilikama u staništu pa tako za vrijeme hladnijeg, maglovitog vremena imaju puno manji dnevni unos (Dely i Böhme 1984).

Godišnja aktivnost živorodne gušterice ovisi o njenoj horizontalnoj i vertikalnoj rasprostranjenosti. Buđenje iz zimskog mirovanja zabilježeno je krajem veljače, početkom ožujka u nizinskim dijelovima, a početkom lipnja u planinskim područjima. Povlačenje u zimska skrovišta također je ovisno o geografskim i topografskim varijacijama kao i njihovo pojavljivanje u proljeće. Dnevna aktivnost započinje pri tjelesnoj temperaturi od 15 do 20°C, a sunčanjem postižu potrebnu temperaturu od 25 do 30°C. Mužjaci su ljeti češće skriveni dok se ženke sunčaju i pri visokim temperaturama, ali na mjestim zaštićenim vegetacijom. Živorodna gušterica zalazi u vodu češće od drugih vrsta i može se tamo dulje zadržati. U ove vrste je čak zabilježeno i aktivno pretraživanje vode za plijenom (Dely i Böhme 1984).

Teritorijalne borbe za vrijeme parenja nisu česte i nastupaju samo za vrijeme dugog perioda toplog vremena. Inferiorni mužjak najčešće bježi već nakon prvog udarca ili ugriza. Mužjak, bez prethodnog ritualnog udvaranja, zgrabi ženku i čeljustima ju drži u području slabinskog dijela leđa te započinje kopulacija. Trajanje kopulacije se u literaturinim izvorima različito navodi, od 30 do 53 minute. Gravidne ženke mijenjaju taktike bijega i općenito postaju više kriptičnog ponašanja. Intenzivnije se sunčaju, ali na mjestima zaštićenima vegetacijom. Jaja poliježu na tlo, na skrivenija mjesta, a ponekad i iskopaju rupu u koju poliježu jaja (Dely i Böhme 1984).

Parenje se odvija u proljeće i početkom ljeta (od kraja ožujka do početka lipnja ovisno o geografskim i klimatskim čimbenicima) i traje svega jedan do dva tjedna. U ovoviviparnih populacija se početkom kolovoza poliježe dva do pet mladih unutar plavkastocrne takne opne

veličine 12 x 9 milimetara koji se vrlo brzo ili nakon sat vremena izlegu. Broj takvih jaja prema različitim autorima varira. Neki navode postojanje legla od tri do deset jaja, a njihova je veličina po navodima u prilici vrlo slična. Graviditet prosječno traje od 70 do 90 dana no postoje zapisi i o trajanju graviditeta svega 38 do 65 dana, a najčešće je navedeno 50 dana. Izlijeganje mladih može se dogoditi već u utrobi majke, kratko nakon polijeganja jaja, nekoliko sati nakon polijeganja do čak nekoliko dana. U takvih ovoviviparnih populacija živorodne gušerice, kako je već napomenuto, struktura ljuske jajeta se bitno razlikuje od ljuske jaja oviparnih populacija. Razlog tomu leži u samom procesu ulaganja vapnenca u ljusku koji u ovoviviparnih populacija nedostaju. Jasno je dakle da stvaranje vapnenih pločica u matriksu ljuske jaja nije potrebno pošto se takva jaja sve do kraja embrionalnog razvoja zadržavaju u jajovodima majke. Dokazano je postojanje spleta krvnih žila u embrionalnoj žumanjčanoj vrećici i stjenkama jajovoda koje omogućuju izmjenu plinova, ali ne i izmjenu hranjivih tvari i iona (Daly i Böhme 1984). Ove se strukture prema tome ne mogu usporediti s onima kod sisavaca, pravih živorodnih životinja te se pojam viviparija u ovom slučaju ne može koristiti i preporuča se korištenje pojma ovoviviparija (iako se u neki radovima, zbog jednostavnosti koristi pojam viviparija). Oviparne ženke imaju jedno leglo godišnje s jedan do 13 jaja (u prosjeku pet do sedam) veličine od 10-12 x 8-10 mm. Inkubacija jaja traje od četiri do pet tjedana, a veličina mladunaca je od 15 do 25 mm (mjereno od vrha njuške do kloake) (Arnold 2004). Živorodna gušerica je na većini svog areala ovoviviparna, a samo na nekim krajnje južnim dijelovima razmnožavanje je oviparno (Kantabrijsko gorje, Pirineji, sjever Italije, Slovenija i južna Austrija) (Slika 7.) (Roitberg i sur. 2013).



Slika 7. Geografska rasprostranjenost ovoviviparnih i oviparnih populacija živorodne gušterice (Roitberg i sur. 2013).

U sjevernom području rasprostranjenja mužjaci postaju spolno zreli nakon druge hibernacije, a ženke nakon treće. U nekim dijelovima Francuske 50% jedinki je spolno zrelo nakon prve godine. Životni vijek ovih gušerica u divljini je do 12 godina (Arnold 2004). U proučavanju populacijske dinamike zabilježene su pojedine starosne skupine gušerica u divljini. Najveći udio imaju trogodišnje i odrasle jedinke, dok je mladunaca vrlo malo zabilježeno. Mortalitet mladunaca je uzrazito visok, čak 90%. Ako mladunac preživi prvu godinu, očekivani životni vijek se podiže na četiri do pet godina. Populacije u kojima je ukupni mortalitet 20% su stabilne populacije. Ako se mortalitet poveća na 25%, broj jedinki opada. Povećanje gustoće populacije moguće je uz pad mortaliteta na 15% (Daly i Böhme 1984).

1.3.4. Ugroženost i status živorodne gušterice

Živorodna gušerica se na globalnoj razini nalazi u kategoriji najmanje zabrinjavajuće svojte (LC – eng. Least Concern) zbog široke rasprostranjenosti, dobre prilagođenosti različitim tipovima staništa, pretpostavljene velike populacije i zbog male vjerojatnosti da bi brojnost populacije opadala velikom brzinom da bi se trebala staviti u višu kategoriju ugroženosti (Agasyan i sur. 2010).

U Republici Hrvatskoj živorodna gušerica ima status svojte s nedovoljno podataka (DD – eng. Data Deficient) prema Crvenoj knjizi ugroženih vodozemaca i gmazova (Jelić i sur. 2013).

Procijenjena je i podvrsta *Zootoca vivipara pannonica* Lác i Kluch, 1968 koja se na globalnoj razini nalazi u kategoriji osjetljive svojte (VU – eng. Vulnerable) (Agasyan i sur. 2010), a u Hrvatskoj ova podvrsta ima status ugrožene svojte (EN – eng. Endangered) (Jelić i sur. 2013). Osnovni razlozi ugroženosti jesu uzak areal rasprostiranja i ubrzana degradacija te nestanak pogodnih staništa (vlažne poplavne šume).

1.4. Ciljevi istraživanja

Uzorkovane su i proučavane dvije reproduktivno različite i geografski odvojene populacije živorodne gušterice s ciljem:

- definiranja distribucije i taksonomskog statusa populacija živorodne gušterice na temelju literaturnih i neobjavljenih dostupnih podataka (Republika Hrvatska, Bosna i Hercegovina)
- određivanja reproduktivnih značajki visokoplaninskih populacija živorodne gušterice (planina Vlašić, Bosna i Hercegovina) i nizinskih populacija (Spačva, Republika Hrvatska).

2. MATERIJALI I METODE

2.1. Predmet istraživanja

Proučavane su dvije populacije živorodne gušterice: visokoplaninska populacija s planine Vlašić u Bosni i Hercegovini i nizinska populacija iz poplavne šume Spačva blizu mjesta Spačva u Republici Hrvatskoj. Istraživane jedinke pripadaju podvrstama *Zootoca vivipara vivipara* Von Jacquin, 1787 s Vlašića i *Zootoca vivipara pannonica* Lác i Kluch, 1968 iz Spačve (Jelić i Bogdanović 2011; Horváthová i sur. 2013).

U literaturnim izvorima se navodi da je podvrsta *Zootoca vivipara vivipara* Von Jacquin, 1787 ovoviviparna (Arribas 2009). Pretpostavka je stoga da će i populacija s Vlašića imati ovoviviparni način razmnožavanja. Ovu pretpostavku temeljim i na hipotezi o razvoju živorodnosti zbog hladnije klime (Hodges 2004). Hipoteza se zasniva na pretpostavci da se viviparnost razvila kao adaptacija na hladnije klimatske uvjete koji su u korelaciji s geografskom širinom i nadmorskom visinom.

Populacija iz Spačve opisana je kao podvrsta *Zootoca vivipara pannonica* Lác i Kluch, 1968 (Jelić i Bogdanović 2011) za koju se literaturno navodi da je ovoviviparna (Kupriyanova i sur. 2003) no zbog nesigurnog taksonomskog statusa ove podvrste, ali i karakteristika staništa u Spačvi, pretpostavljeno je da je spačvanska populacija oviparna.

