

Pojavnost asimetrije merističkih osobina populacije primorske gušterice (*Podarcis sicula* Rafinesque-Schmaltz, 1810) u Zagrebu

Klobučar, Marko

Master's thesis / Diplomski rad

2009

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:354999>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-18**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET
BIOLOŠKI ODSJEK

MARKO KLOBUČAR

**POJAVNOST ASIMETRIJE MERISTIČKIH OSOBINA POPULACIJE
PRIMORSKE GUŠTERICE (*Podarcis sicula* Rafinesque-Schmaltz, 1810) U
ZAGREBU**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2009.

Ovaj je diplomski rad izrađen u laboratoriju za histologiju i embriologiju Zoologijskog zavoda Biološkog odsjeka PMF-a, pod vodstvom prof. dr. sc. Gordane Lacković-Venturin. Isti je predan na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu radi stjecanja zvanja dipl. ing. Biologije.

Zahvaljujem svojoj mentorici, prof. dr. sc. Gordani Lacković-Venturin, na velikoj podršci, pomoći i savjetima u izradi i realizaciji ovog rada.

Hvala Hrvatskom prirodoslovnom muzeju i posebno mr. sc. Ireni Grbac za vrijedne savjete i pomoć pri statističkoj obradi rezultata ovog rada.

Veliko hvala mojim roditeljima i obitelji koji su prepoznali moje zanimanje za biologiju i na puno načina me podržali u studiranju i izradi ovog diplomskog rada.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Biološki odsjek

Diplomski rad

POJAVNOST ASIMETRIJE MERISTIČKIH OSOBINA POPULACIJE PRIMORSKE GUŠTERICE (*Podarcis sicula* Rafinesque-Schmaltz, 1810) U ZAGREBU

Marko Klobučar

Zoologijski zavod, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu
Rooseveltov trg 6, 10 000 Zagreb

Istraživanje populacije primorske gušterice *Podarcis sicula* (Rafinesque-Schmaltz 1810) provedeno je na području željezničke pruge Zapadni kolodvor, Zagreb tijekom 2008. godine. Sakupljanje uzoraka vršeno je u razdoblju od 28. srpnja do 08. kolovoza 2008. godine, te je ulovljeno 100 odraslih jedinki primorske gušterice. Utvrđen je spolni dimorfizam za sve proučavane biometrijske osobine (mužjaci su u prosjeku veći od ženki), kao i za četiri analizirana meristička parametra. Na razini populacije nije utvrđena pojava asimetrije parnih merističkih osobina, iako je početna pretpostavka ovog diplomskog rada bila da će stresni životni uvjeti utjecati na njenu pojavu.

(56 stranica, 18 slika, 10 tablica, 30 literaturnih navoda, jezik izvornika:Hrvatski),

Rad je pohranjen u knjižnici zoologijskog zavoda Biološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu, Rooseveltov trg 6.

Ključne riječi: asimetrija, merističke osobine, stres, primorska gušterica

Voditelj: Prof. dr. sc. Gordana Lacković-Venturin

Ocjenjivači: Doc. dr. sc. Zoran Tadić
Doc. dr. sc. Sven Jelaska

Zamjena: Prof. dr. sc. Mirjana Kalafatić

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Biology

Graduation Thesis

Marko Klobučar
Division of Zoology, Faculty of Science, University of Zagreb
Roosevelt square 6, 10 000 Zagreb

OCCURENCE OF ASYMMETRY OF MERISTIC CHARACTERISTICS IN A POPULATION OF RUIN LIZARD (*Podarcis sicula* Rafinesque-Schmaltz, 1810) IN ZAGREB

The research regarding the population of the coastal lizard *Podarcis sicula* (Rafinesque-Schmaltz, 1810) has been conducted at the railroad area of Zapadni kolodvor (Western Railroad Terminal) in Zagreb during 2008. Collecting of the samples has been performed in the period from 28th of July, 2008. to 8th of August, 2008. During that period, one hundred grown specimens of the aforementioned lizard have been caught. A gender dimorphism has been determined for all of the researched metric characteristics (on an average, male specimens are bigger than the female ones) and also for the four analyzed meristic criterions. On a population level, an emersion of the asymmetry of the even meristic characteristics hasn't been detected although the initial assumption of this thesis presumed that the stressful living conditions will have an effect on it's occurence.