Istraživani lokaliteti razlikuju se prvenstveno u podvrstama živorodne gušterice koje tamo žive, ali i u klimi, nadmorskoj visini te florističkom sastavu. Pretpostavka je da baš ti faktori utječu na samu biologiju živorodne gušterice, odnosno njen reproduktivni tip.

2.2. Područje istraživanja

Istraživanje je izvršeno na dva lokaliteta: planina Vlašić u Bosni i Hercegovini i šuma Spačva kod mjesta Spačva u Istočnoj Hrvatskoj.

2.2.1. Planina Vlašić, Bosna i Hercegovina

Planina Vlašić nalazi se u središnjem dijelu Bosne i Hercegovine. Masiv čine kredni vapnenac i dolomit čije gornje dijelove prekrivaju livade i rudine dok je donji dio obrastao šumom (ako nije prenamjenjen u kulture i livade zbog razvijenog planinskog gospodarstva na ovom području). Zbog geomorfologije, ali i geografskog položaja (uvučenost u unutrašnjost Bosne, zaštita od primorskog utjecaja velikim masivom Vranice), na Vlašiću nisu izražni nepovoljni utjecaji submediteranske klime (duga ljetna suša, velika kolebanja temperature, jaki pljuskovi itd.) pa je planinska vegetacija nešto različita od tipičnog profila balkanskih planina dinarskog krša. Planinske rudine su na Vlašiću od davnina pod utjecajem čovjeka i nemaju samo kulturni i gospodarski značaj već određuju i vegetacijsku sliku područja (Horvat 1960). Iako se u osnovnoj florističkoj podjeli spominju šumski pojas i pojas alpskog bilja, naglasak je ovdje na alpskom pojasu, točnije planinske rudine koje su bitne za naše istraživanje jer se tamo nalazi mjesto uzorkovanja.



Slika 8. Stanište na planini Vlašić (1 800 m n.m.), BIH (foto: Dušan Jelić).

Godišnja količina oborina je oko 2000 milimetara ili više, a magle su česte i guste. Ljeta su kratka i umjerena, zime duge i oštre, a snijeg se dugo zadržava što povećava vlažnost klime. Na vegetaciju utječe i izloženost vjetru, a svi ovi faktori zajedno uzrokuju prisustvo ekološki različitih staništa (npr. razlike u evaporaciji, temperaturi i sl.). Na mjestu uzorkovanja nalazi se kamenito tlo sa značajnom vegetacijom planinskih rudina, koja pripada visokoplaninskim rudinama sveze *Seslerion tenuifoliae* Horv. 1930. Svezu čine niski busenasti šaševi i trave te brojne zeljaste biljke na izloženim grebenima i najvišim dijelovima Vlačića, ali i na obroncima. Ovdje je veliki utjecaj vjetra, dnevno zagrijavanje je izraženo, a u noći se ova područja brzo hlade pa su na ovom dijelu ekološki uvjeti prilično ekstremni (zbog snažnog djelovanja vjetra pojačana je evaporacija, a zimi odnosi snijeg što povećava vjerojatnost od isušivanja i smrzavanja) (Horvat 1960).

2.2.2. Šuma Spačva, Istočna Hrvatska

Istočna Hrvatska najizrazitija je nizinska regija u Hrvatskoj. Unutar te regije nalazi se Bosutska nizina koju čine Đakovački i Vukovarski praporni ravnjak na sjeveru, rijeka Sava na jugu, a na istoku i zapadu nalaze se nizinski dijelovi. Ovaj je kraj karakterističan po nizinskim, močvarnim i šumskim dijelovima, a smatra se i najvlažnijim krajolikom zbog sezonskih poplava što je uzrokovalo razvijanje specifičnog šumsko – močvarnog pejzaža. Bosutsku nizinu čini isključivo mladi kvartarni sediment među kojima su najraširenije naslage močvarnog i pretaloženog prapora. Dio Bosutske nizine čini i Spačvanska udolina u koju pritječe rijeka Spačva s pritocima i istočno omeđuje rijeka Bosut pa je izrazito močvarnog karaktera. Ovaj se utjecaj vode vidi na osobinama biljnog pokrova i tla pa u tim područjima nalazimo šume hrasta lužnjaka i običnog graba (*Carpino betuli - Quercetum roboris* Ht. 1938) i zajednice hrasta sladuna i cera (*Quercetum frainetto – cerris* Rudski 1949). Zbog takvih posebnih ekoloških uvjeta, Spačvanska udolina je idealno mjesto za razvoj nizinskih šuma hrasta lužnjaka (asocijacija šume hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom; *Genisto elatae-Quercetum roboris* Ht. 1938) koje ovdje imaju najveći areal. Ove šume pripadaju izrazito higrofilnim zajednicam, a osim hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.), koji zauzima najveći udio, ovdje se s velikom učestalošću nalazi i brijest (*Ulmus minor* Miller), dok je poljski jasen (*Fraxinus angustifolia* Vahl) vezan za vlažnija staništa. U očuvanim područjima postoji i značajan sloj grmlja i niskog raslinja (Bognar i sur. 1975), a najznačajnija vrsta je *Genista elata*, žutilovka. Samo mjesto uzorkovanja bio je šumski put uz kanale s obje strane puta u

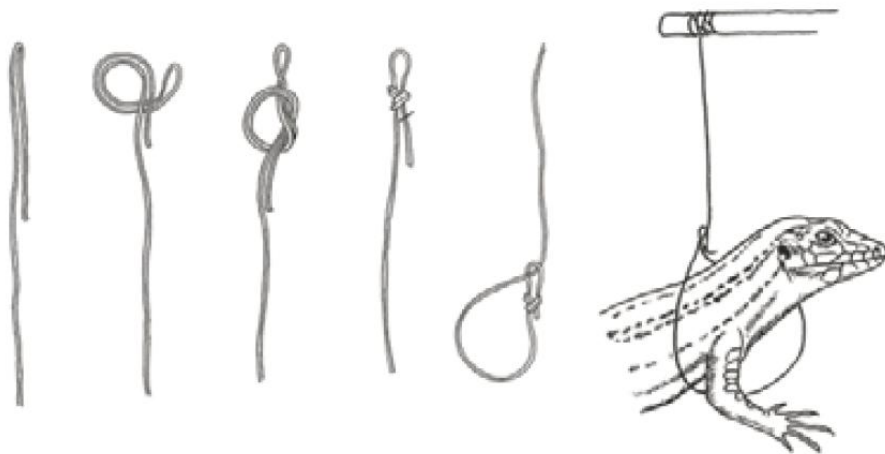
kojem se nalaze položeni hrastovi trupci. Uz kanal počinje i sama šuma s jedne strane, a s druge se razaznaje osim hrastovog drveća i sloj grmlja.



Slika 9. Stanište u poplavnoj šumi Spačva (foto: Senka Baškiera).

2.3. Metode prikupljanja podataka i rad u laboratoriju

U kolovozu 2010. godine sakupljeno je 15 ženki na livadnom staništu na planini Vlašić u Bosni i Hercegovini na 1800 do 1900 metara nadmorske visine. U srpnju 2012. godine u šumi Spačva blizu mjesta Spačva u Istočnoj Hrvatskoj ulovljeno je 10 ženki na 80 do 90 metara nadmorske visine, najčešće na položenim hrastovim trupcima u kanalu uz šumski put. Ženke su sakupljene nasumičnim pretraživanjem terena pomoću štapa s omčicom i smještene su u zasebne plastične terarije. U sklopu istraživanja koristi se metoda lova omčom jer ih rukom nije moguće uhvatiti zato što gušteri bježe i na većim udaljenostima od čovjeka. Na granu ili ribički štap pričvrsti se omčica izrađena od zubne svile koja se provuče gušteru preko vrata ili gornjeg dijela tijela te povuče u smjeru repa. Gušter se zatim primi i oslobodi s omče.



Slika 10. Rad s omčicom (Janev Hutinec 2008).

2.3.1. Postupak sa ženka

Ženke sakupljene na Vlašiću su držane u terarijima na terenu sve do polijeganja jaja nakon čega su zajedno s mladim jedinkama vraćene u prirodu. Ženke iz Spačve su, u suradnji sa Zoološkim vrtom grada Zagreba, transportirane u Zagreb i smještene su u zasebne, prethodno pripremljene terararije sa zemljom i komadima hrastove kore u posebnim prostorijama u zoološkom vrtu. Gušterice su bile izložene prirodnom i umjetnom svjetlu što je stvorilo termalni i fotogradijent tijekom cijelog dana kako bi se što bolje oponašali prirodni uvjeti njihovog staništa. Vlaga u terariju održavana je svaki dan prskanjem, a debljina supstrata je bila oko tri do četiri centimetra kako bi ženke mogle zakopavati jaja nakon polijeganja. Količina vode i temperatura prostorije također se kontroliraju iz dana u dan, a sve su ženke držane pod istim uvjetima. Hranu (manje cvrčke) i vodu uzimale su *ad libitum*. Svakoj ženki dodijeljene su posebne oznake (ZOO1 do ZOO10) već na terenu i bile su naznačene i na svakom terariju i protokolu za bilježenje podataka. U protokol se po ulovu upisivala i masa jedinke izmjerena na terenu, vrijednosti morfoloških karakteristika te bilješke o općem stanju jedinke. Razlikovanje pojedinih jedinki i legla (a tako i mladih) potrebno je zbog kasnije analize podataka. Masa ženki u laboratoriju mjerena je svaki dan sve do polijeganja jaja kada je zadnji put izmjerena. Zapisan je i datum dolaska ženki u laboratorij te datum polijeganja jaja. Nakon polijeganja jaja i izlijeganja mladih, ženke su s mladuncima vraćene na lokalitet na kojem su i prikupljene.



Slika 11. Pribor za mjerenje ženki (foto: Ana Kolarić).



Slika 12. Gravidna ženka živorodne gušterice iz Spačve smještena u terarij
(foto: Senka Baškiera).



Slika 13. Gravidna ženka živorodne gušterice s Vlašića (foto: Dušan Jelić).

Za sve ženke zabilježene su sljedeće mjere: m0, m1, m2, SVL, Ltot, Lt, Lhel, Lsfl, Lfhl, HH, HW, veličina legla. Mjere su uzete digitalnom pomičnom mjerkom preciznosti 0,01mm i digitalnom vagom preciznosti 0,01 g, a značenje mjera navedeno je u tablici 1.

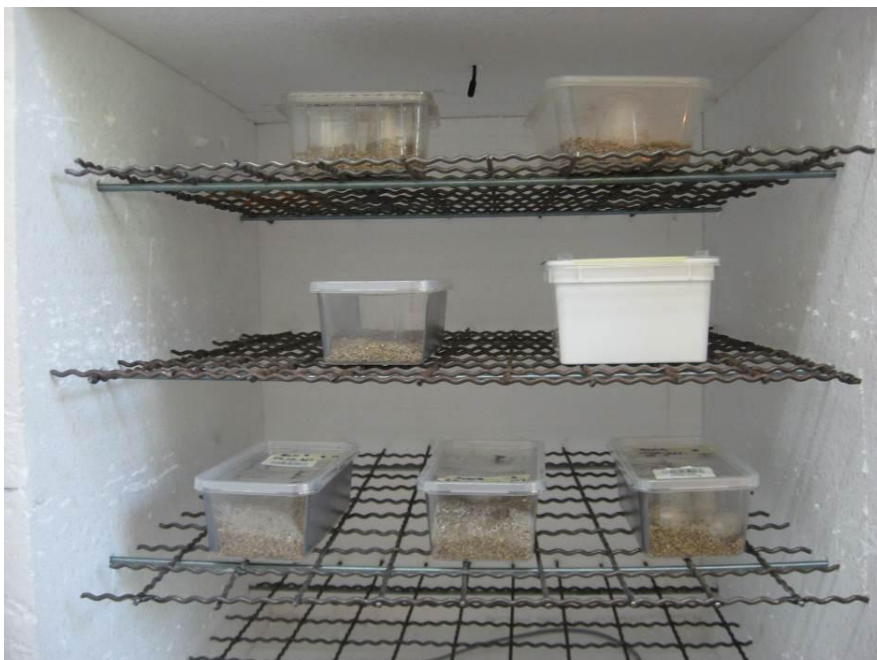
Tablica 1. Značenje mjera zabilježenih za ženke živorodne gušterice

Oznaka	Značenje oznake
m0 (g)	Masa ženke izmjerena po ulovu (izraženo u gramima)
m1 (g)	Masa ženke zabilježena neposredno prije polijeganja jaja (izraženo u gramima)
m2 (g)	Masa ženke zabilježena neposredno iza polijeganja jaja (izraženo u gramima)
SVL (mm)	„Snouth to vent length“: dužina tijela ženke od vrha njuške do kloake (izraženo u milimetrima)
Ltot (mm)	„Total length“: ukupna dužina tijela ženke mjerena od vrha njuške do kraja repa (izraženo u milimetrima)
Lt (mm)	„Tail length“: dužina repa ženke (izraženo u milimetrima)
Lhel (mm)	„Snout to ear - end length“: dužina od vrha njuške do kraja slušnog otvora (izraženo u milimetrima)
Lsfl (mm)	„Snout to forelimb length“: dužina od vrha njuške do prednjeg uda (izraženo u milimetrima)
Lfhl (mm)	„Forelimb to hindlimb length“: duljina od prednjeg do stražnjeg uda (izraženo u milimetrima)
HH (mm)	„Head hight“: visina galve (izraženo u milimetrima)
HW (mm)	„Head width“: širina glave (izraženo u milimetrima)
Veličina legla	Broj jaja u leglu po ženki

2.3.2. Postupak s jajima

Nakon polijeganja, legla se premještaju u inkubator u zasebnim plastičnim posudama s poklopcem u kojima je supstrat od vermikulita i vode kako bi imala potrebnu vlagu za razvoj. Svako jaje u leglu dobilo je posebnu oznaku za lakše praćenje inkubacije (1, 2, 3 itd.) i sva su jaja držana pod jednakim uvjetima. Ako bi se na nekim jajima pojavila plijesan ili bi počela propadati, ona bi se uklonila kako se zdrava jaja ne bi potencijalno ugrozila. U inkubatoru je održavana konstantna temperatura od prosječnih 28°C. Jaja su vagana i mjerena svaki treći dan kako bi dobili točnije podatke o razvoju mladih, a zbog kontrole i praćenja njihova razvitka, pregledavana su svaki dan. Stanje legla i pojedinih jaja unutar legla, kao i temperaturni uvjeti u prostoriji i inkubaciji, zapisivalo se svaki dan u dnevnik rada zbog lakšeg praćenja stanja. Nakon polijeganja jaja u terariju zapisan je datum ovopozicije kao i vrijeme trajanja inkubacije pojedinog legla, odnosno jaja u svakom leglu.

Neposredno prije izlijeganja mladih, jaja su u inkubacijskoj posudi bila smještena u manje plastične čašice (također označene jedinstvenom oznakom jajeta) u koji je smješten supstrat.



Slika 14. Inkubator s posudama za inkubiranje (foto: Senka Baškiera).

Za sva jaja zabilježene su sljedeće mjere: masa, duljina, širina (Tablica 2.). Zabilježen je još i inkubacijski period za svako jaje. Mjere su uzete digitalnom pomičnom mjerkom preciznosti 0,01mm i digitalnom vagom preciznosti 0,01 g.



Slika 15. Vaganje jajeta živorodne gušterice (foto: Senka Baškiera).

Tablica 2.: Značenje mjera zabilježenih za jaja živorodne gušterice

Oznaka	Značenje oznake
m (g)	Masa jajeta (izraženo u gramima)
d (mm)	Dužina jajeta (izraženo u milimetrima)
š (mm)	Širina jajeta; mjereno na najširem dijelu jajeta (izraženo u milimetrima)

2.3.3. Postupak s juvenilnim jedinkama

Nakon izlijevanja, mladi su pažljivo izvagani i izmjereni te premješteni u već pripremljene terarije (na isti način kao i terariji za gravidne ženke), a datum izlijevanja zapisan je u dnevnik rada. Kako izlijevanje mladih predstavlja kraj laboratorijskog rada, oni su vraćeni zajedno sa ženkama u lokalitete na kojima su ženke uzorkovane.



Slika 16. Vaganje juvenilne jedinke živorodne gušterice (foto: Ana Kolarić).

Za sve juvenilne jedinke zabilježene su sljedeće mjere: m, SVL, Lt, Ltot. Mjere su uzete digitalnom pomičnom mjerkom preciznosti 0,01mm i digitalnom vagom preciznosti 0,01 g, a značenje mjera navedeno je u tablici broj 3.

Tablica 3.: Značenje mjera zabilježenih za juvenilne jedinke živorodne gušterice

Oznaka	Značenje oznake
m (g)	Masa juvenilne jedinke (izraženo u gramima)
SVL (mm)	„Snouth to vent length“: dužina tijela juvenilne jedinke od vrha njuške do kloake (izraženo u milimetrima)
Ltot (mm)	„Total length“: ukupna dužina tijela juvenilne jedinke mjerena od vrha njuške do kraja repa (izraženo u milimetrima)
Lt (mm)	„Tail length“: dužina repa juvenilne jedinke (izraženo u milimetrima)

2.4. Mjerenja i obrada podataka

Nova karta distribucije živorodne gušterice na području Republike Hrvatske i Bosne i Hercegovine je napravljeno temelju prikupljenih podataka iz literature i osobnih podataka u programu ESRI ArcGIS (verzija 10.1).

Izmjerene morfometrijske karakteristike (m, SVL, Ltot, Lt, HH, HW, WEIGHT/W) unijela sam u tablice (Microsoft Excel 2010) i za obje istraživane populacije napravljena je deskriptivna statistika: izračunata je srednja vrijednost (mean), minimum (min), maksimum (max), standardna devijacija (SD) i standardna pogreška (SE).