(56 pages, 18 figures, 10 tables, 30 references, original in: Croatian).

Thesis deposited in Central Biological library Division of Zoology, Faculty of Science, University of Zagreb, Roosevelt square 6, 10 000 Zagreb.

Key words: asymmetry, meristic characteristic, stress, ruin lizard

Supervisor: Prof. dr. sc. Gordana Lacković-Venturin

Reviewers: Doc. dr. sc. Zoran Tadić
Doc. dr. Sven Jelaska

Replacement: Prof. dr. sc. Mirjana Kalafatić

1.	UVOD.....	1
1.1.	SISTEMATIKA	2
1.1.1.	Osnovne značajke porodice <i>lacertidae</i>	2
1.2.	BIOLOGIJA VRSTE PRIMORSKE GUŠTERICE (<i>Podarcis sicula</i> , Rafinesque-Schmaltz, 1810).....	3
1.2.1.	Rasprostranjenost vrste primorske gušterice / <i>Podarcis sicula</i> /	3
1.2.2.	Geografska varijacija vrste primorske gušterice	4
1.2.3.	Morfologija vrste primorske gušterice	4
1.2.4.	Obojenost vrste primorske gušterice	5
1.2.5.	Ponašanje i razmnožavanje primorske gušterice	6
1.2.6.	Status vrste primorske gušterice	7
1.3.	SIMETRIJA U ŽIVOTINJSKOM SVIJETU	7
1.3.1.	Bilateralno ili dvobočno simetrične životinje	8
1.3.2.	Razvoj bilateralne simetrije	8
1.3.3.	Vrste asimetrija kod bilateralno simetričnih organizama	9
1.3.4.	Fluktuirajuća asimetrija /FA/	11
1.3.5.	Odnosi između fluktuirajuće asimetrije i razvojne preciznosti	12
1.3.6.	Odnosi između fluktuirajuće asimetrije i parametara kvalitete (fitness-a).....	15
1.4.	PODRUČJE ISTRAŽIVANJA	17
1.4.1.	Položaj područja istraživanja	17
1.4.2.	Opis područja istraživanja	18
1.4.3.	Klimatske prilike područja istraživanja	18
1.4.4.	Biljni pokrov područja istraživanja	19
1.5.	CILJ ISTRAŽIVANJA	20
2.	MATERIJAL I METODE.....	21
2.1.	MATERIJAL.....	22

2.1.1.	Metode rada.....	22
2.1.2.	Biometrijske značajke.....	22
2.1.3.	Merističke značajke	25
2.1.4.	Kvalitativne značajke	29
2.2.	METODA OBRAD PODATAKA – STATISTIČKA OBRADA PODATAKA	30
2.2.1.	Opisna statistika	30
2.2.2.	Testiranje razlika između uzoraka – usporedba među spolovima	30
2.2.3.	Testiranje razlika između lijeve i desne strane tijela – utvrđivanje asimetrije kod parnih merističkih osobina	31
3.	REZULTATI	32
3.1	REZULTATI OPISNE STATISTIKE.....	33
3.1.1	Analiza metričkih osobina populacije primorske gušterice.....	33
3.1.2	Analiza merističkih osobina populacije primorske gušterice	35
4.	RASPRAVA	45
5.	ZAKLJUČAK	50
6.	LITERATURA.....	53

1. UVOD

1.1. SISTEMATIKA

Razred: *Reptilia*, gmazovi

Red: *Squamata*, ljuskaši

Porodica: *Sauria (Lacertilia)*, gušteri

Rod: *Podarcis*

Vrsta: *Podarcis sicula* (Rafinesque-Schmaltz, 1810), primorska gušterica

1.1.1. Osnovne značajke porodice *Lacertidae*

Današnje molekularne studije unutar porodice prepoznaju tri **podporodice** (Mayer i Pavlicev, 2007) :

- *Gallotinae*
- *Eremiainae*
- *Lacertinae*.