Radila sam i izračune volumena jaja prema Narushin 2005 po sljedećoj formuli:

$$V = (0.6057 - 0.0018B)LB^2;$$

gdje L označava duljinu jajeta, a B njegovu širinu. Volumen sam računala nakon svakog mjerenja zbog praćenja rasta jajeta. Rezultat ovih mjerenja prikazan je grafički kao prirast srednjih vrijednosti jaja po leglu zajedno s drugim mjerenim parametrima. Ova formula je odabrana jer se smatra najtočnijom za izračun ovakvog tipa jaja (jaja gmazova mogu imati različite sferoidne ili elipsoidne oblike, a Narushin je vršio ispitivanja na kokošjim jajima koja su oblikom najsličnija jajima živorodne gušterice).

Između svih navedenih značajki su ispitivani odnosi linearanom korelacijom (značajke ženki, jaja i mladunaca te međusobno unutar kategorija) u svrhu dobivanja više informacija o načinu i strategiji razmnožavanja. Za postojanje značajne korelacije uzimala sam sve vrijednosti od $r \geq 0,75$; $p < 0,05$, a rezultati su prikazani i grafički, zajedno s podacima o koeficijentu determinacije (r^2) nakon što sam podacima pridružila liniju regresije da bih utvrdila u kakvom se odnosu nalaze podaci i jesu li vrijednosti određenih parametara (tj. sva seta podataka koje sam ispitivala) uzročno-posljedično povezani. Ova sam ispitivanja obavila u programu Past (verzija 2.17c, 2013).

Vršila sam i ispitivanje parametara jednosmjernim Studentovim t-testom između populacija kao bih utvrdila postoji li statistički značajna razlika u vrijednostima određenih parametara između proučavanih populacija. U komparativnom dijelu sam računala još dvije vrijednosti: RCM i EFCM. RCM (relativnu masu legla) sam računala za svaku populaciju pojedinačno jer označava vrijednost ulaganja vrste u reprodukciju, ali i teret koji ženka podnosi tijekom reprodukcije. RCM vrijednost se povezuje još i s reproduktivnim tipom i

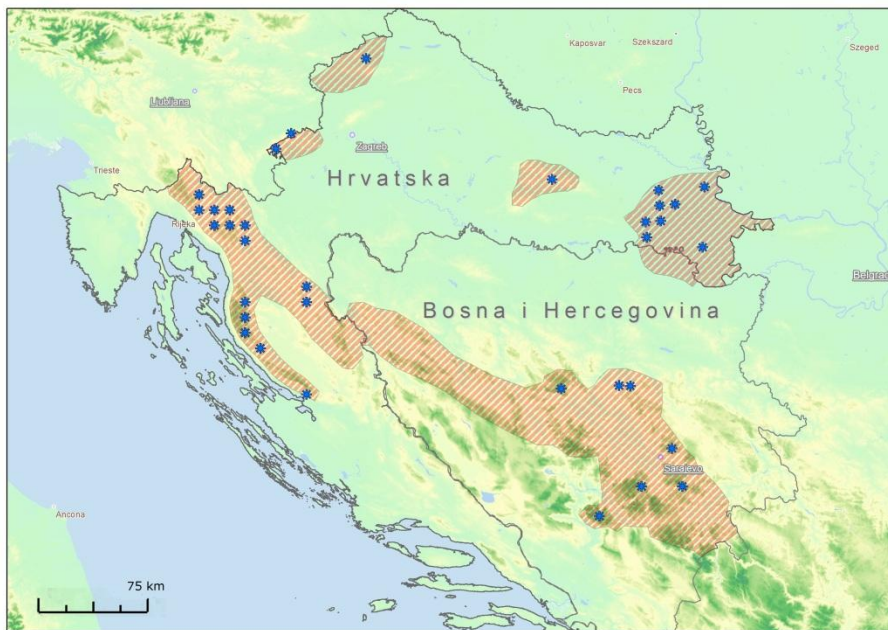
klimom na području na kojoj je vrsta rasprostranjena, ali i evolucijskim linijama živorodne gušterice, a računa se kao omjer mase legla i mase ženke nakon polijeganja jaja. Ovoviviparne populacije pokazuju višu srednju vrijednost RCM-a (Roitberg i sur. 2013). Druga vrijednost, EFCM (efektivna relativna masa legla) računa se kao omjer umnoška srednje mase mladunaca i veličine legla i mase ženki nakon polijeganja jaja i također se može primjenjivati kao pokazatelj energetske ulaganja ženki u potomstvo tijekom razmnožavanja (Crnobrnja – Isailović i Aleksić 2004).

U izračun sam još dodala vrijednosti „ukupna masa jaja u leglu“, „ukupna masa mladunaca u leglu“ te „izgubljena masa“ (predstavlja razliku mase ženke prije polijeganja i mase ženke nakon polijeganja) kako bi komparativna analiza bila potpunija.

3. REZULTATI

3.1. Distribucija živorodne gušterice u Republici Hrvatskoj i u Bosni i Hercegovini

S obzirom na sakupljene literaturne i neobjavljene podatke iz osobne komunikacije predstavljena je nova karta distribucije živorodne gušterice na području Republike Hrvatske i Bosne i Hercegovine (Radovanović 1951; Jelić i sur. 2013; Werner 1899; Bolokay 1919; Bolokay 1924; Veith 1991; Dušan Jelić, osobna komunikacija; Boris Lauš, osobna komunikacija). Novoj karti su dodani podaci o rasprostranjenosti na području Krapinsko – zagorske i Varaždinske županije i izostavljeni su upitni nalazi na području Velebita, Istočne Hrvatske i Like. Na području BIH ucrtani su nalazi i pretpostavljeni areali rasprostranjenja.



Slika 17. Nova karta distribucije živorodne gušterice u Republici Hrvatskoj i Bosni i Hercegovini.

3.2. Populacija s Vlašića, BIH

Od 15 ulovljenih ženki, 9 je položilo 3 do 8 jaja po leglu što je rezultiralo ukupnim brojem od 43 mladunaca.



Slika 18. Ženka živorodne gušterice s Vlašića nakon poroda (foto: Dušan Jelić).

Ženke su položile legla od 3 do 8 jaja s tankom, prozirnom ovojnicom koju su mladunci probili nakon prosječno 30 minuta (Slika 19).



Slika 19. Jaje iz legla ženke živorodne gušterice s Vlašića (foto: Dušan Jelić).



Slika 20. Izlijeganje juvenilne jedinke živorodne gušterice iz jajeta, Vlašić (foto: Dušan Jelić).

Od 43 mladunaca, 42 su bila vijabilna dok je jedan mrtvorodeni s malformacijom (ova jedinka nije uključena u statističku obradu niti u prikaz podataka) (Slika 21).



Slika 21. Mrtvorodena juvenilna jedinka živorodne gušterice (foto: Dušan Jelić).

Vrijednosti reproduktivnih značajki izmjerene za gravidne ženke s Vlašića nalaze se u tablici 4. Podaci dobiveni za ženke koje nisu polegle jaja nisu prikazani u tablici niti su korišteni u daljnjoj obradi podataka.

Tablica 4. Srednje vrijednosti mjera reproduktivnih značajki ženki živorodne gušterice (N=9)

	Srednja vrijednost ± SE	Raspon
SVL (mm)	55,91±1,25	50,41 – 62,30
Početna masa (g)	4,49±0,25	3,60 – 5,71
Masa nakon polijeganja jaja (g)	2,59±0,12	2,13 – 3,15
Izgubljena masa (g)	1,89±0,18	1,18 – 2,79
Veličina legla	4,78±0,49	3,00 – 8,00

Srednja vrijednost veličine legla i prosjek srednjih vrijednosti reproduktivnih značajki juvenilnih jedinki prikazano je u Tablici 5.

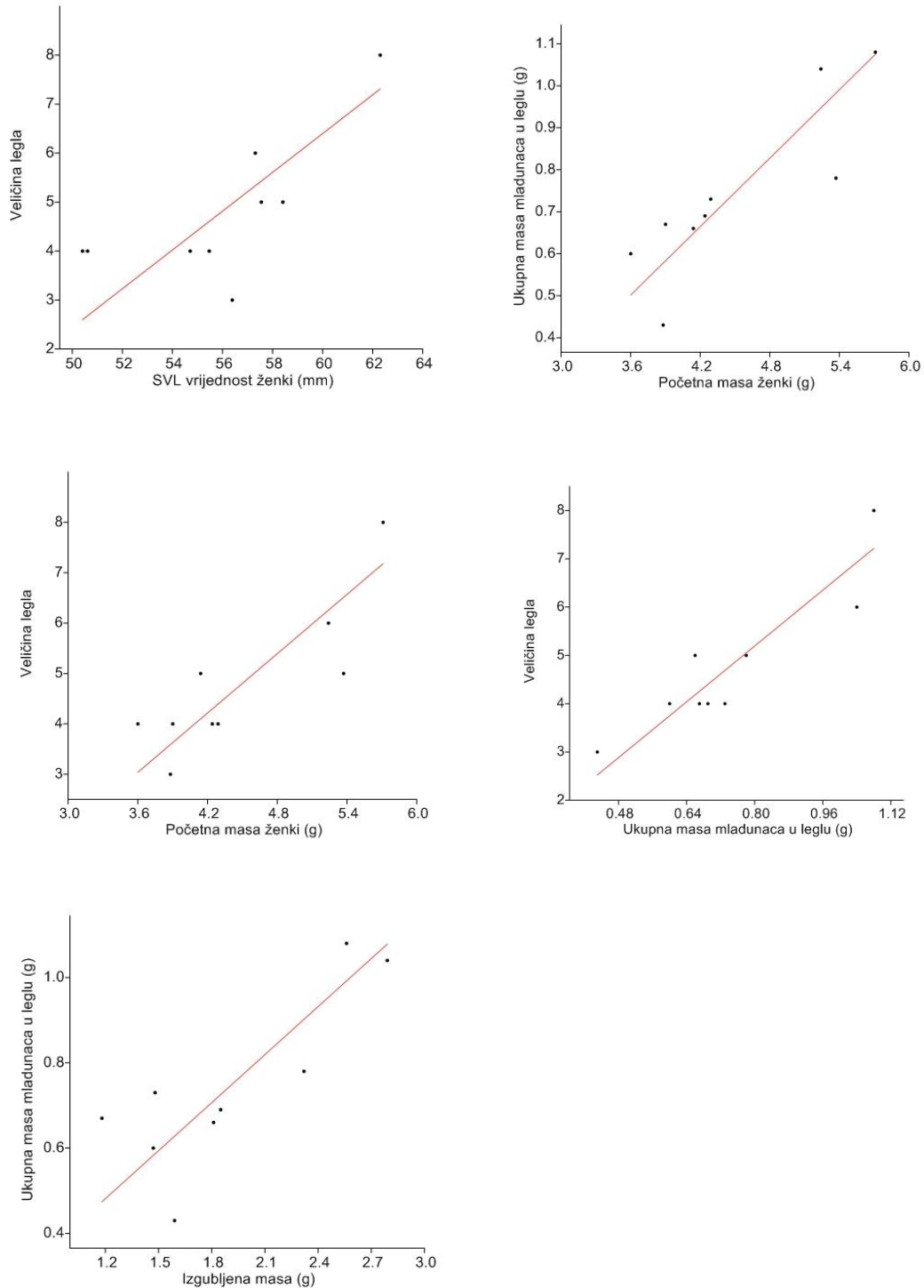
Tablica 5. Vrijednosti mjera reproduktivnih značajki juvenilnih jedinki živorodne gušterice (N=42)

	Srednja vrijednost ± SE	Raspon
SVL (mm)	20,16±0,11	18,26 – 21,60
Masa (g)	0,16±0,003	0,12 – 0,20
Ukupna masa legla (g)	0,74±0,03	0,43 – 1,08



Slika 22. Juvenilna jedinka živorodne gušterice s Vlašića (foto: Dušan Jelić).

Linearnom korelacijom analizirani su odnosi parametara (značajke ženki sa značajkama mladunaca). Iako su ispitani odnosi svih parametara, samo su sljedeći odnosi dali značajne korelacije: odnos početne mase ženke i veličine legla ($r = 0,84$; $r^2 = 0,71$; $p = 0,004$), SVL vrijednost ženke i veličina legla ($r = 0,72$; $r^2 = 0,52$; $p = 0,028$), početna masa ženke i masa svih mladunaca u leglu ($r = 0,87$; $r^2 = 0,75$; $p = 0,003$), masa svih mladunaca u leglu i veličina legla ($r = 0,91$; $r^2 = 0,83$; $p = 0,001$) te izgubljena masa ženki i masa svih mladunaca u leglu ($r = 0,81$; $r^2 = 0,66$; $p = 0,008$). Rezultati korelacija i linearnih regresija su prikazani na slici 23 (u slučaju ove populacije, veličina legla označava ujedno i broj mladunaca po ženki).



Slika 23. Rezultati linearne korelacije i regresijske analize: odnos SVL vrijednosti ženki i veličine legla ($p < 0,05$); odnos početne mase ženki i ukupne mase mladunaca u leglu ($p < 0,01$); odnos početne mase ženki i veličine legla ($p < 0,01$); odnos ukupne mase mladunaca u leglu i veličine legla ($p < 0,01$); odnos izgubljene mase ženki i ukupne mase mladunaca u leglu ($p < 0,01$).

3.3. Populacija iz Spačve, HR

Od 10 sakupljenih ženki, 6 je položilo jaja. Ženke su položile legla od 4 do 7 jaja s kalcificiranom ljuskom čija je prosječna inkubacija trajala 21 dan (Slika 24).



Slika 24. Ženka živorodne gušterice s položenim leglom (foto: Senka Baškiera).

Sveukupno se 27 mladunaca izleglo iz 38 položenih jaja. 11 jaja je propalo, a samo u jednom je pronađen zametak i to već formirano uginulo mlado (Slika 25). Ovo mlado nije uključeno u zbroj od 27 mladih niti je uključeno u statističku obradu i prikaz rezultata (iako je izmjereno i vagano).



Slika 25. Otvoreno jaje s uginulom juvenilnom jedinkom živorodne gušterice

(foto: Senka Baškiera).

Položena jaja spačvanskih jedinki u laboratoriju pronađena su pretraživanjem terarija, zakopana u supstrat ili na samom supstratu. Jaja su nježno stavljena u supstrat u posudu za inkubiranje pazeći pri tome da se polože na pravilnu stranu, tj. onako kao su i pronađena u terariju. U supstrat se urone na otprilike pola njihova volumena kako bi im se osigurala potrebna vlaga za razvoj, ali isto tako i izmjena plinova jer je ljuska jajeta porozna (Slika 26).



Slika 26. Leglo premješto u posudu za inkubiranje (foto: Senka Baškiera).

U slučaju da je na jajetu počela rasti plijesan ili je jaje propalo tijekom inkubacije, jaje se odmah uklonilo iz posude kako se plijesan ne bi proširila na zdrava jaja. Propalo jaje se se sukladno sa svojom oznakom na protokokolu tako i označilo (Slika 27).



Slika 27. Izgled zdravog i propalog jajeta (foto: Senka Baškiera).

Takva jaja su otvarana da bi se utvrdilo postoji li zametak, tj. jesu li ta jaja bila oplodena. Otvarana su i jaja iz legla u kojima su se izlegli mladi iz jajeta, a vrijeme inkubacije je još trajalo. Samo je unutar jednog jajeta pronađen zametak i to gotovo formirano uginulo mlado dok je unutar ostalih jaja pronađena više ili manje homogena žućkasta masa (Slika 28). Smežurana jaja se se ostavljala u inkubaciji zbog vjerojatnost da bi apsorbirala potrebnu vlagu, no iz takvih jaja se nisu izlegle mlade jedinke. Nakon određenog vremena na pojedinim jajima su se pojavile kapljice i nekoliko dana nakon toga mladi su se izlegli van iako ova pojava nije bila siguran pokazatelj ovog događaja jer su neka od tako „orošenih“ jaja su ubrzo nakon toga počela dobivati smeđe mrlje i na kraju su propala.



Slika 28. Otvaranje jajeta živorodne gušterice (foto: Senka Baškiera).

Mladi su bili pronađeni unutar inkubacijske posude u čašicama i tako su dobili svoju oznaku (Slika 29 - 31).



Slika 29. Juvenilne jedinke živorodne gušterice u inkubacijskim posudama

(foto: Senka Baškiera).



Slika 30. Izlijeganje juvenilne jedinke živorodne gušterice iz jajeta

(foto: Ana Kolarić).



Slika 31. Juvenilne jedinke živorodne gušterice

(foto: Senka Baškiera).

Vrijednosti reproduktivnih značajki izmjerene za gravidne ženke iz Spačve nalaze se u tablici 6. Podaci dobiveni za ženke koje nisu polegle jaja nisu prikazani u tablici niti su korišteni u daljnjoj obradi podataka.

Tablica 6. Srednje vrijednosti mjera reproduktivnih značajki ženki živorodne gušterice (N=6)

	Srednja vrijednost ± SE	Raspon
SVL (mm)	52,83±1,01	50,37 – 57,23
Početna masa (g)	5,08±0,24	4,15 – 5,67
Masa nakon polijeganja jaja (g)	3,50±0,19	2,94 – 4,20
Izgubljena masa (g)	1,58±0,11	1,21 – 1,93
Veličina legla	6,33±0,49	4,00 – 7,00

Srednja vrijednost veličine legla i prosjek srednjih vrijednosti reproduktivnih značajki jaja i juvenilnih jedinki prikazano je u tablici 7, odnosno tablici 8.

Tablica 7. Srednje vrijednosti mjera jaja živorodne gušterice (za navedene parametre je prikazana prva izmjerena vrijednost; N=38).