Unutar porodice postoji 28 rodova, te više od 225 vrsta, te je ona vrlo važan dio herpetofaune Europe (70% vrsta guštera u Europi), te Republike Hrvatske (11 od 15 vrsta guštera).

Vrsta *Podarcis sicula* (Rafinesque-Schmaltz, 1810) spada u porodicu *Lacertidae* koja nastanjuje područje Europe, Azije i Afrike. To je skupina „pravih“ guštera, uglavnom male veličine (dužina glave i tijela u prosjeku 8 cm, iako pojedini članovi skupine narastu mnogo veći). Karakteristika porodice je ujednačenost morfologije:

- ◆ izduženo tijelo s glavom koničnog oblika na istaknutom vratu,
- ◆ dobro razvijena 2 para petoprstnih nogu (stražnji par je jače razvijen),
- ◆ dugi rep.

Skalacija je isto dosta uniformna te se razlikuje sljedeće:

- ♦ male i zrnate leđne (dorsalia) ljuske – kod nekih rodova primjerice *Algyroides sp.* su velike i nazubljene,
- ♦ velike simetrične ljuske koje imaju osteoderme i pokrivaju glavu,
- ♦ velike leđne (ventralia) ljuske raspoređene u karakteristične uzdužne i poprečne nizove,
- ♦ repne ljuske (caudalia) imaju oblik izduženog četverokuta i poredane su poprečnim nizovima što daje prstenast izgled (mogu tvoriti i bodlje),
- ♦ često prisutan nabor kože od povećanih ljusaka na vratu tzv. ogrlica (collare).

Većina vrsta ima tjemeni (pinealni) organ. Temporalni lukovi lubanje su potpuno okoštali, dok su krilne i nepčane kosti parne i postavljene blizu jedne drugima na prednjoj strani lubanje. Zubi su pleurodontni (prirasli uz unutarnji rub čeljusti, međutim često krilne kosti nose nepčane zube. Zanimljivo svojstvo porodice je sposobnost autotomije - od šestog repnog kralješka prema kraju repa svaki gušter na sredini svoga tijela ima neokoštano poprečno tkivo okruženo odgovarajućim vezivnim tkivom i mišićima. Kada ga se primi za rep, na tom mjestu se stegnu kružni mišići, lomi se tkivo i rep se odbacuje. Odbačeni rep brzo se regenerira, no nedostaje koštano tkivo i podržava ga samo srednji red hrskavice.

1.2. BIOLOGIJA VRSTE PRIMORSKE GUŠTERICE (*Podarcis sicula*, Rafinesque-Schmaltz, 1810)

1.2.1. Rasprostranjenost vrste primorske gušterice /*Podarcis sicula*/

Rod *Podarcis* pripada podporodici *Lacertinae* te je rasprostranjen gotovo u cijeloj Europi, sa nekoliko vrsta u Sjevernoj Africi, te jednom vrstom na Madeiri i okolnim otocima. Sama vrsta nastanjuje područje cijele Italije južno od Alpa (uključujući Siciliju, Sardiniju i mnoge otoke Tirenskog mora), Korziku, istočnu obalu Jadranskog mora (od jugozapadne Slovenije do Crne Gore) i mnoge Jadranske otoke. Zbog općenitih zahtjeva za staništem bila je uspješno unesena na mnoge druge lokacije u Europi (Arnold i Burton, 1978; Henle i Klaver, 1986),

primjerice južni dio Francuske i Pirinejski poluotok.. Vrsta je isto uspješno unesena na mnoga druga područja: na najmanje tri lokacije u SAD-u – Garden city, Topeka, Philadelphia (Burke i Ner, 2005), obalu Libije, te vjerojatno Tunisa, te na obje strane Bospora u Turskoj. Čini se da je prirodna rasprostranjenost ove vrste u Italiji i Republici Hrvatskoj, te je njena prisutnost drugdje uzrokovana ljudima kao posrednicima.