	Srednja vrijednost ± SE	Raspon
Duljina (mm)*	9,24±0,27	7,85 – 10,42
Širina (mm)*	6,02±0,09	4,97 – 6,65
Masa (g)*	0,25±0,01	0,19 – 0,32
Ukupna masa jaja u leglu (g)	1,61±0,15	0,96 – 2,07
Volumen (mm³)*	199,98±9,10	153,59 – 260,21

* od srednjih vrijednosti po leglu je prikazan prosjek tih vrijednosti, dok raspon prikazuje individualne vrijednosti po leglu

Tablica 8. Srednje vrijednosti mjera reproduktivnih značajki juvenilnih jedinki živorodne gušterice (N=27).

	Srednja vrijednost ± SE	Raspon
SVL (mm)	21,05±0,18	19,56 – 22,68
Masa (g)	0,28±0,008	0,21 – 0,35
Ukupna masa legla (g)	1,50±0,99	0,99 – 1,99

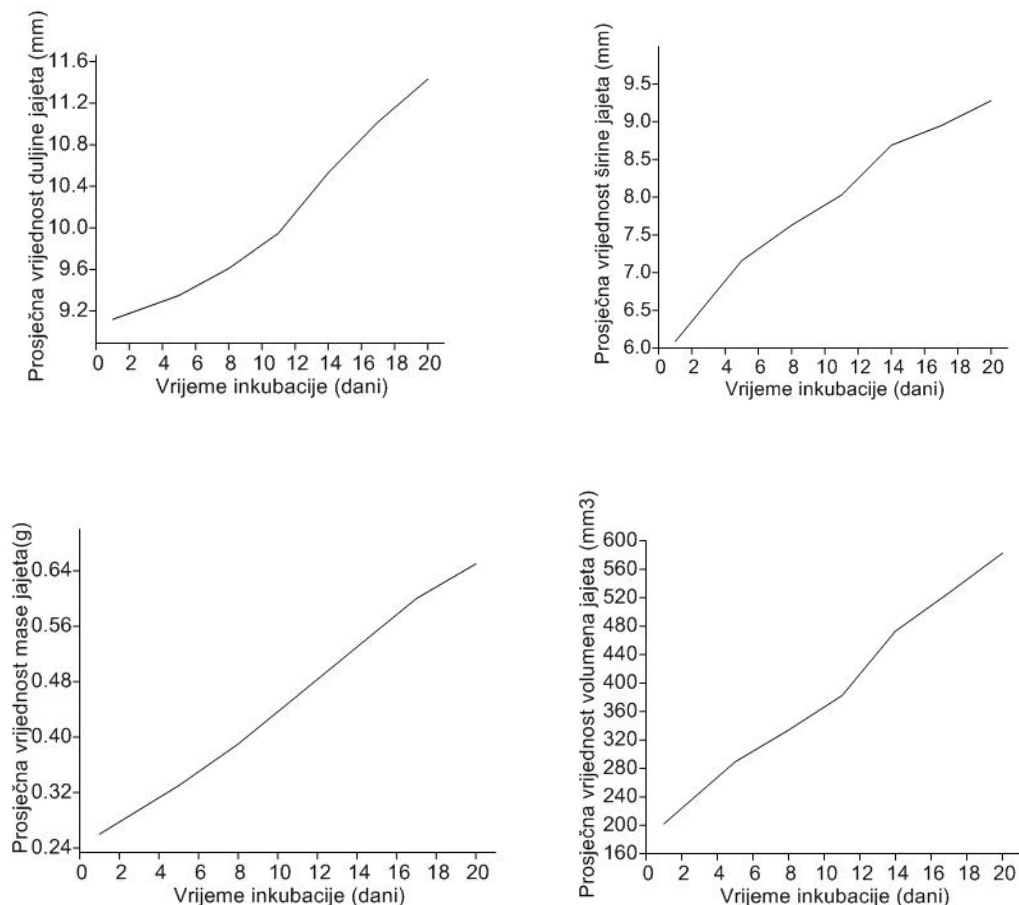
Mladi su nakon izlijevanja vraćeni na mjesto uzorkovanja zajedno sa ženjkama (Slika 32.)



Slika 32. Vraćanje jedinki živorodnih gušterica na mjesto uzorkovanja, Spačva

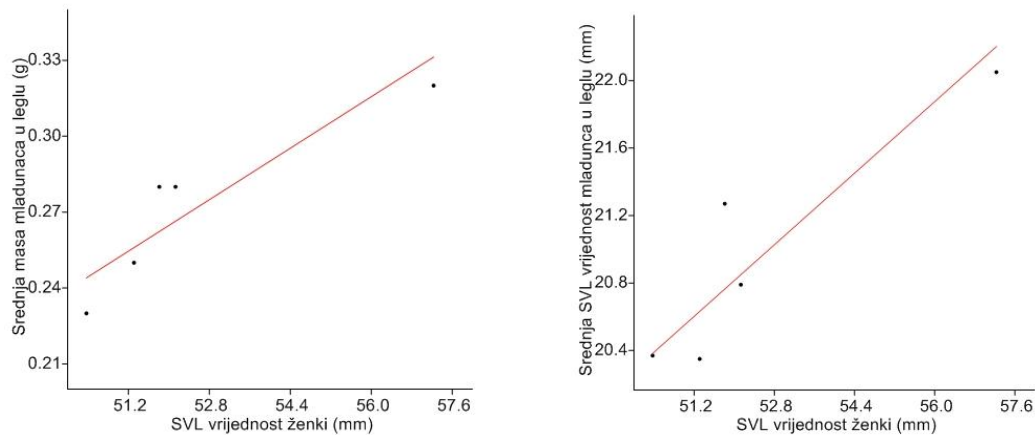
(foto: Senka Baškiera).

Promjena parametara jaja tijekom inkubacije prikazana je grafički po danima (prosječna vrijednost inkubacije je 21 dan) (Slika 33). Vrijednosti su svakim mjerenjem bile veće i rasle su sve do izlijeganja. Srednja vrijednost duljine jaja nakon prvog mjerenja bila je 9,12 mm, a nakon zadnjeg 11,43 mm. Razlika je između prvog i zadnjeg mjerenja u 2,31 mm, tj. dnevni prirast duljine jaja je 0,11 mm (1,21 % dnevno). Srednja vrijednost širina jaja se promijenila za 3,19 mm (od 6,09 mm do 9,28 mm), odnosno 0,15 mm po danu (2,46 % dnevno). Srednja masa se povećala za 0,39 g (od 0,26 g do 0,65 g), a dnevni prirast je bio 0,02 grama po danu (7,69 % dnevno), dok se srednji volumen promijenio za 326,63 mm³ (202,13 mm³ do 528,76 mm³) tj. 15,55 mm³ dnevno (7,69 %). Iz grafa je vidljivo da u prvim fazama inkubacije jaje raste vrlo brzo u širinu, a sporo u duljinu. Kasnije se rast u širinu ujednačava dok rast u duljinu progresivno napreduje. Prirast mase je jednolik kroz cijelo vrijeme inkubacije, a volumena približno jednolik.



Slika 33. Promjena prosječnih vrijednosti parametara jaja tijekom inkubacije: promjena srednje duljine, širine, mase i volumena jaja u leglu.

Linearnom korelacijom analizirani su odnosi parametara (kategorije međusobno, npr. značajke ženki sa značajkama jaja, ali i unutar kategorija međusobno kao npr. značajke veličine legla sa značajkama početne mase ženke). Sljedeći odnosi dali su značajne korelacije: SVL vrijednost ženke i srednja masa mladunaca ($r = 0,91$; $r^2 = 0,83$; $p = 0,033$) te SVL vrijednost ženke i SVL vrijednost mladunaca ($r = 0,91$; $r^2 = 0,83$; $p = 0,031$), zatim odnos veličine legla i ukupne mase jaja u leglu, ukupna masa jaja u leglu i SVL vrijednost mladunaca i srednja masa mladunaca i SVL mladunaca. Grafički su prikazani samo odnosi značajnih korelacija.



Slika 34. Rezultati linearne korelacije i regresijske analize: odnos SVL vrijednosti ženki i srednje mase mladunaca u leglu ($p < 0,05$); odnos SVL vrijednosti ženki i srednje SVL vrijednosti mladunaca u leglu ($p < 0,05$).

3.4. Komparativna analiza proučavanih populacija živorodne gušterice

Rezultati deskriptivne komparativne analize prikazani su u tablici 9.

Tablica 9. Glavne razlike reproduktivnih značajki između dvije proučavane populacije živorodne gušterice na početku istraživanja.

	Tip staništa	Inkubacijski period	Ovojnica jajeta
VLAŠIĆ, BIH SPAČVA, HR	Planinski	Prosječno 30 minuta	Tanka membrana
	Nizinski	Prosječno 21 dan	Kalcificirana ljuska

Rezultati Studentovog t-testa pokazuju statistički značajne razlike između analiziranih parametara ($p < 0,05$) za vrijednosti veličine legla, srednje mase mladunaca, srednje SVL vrijednosti mladunaca, za RCM i EFCM vrijednosti (tablica 10).