U Republici Hrvatskoj vrsta nastanjuje samo usko područje uz more od Istre do Splita i oko Dubrovnika, te mnoge otoke oko Istre, sjevernodalmatinske otoke, otoke ispred Šibenika, Trogira i Palagružu, Sušac, Čiovo, Brač, Hvar, Vis i Korčulu.

1.2.2. Geografska varijacija vrste primorske gušterice

Henle i Klaver (1986) prepoznaju 52 podvrste unutar kojih su 47 otočni endemi. *P. sicula sicula* (Rafinesque-Schmaltz) rasprostranjena je na jugu Italije i seže do Rima, dok *P. sicula campestris* (De Betta) nastanjuje sjevernu Italiju i veliki dio istočne obale Jadranskog mora. U Republici Hrvatskoj ova posljednja je rasprostranjena od Istre do srednje Dalmacije od koje su se razvile brojne otočne podvrste (mnoge su i endemi), primjerice malopalagruška primorska gušterica ili *P. sicula adriatica* (Werner), velikopalagruška primorska gušterica *P. sicula pelagosae* (Bedr.), suskova primorska gušterica *P. sicula cazzae* (Schreiber) i mnoge druge.

Zbog svoje prilagodljivosti vrsta nastanjuje gotovo sve tipove staništa. Vrlo dobro opstaje na staništima koja su drastično izmijenjena u posljednjem stoljeću (sječa šuma, požari, poljoprivreda i dr.). Sposobnost ove vrste da živi u urbanim sredinama, pojačava mogućnost nenamjernog transporta, te preživljavanje i uspostavljanje populacija u novo donesena područja. Obično živi ispod 1 000 m nadmorske visine (Arnold i Burton, 1978; Henle i Klaver, 1986).

1.2.3. Morfologija vrste primorske gušterice

Poprilično snažna vrsta s izduženom glavom i jakim tijelom. Dužina glave i tijela odraslih iznosi od 55-70 mm, no može doseći duljinu od 90 mm. Rep je dug do 174 mm, prednje noge do 26.5 mm, a stražnje do 48 mm. Glava je 2 – 2.5x duža nego šira, te je njuška zašiljena. Rostralna ploča (Scutum rostrale) obično doseže do nosnog otvora. Tjemene ljuske (S.

parietale) često dotiču gornje zaočne pločice (postoculare). Potiljne ploče (S. occipitale) su kraće nego međutjemene (S. interparietale), no često su šire. Iznad oka se nalazi 2 – 17 granula (granulae supraciliaria). Sljepoočne pločice (temporalia) su malene, a maseterična pločica (S. massetericum) je varijabilnog oblika. Rub ogrlice (collare) je gladak, a sastavljen je od 6 – 15 pločica. Trbušne pločice (ventralia) poslagane su u 6 uzdužnih i 21-34 poprečnih nizova. Broj leđnih pločica (dorsalia) u poprečnom nizu na najširem dijelu tijela iznosi od 46-90. Femoralnih pora (porii femorales) ima od 14 - 31.

Spolni dimorfizam je vidljiv u mnogo morfometrijskih osobina (Henle i Klaver, 1985; Vogrin, 2005), primjerice:

- ♦ maksimalnoj, totalnoj dužini, te dužini glave i tijela,
- ♦ širini i dužini glave,
- ♦ dužini stražnjih udova,
- ♦ relativnoj dužini repa,
- ♦ broju i veličini femoralnih pora,
- ♦ broju trbušnih pločica u poprečnom nizu.

Kod svih naprijed navedenih osobina mužjaci su veći, osim kod zadnje navedene.