Tablica 10. Komparativna analiza reproduktivnih značajki dvije populacije živorodne gušterice; rezultati Studentovog t-testa.

	VLAŠIĆ		SPAČVA		Vrijednost t testa	p vrijednost
	AVR±SE	Min-Max	AVR±SE	Min-Max		
Početna masa ženki (g)	4,49 ± 0,25	3,60 – 5,71	5,08 ± 0,24	4,15 – 5,67	1,63	0,064
SVL vrijednost ženki (mm)	55,91 ± 1,25	50,41 – 62,30	52,83 ± 1,01	50,37 – 57,23	1,76	0,051
Izgubljena masa (g)	1,89 ± 0,18	1,18 – 2,79	1,58 ± 0,11	1,21 – 1,93	1,30	0,110
Veličina legla	4,78 ± 0,49	3,00 – 8,00	6,33 ± 0,49	4,00 – 7,00	2,13	< 0,05
Srednja masa mladunaca (g)	0,16 ± 0,003	0,12 – 0,20	0,28 ± 0,008	0,21 – 0,35	13,12	< 0,001
Srednja SVL vrijednost mladunaca (mm)	20,16 ± 0,11	18,26 – 21,60	21,05 ± 0,18	19,56 – 22,68	3,15	< 0,05
RCM	0,29 ± 0,02	0,19 - 0,42	0,46 ± 0,04	0,33 - 0,55	4,39	< 0,001
EFCM	0,29 ± 0,02	0,42 - 0,18	0,40 ± 0,06	0,26 - 0,59	2,08	< 0,05

4. RASPRAVA

Istraživanje distribucije neke vrste često puta može biti vrlo kompleksno, jer zahtjeva proučavanje velike količine literature, terenskih istraživanja, ali i komunikacije s drugim istraživačima. U ovom sam radu htjela prezentirati ne samo reproduktivne značajke proučavanih populacija živorodne gušterice već i njenu distribuciju na ovom području. Nova karta rasprostranjenosti živorodne gušterice na području Hrvatske se ne razlikuje mnogo od karte iz Crvne knjige (vidi: 1.3.2. Geografska rasprostranjenost) (dodani su podaci o nalazu na području Krapinsko – zagorske i Varaždinske županije i izostavljeni su upitni nalazi na području Velebita, Istočne Hrvatske i Like), ali je značajna jer daje informacije o rasprostranjenosti te vrste na području BIH i preciznijem prikazu na tlu Hrvatske. Ovaj prikaz ne daje samo nove informacije o rasprostranjenosti već i o povezanosti areala na dva državna teritorija. Naravno, daljnje je terensko istraživanje potrebno kako bi karta distribucije ove vrste bila potpunija i preciznija. Također smatram da je i neophodno povezati areale distribucije i s ostalim susjednim državama da bi karta bila potpuna. Za sada, možemo se služiti ovom kartom jer je najbolja dostupna (upotpunjuje detaljnije sliku o nalazima živorodne gušterice ovih područja i predstavlja precizniji prikaz od globalnih prikaza distribucije).

Drugi dio ovog istraživanja, proučavanje reproduktivnih karakteristika, daje puno više informacija. Ženke s Vlašića su položile jaja s membranoznom ovojnicom i već razvijenim mladima što je karakteristika ovoviviparnih populacija (Dely i Böhme 1984) kako sam i pretpostavila. Jedno mlado je bilo mrtvorodeno (Slika 21), najvjerojatnije zbog malformacije u ranom stadiju razvoja.

Što se tiče odnosa reproduktivnih karakteristika, Crnobrnja – Isailović i Aleksić 2004; Horváthová i sur. 2013 navode pozitivne korelacije ženki većih masa ili SVL vrijednosti i veličine legla i srednje mase mladunaca, a iste odnose pokazuju i moji podaci. Vidljivo je dakle kako veće i teže ženke imaju više energije koju mogu uložiti u potomstvo koje je također tada veće i teže ili jednostavno brojnije. Vidljivo je i da ženke većih masa imaju potomstvo čija je ukupna masa veća, pa i izgubljena masa ženki pozitivno korelira s ukupnom masom potomaka u leglu. Valjano bi bilo dakle, očekivati veća legla od ženki većih masa tijela i većih SVL vrijednosti.

U slučaju spačvanske populacije, ženke su polijegale kalcificirana jaja čija je inkubacija trajala prosječno 21 dan što je kraće od zabilježenih literaturnih podataka prema kojima je inkubacija jaja oviparnih populacija bila u rasponu od 26-37 dana (Arribas 2009; Heulin i sur. 2000; Lindtke i sur. 2010). U jednom sam jajetu pronašla uginulo mlado koje je bilo već razvijeno (Slika 25.) dok su ostala jaja bila neoplođena. Moguće je da je ovo mlado uginulo u jajetu zbog gušenja jer nije moglo rožnatim zubićem probiti ljusku i izaći van, a možda je imalo nekakvu malformaciju zbog čega je uginulo.

U slučaju ove populacije rezultati korelacije i regresije pokazuju povezanost SVL vrijednosti ženki sa srednjom masom mladunaca u leglu i s njihovom SVL vrijednosti. Očekivala sam i pozitivne korelacije mase ženki s veličinom legla i masom mladunaca, no te korelacije nisu bile statistički značajne. Moguće je da je takav rezultat zbog malog uzorka (broj ženki = 6). Kao i za prethodnu populaciju, dobiveni su podaci važni jer se prvi puta za navedene populacije istražuje način reprodukcije.

Jaja koje su ženke s Vlašića položile su imala tanku, membranoznu ovojniciu što znači da su mladi unutar tih jaja u završnom stadiju razvitka za razliku od oviparnih populacija koje poliježu kalcificirana jaja sa zametkom u ranijem stadiju razvitka pa i inkubacija traje duže. Ljuska oviparnih jaja se sastoji od tri sloja. Vanjski sloj sadrži kalcij koji u ovoviviparnim jajima nedostaje (Stewart i sur. 2011). Upravo su vrijeme zadržavanja jaja u jajniku i građa vanjske ovojnice jaja najistaknutija svojstva po kojima se oviparne i ovoviviparne populacije razlikuju i smatra se da su upravo ta dva svojstva odgovorna za evoluciju živorodnosti (Heulin i sur. 2005). Ovo su dvije glavne razlike, i smatram najjasnije, između ovoviviparnih i oviparnih populacija.

Istraživanje je potvrdilo i postojanje statistički značajnih razlika u kvantitativnim reproduktivnim značajkama između ove dvije populacije. Komparativna analiza t-testom pokazuje da su vrijednosti veličine legla, srednje mase mladunaca, srednje SVL vrijednosti mladunaca, RCM i EFCM vrijednosti značajno veće u spačvanskoj populaciji. Iako Horváthová i sur. 2013 i Lindtke i sur. 2010 navode da je veličina legla manja u oviparnih populacija, ovi rezultati pokazuju suprotno. Dio rezultata je ispao u skladu s Lindtke i sur. 2010 koji navode da je masa mladunaca veća u oviparnih jedinki. Iako se za RCM vrijednost navodi da je veća u ovoviviparnih ženki (Roitberg i sur. 2013), moji izračuni pokazuju suprotno. I srednja RCM i srednja EFCM vrijednost je veća u oviparnoj populaciji, a ako su one veće, onda takve populacije imaju veći reproduktivni uspjeh, ali te ženke zbog toga trpe

veći reproduktivni napor. Moguće je da moji rezultati nisu u skladu s literaturnim navodima zbog malog uzorka.

Jedan rezultat ovog istraživanja je ostao jako upečatljiv, a to je reproduktivni način spačvanske populacije. Naime, ova se populacija spominje tek 2011. godine (Jelić i Bogdanović 2011), a nalazi na mjestu rasprostranjenosti ovioviviparnog klada (Surget – Groba i sur. 2006). Podvrsta *Zootoca vivipara pannonica* Lác i Kluch, 1968 se literaturno navodi kao ovoviviparna podvrsta (Arribas 2009), no uzorkovana populacija iz Spačve je imala oviparan način razmnožavanja. To bi moglo značiti da je taksonomski status istraživane populacije upitan pa su potrebna daljnja genetička istraživanja kako bi se potvrdio njen taksonomski status ili dodijelio novi. Iako neki znanstvenici drže taksonomski status podvrste *Zootoca vivipara pannonica* Lác i Kluch, 1968 upitnim (Kupriyanova i sur. 2003; Arribas 2009) neki predlažu drugačiji pristup, onaj na temelju istraživanja evolucije i filogenetike vrste, a ne taksonomije (Miguel Angel Carrretero osobna komunikacija).