1.2.4. Obojenost vrste primorske gušterice

Dorzalna strana tijela obično je trawa zelene ili maslinasto zelene boje, podijeljena u dvije široke vrpce sa središnjim tamnim područjem različite širine. Ono se sastoji od niza tamnih mrlja koje se kod ženki mogu spojiti u oblik pruge. Ovaj uzorak od tamnih mrlja ili ocela na smeđoj podlozi javlja se i na bokovima. Ženke često imaju crnu ocelu sa plavim ili zelenkastim središtem iznad zgloba prednjih nogu. Ventralna boja varira od bijele do raznih nijansi zelene ili žute. Neke jedinke imaju i plave ljuske na rubu trbuha. Mužjaci obično imaju više isprugan uzorak obojenosti koji se sastoji od dvije široke, zelene dorzalne vrpce na smeđoj, istočkanoj podlozi. Sama obojenost inače je jako promjenjiva (Arnold i Burton, 1978), te je današnja obojenost podvrsta posljedica prirodnih događaja, uključujući regionalne

glacijalne refugije i postglacijalno širenje u druga područja, kao i učestalog unošenja putem čovjeka (Podnar i sur., 2005).

1.2.5. Ponašanje i razmnožavanje primorske gušterice

Primorska gušterica je terestička, heliotermna i poprilično prilagodljiva vrsta. Prehrana joj se temelji na ishrani beskralježnjacima, no uz njih prehranjuje se i malom količinom biljne hrane (Henle i Klave, 1986). Na pojedinim mjestima je jako česta, pa ponekad gustoća populacije iznosi 10000 - 16000 jedinki/hektar (Arnold i Burton, 1986). Aktivna je tijekom cijele godine, osim u zimskom periodu. U proljeće i jesen, postoji jedan vrhunac aktivnosti dnevno (sredinom dana), dok u ljetnim mjesecima postoje dva vrhunca aktivnosti (jutro i kasno poslije podne) - zbog izbjegavanja visokih temperatura tijekom sredine dana. To dnevno preustrojstvo cirkadijskog sustava koje se pojavljuje kod vrste, može biti posljedica utjecaja raznih termoperioda i fotoperioda koji utječu na guštericu u različito doba godine ili pokazuje postojanje pravih godišnjih ciklusa cirkadijskih ritmova (Foa i sur., 1996; Grbac i Bauwens, 2001; Burke i Ner, 2005).

Uspješna je u kompeticiji sa drugim vrstama guštera smanjujući njihovo područje rasprostranjenosti. To je vrsta koja je proširila svoje područje rasprostranjenosti uzduž jadranske obale gdje su kolonizirani mnogi jadranski otoci. Prilikom toga je kroz konkurentno isključivanje istisnula autohtonu kršku guštericu *Podarcis melisellensis* (Henle i Klaver, 1986). Zanimljiv primjer je pokus kojeg su izveli Bauwens i Downes (2002). Oni su tijekom tri sedmice zajedno držali obje vrste mladih gušterica u zatočeništvu. Ishod pokusa je pokazao kako je primorska gušterica mnogo agresivnija od krške gušterice i uspostavlja dominaciju nad njom. Zauzima najbolja mikrostaništa za termoregulaciju, što i rezultira njenim bržim rastom.

Primorska gušterica se razmnožava u periodu od travnja do srpnja. Za vrijeme parenja mužjaci su prilično agresivni, pa kod populacija izvan prirodnog opsega napadaju i zeleno obojene pripadnike druge vrste. Nakon parenja ženke polažu 4-5 legla jaja svakih desetak dana. Legla najčešće sadrže 5-6 jaja, dimenzija oko 10-12 mm x 5-6 mm. Izlijeganje mladih slijedi nakon 28-49 dana, a novorođeni gušteri su obično dugi 23-35 mm (dužina glave i

tijela). Mužjaci spolno sazriju nakon 1 godine, a ženke nakon 1-2 godine starosti (Arnold i Burton, 1978, Henle i Klaver, 1986).