5. ZAKLJUČAK

Na temelju dobivenih rezultata mogu zaključiti sljedeće:

- Istraživana populacija na planini Vlašić je ovoviviparna dok je populacija iz Spačve oviparna.
- Masa i veličina mladunaca te veličina legla ovisi o masi i veličini gravidnih ženki. Za pretpostaviti je da veće ženke imaju više energije, pa će energiju ulagati na taj način da jednoliko ulože u masu mladunaca, ali i u njihovu brojnost.
- Jaja koje su ženke s Vlašića položile su imala tanku, membranoznu ovojnica s mladima u završnom stadiju razvitka dok su jaja oviparnih ženki iz Spačve kalcificirana sa zametkom u ranijem stadiju razvitka pa je i inkubacijski period u populaciji s Vlašića bio značajno kraći (prosječno 30 minuta u odnosu na prosječnih 21 dana).
- Postoje razlike u kvantitativnim reproduktivnim značajkama između istraživanih populacija: oviparna populacija ima veće vrijednosti veličine legla, srednje mase mladunaca, srednje SVL vrijednosti mladunaca, RCM i EFCM vrijednosti.
- Oviparne ženke imaju veći reproduktivni uspjeh, ali zbog toga trpe veći reproduktivni napor.

6. LITERATURA

Agasyan A., Avci A., Tuniyev B., Crnobrnja Isailovic J., Lymberakis P., Andrén, Cogalniceanu D., Wilkinson J., Ananjeva N., Üzümlü N., Orlov N., Podloucky R., Tuniyev S., Kaya U., Böhme W., Nettmann H.K., Joger U., Cheylan M., Pérez-Mellado V., Borczyk B., Sterijovsk B., Westerström A., Schmidt B. (2010): *Zootoca vivipara*. U: IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.1. <www.iucnredlist.org> ; pristupljeno 13.06.2013.

Arnold E. N. (1989): Towards a phylogeny and biogeography of the Lacertidae: relationships within an Old-World family of lizards derived from morphology. *Bulletin of the British Museum (Natural History). Zoology* 55: 209-257

Arnold E. N. (2002): A field guide to the reptiles and amphibians of Britain and Europe. HarperCollins Publishers, London, str 144-145

Arribas O. J. (2009): Morphological variability of the Cantabro-Pyrenean populations of *Zootoca vivipara* (JACQUIN, 1787) with description of a new subspecies. *Herpetozoa* 21: 123-146

Avery R. A. (1962): Notes on ecology of *Lacerta vivipara* L. *British Journal of Herpetology* 3:35-38

Bognar A., Crkvenčić I., Pepeonik Z., Riđanović J., Roglić J. Sić M., Šegota T., Vresk M. (1975): *Geografija SR Hrvatske: Istočna Hrvatska*. Zagreb, Školska knjiga, str 173-180

Bolkay Stj. J. (1919): Prinosi herpetologiji zapadnoga dijela Balkanskog Poluostrva. *Glasnik Zemaljskog Muzeja u Bosni i Hercegovini* 31: 1-38

Bolkay Stj. J. (1924): Popis vodozemaca i gmizavaca, koje se nalaze u bos.- herc. Zemljskom muzeju u Sarajevu s morfološkim, biološkim i zoogeografskim bilješkama. *Spomenik Srpske Kraljevske Akademije* 61: 1-37

Crnobrnja-Isailović J., Aleksić I. (2004): Clutch size in two Central Balkan populations of European common lizard *Lacerta vivipara*. *Biota* 5: 5-10

De Jacquin, J. F. (1787): *De Lacerta vivipara*. *Nova Acta Helvetica* 1: 33-34

Dely O. G., Böhme W. (1984): *Lacerta vivipara* Jacquin 1787 - Waldeidechse. U: Böhme W. (ur.) Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas. Band 2/I, Echsen (Sauria) II, (Lacertidae II: *Lacerta*). Wiesbaden, Aula-Verlag, str 362-393

Harris D. J., Carretero M. A. (2003): Comments on the taxonomic value of (sub)genera within the family Lacertidae (Reptilia). *Amphibia-Reptilia* 24: 119-122

Heulin B., Guillaume C. P., Vogrinc 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. *Population biology* 323: 461-468

Heulin B., Stewart J. R., Surget-Groba Y., Bellaud P., Jouan F., Lancien G., Deunff J. (2005): Development of the Uterine Shell Glands During the Preovulatory and Early Gestation Periods in Oviparous and Viviparous *Lacerta vivipara*. *Journal of Morphology* 266: 80-93

Hodges W. L. (2004): Evolution of viviparity in horned lizards (*Phrynosoma*): testing the cold-climate hypothesis. *Journal of Evolutionary Biology* 17: 1230-1237

Horvat I. (1960): Pretplaninske livade i rudine planine Vlašić u Bosni. *Biološki glasnik* 13: 113-156

Horváthová T., Cooney C. R., Fitze P. S., Oksanen T. A., Jelić D., Ghira I., Uller T., Jandzik D. (2013): Length of activity season drives geographic variation in body size of a widely distributed lizard. *Ecology and Evolution* 3: 2424-2442

<http://www.iucnredlist.org/search> ; pristupljeno 07.01.2013.

<http://www.reptile-database.org/db-info/SpeciesStat.html> ; pristupljeno 07.01.2013.

Jambrich A., Jandzik D. (2012): Melanism in the topotypic population of the Pannonian subspecies of the common lizard, *Zootoca vivipara pannonica* (Reptilia: Lacertidae). *Herpetology Notes* 5: 219-221

Janev Hutinec B. (2008): Priručnik za inventarizaciju i praćenje stanja. Zagreb, državni zavod za zaštitu prirode, str 13

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

- Jelić D., Bogdanović T. (2011): Preliminary data on existence of *Zootoca vivipara* ssp. *pannonica* (Lac & Kluch, 1968) in Croatia. *HYLA* 2011: 77-79
- Jelić D., Kuljerić M., Koren T., Treer D., Šalamon D., Lončar M., Podnar-Lešić M., Janev-Hutinec B., Bogdanović T., Mekinić S. (2013): Crvena knjiga vodozemaca i gmazova Republike Hrvatske. *MZOP i DZZP* (u tisku)
- Kupriyanova L., Odierna G., Capriglione T., Olmo E., Aprea G. (2003): Chromosomal changes and form-formation, subspeciation in the wideranged Euroasian species *Zootoca vivipara* (Evolution, Biogeography). U: Ananjeva N., Tsinenko O. (ur.) *Herpetologica Petropolitana. Proceedings of the 12th Ordinary General Meeting Societas Europaea Herpetologica, August 12 – 16, 2003, St. Petersburg, Russian Journal of Herpetology* 12 (Suppl.), str 47-52
- 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: 73-82
- Mayer W., Bischoff W. (1996): Beiträge zur taxonomischen Revision der Gattung *Lacerta* (Reptilia: Lacertidae) Teil 1: *Zootoca*, *Omanosaura*, *Timon* und *Teira* als eigenständige Gattungen. *Salamandra* 3: 163-170
- Narushin V. G. (2005): Egg Geometry Calculation Using the Measurements of Length and Breadth. *Poultry Science* 84: 482–484
- Radovanović M. (1951): Vodozemci i gmizavci naše zemlje. Beograd, Naučna knjiga, str 121-123
- Roitberg E. S., Kuranova V. N., Bulakhova N. A., Orlova V. F., Eplanova G. V., Zinenko O. I., Shamgunova R. R., Hofmann S., Yakovlev V. A. (2013): Variation of Reproductive Traits and Female Body Size in the Most Widely-Ranging Terrestrial Reptile: Testing the Effects of Reproductive Mode, Lineage, and Climate. *Evolutionary Biology* 40:420–438
- Schmidtler J. F., Böhme W. (2011): Synonymy and nomenclatural history of the Common or Viviparous Lizard, by this time: *Zootoca vivipara* (Lichtenstein, 1823). *Bonn zoological Bulletin* 60: 214-228

Stewart J. R., Ecy T. W., Heulin B., Fregoso S. P., Linville B. J. (2011): Developmental expression of calcium transport proteins in extraembryonic membranes of oviparous and viviparous *Zootoca vivipara* (Lacertilia, Lacertidae). *The Journal of Experimental Biology* 214: 2999-3004

Surget-Groba Y., Heulin B., Guillaume C. P., Puky M., Semenov D., Orlova V., Kupriyanova K., Ghira I., Smajda B. (2006): Multiple origins of viviparity, or reversal from viviparity to oviparity? The European common lizard (*Zootoca vivipara*, Lacertidae) and the evolution of parity. *Biological Journal of the Linnean Society* 87: 1–11

Veith G. (1991): Die Reptilien Bosniens und der Herzegowina Teil 2. U: Herpetozoa. *Berichte der Österreichischen Gesellschaft für Herpetologie*. Wien, str 1-96

Vitt J. L., Caldwell J. P. (2009): *Herpetology*. USA, Academic Press, str 532-354

Werner F. (1899): Beiträge zur Kenntniss der Reptilien- und Batrachierfauna der Balkanhalbinsel. *Wissenschaftl. Mittheil. Bosnien u. Herzegovina* 6: 817-841

Young J. Z. (1981): *The life of vertebrates*. New York, Oxford University Press Inc., str 276-291