1.2.6. Status vrste primorske gušterice

Vrsta je izuzetno invanzivna, te ne postoje prijetnje za nju (na pojedinim lokalitetima smatra se da je odgovorna za gubitak populacija mnogih autohtonih vrsta guštera duž Mediterana). Lokalne ili otočne populacije mogu biti ranjive zbog ilegalnog sakupljanja ili predatora, primjerice mačaka.

- Međunaradni propisi o zaštiti vrste:

- prema Bernskoj konvenciji (Konvencija o zaštiti europskih divljih vrsta i staništa, 1979.) svrstana je na Appendix II,
- EU Habitats Directive (92/43/EEC) – Direktiva o zaštiti prirodnih staništa i divlje flore i faune, 1992. – svrstana je na Annex IV;

- Propisi Republike Hrvatske o zaštiti vrste:

- Pravilnik o proglašavanju divljih svojti zaštićenim i strogo zaštićenim (NN07/06) – strogo zaštićena svojta;

- Procjena rizika od izumiranja svojte prema IUCN kriterijima – Crveni popis (International Union of the Conservation of Nature, 1948).

Globalno – LC /Least concern/ – najmanje zabrinjavajuća vrsta.

U Republici Hrvatskoj na razini vrste je LC, dok su dvije podvrste (*P. sicula adriatica* i *P. sicula ragusae*) NT /Near threatned/ -gotovo ugrožene.

1.3. SIMETRIJA U ŽIVOTINJSKOM SVIJETU

S obzirom na simetriju, životinjski organizmi mogu biti **simetrični** i **asimetrični**. Najveći broj životinjskih vrsta (oko 90%) je simetričan i dijeli se na: **bilateralno simetrične**, **radijalno simetrične**, **disimetrične** i **sferične**. Tijelo simetričnih životinja podijeljeno je s

jednom ili više ravnina simetrije na dva ili više dijelova, koji su međusobno slični kao slika u ogledalu.

1.3.1. Bilateralno ili dvobočno simetrične životinje

Bilateralno ili dvobočno simetrične životinje imaju samo jednu ravninu simetrije koja dijeli tijelo na dva „zrcalno“ jednaka dijela. Ona se naziva medijalna ravnina, te prolazi točno kroz sredinu tijela životinje i okomita je na horizontalnu ravninu. Osim nje postoje još dvije ravnine simetrije: ♦ transverzalna ravnina koja ide od dorzalne prema ventralnoj strani tijela te dijeli tijelo na anteriorni i posteriorni dio;

♦ horizontalna ravnina koja je paralelna s podlogom, okomita je na transverzalnu ravninu i dijeli tijelo na dorzalni i ventralni dio.

Kod svih bilateralno simetričnih organizama izražena je polarnost koja označava različit oblik, položaj i funkciju organa smještenih na raznim dijelovima tijela (primjerice, prednji dio tijela s glavom jasno se razlikuje od stražnjeg dijela tijela bez osjetila).

1.3.2. Razvoj bilateralne simetrije

Ne postoji specifičan razvojni mehanizam koji je odgovoran za razvoj bilateralne simetrije. Da bi se stanice razvile u određenu strukturu u njenoj odgovarajućoj poziciji, one zahtijevaju informaciju o tome gdje se nalaze. Svoju lokaciju stanice „prepoznaju“ pomoću koordinatnog sustava kojeg tvore tri razvojne osi: ♦ anteriorno-posteriorna,

♦ dorzo-ventralna,

♦ proksimalno-distalna os.

Prema tome, teoretski, bilateralna simetrija jednostavno može biti propust, tj. nedostatak informacije koja „lomi“ simetriju. Taj jednostavni koordinatni sustav daje stanici podatak o njenoj poziciji, odnosno koliko je udaljena od prednjeg i vršnog dijela tijela, te od medijalne ravnine. Pitanje kako sama stanica „zna“ na kojoj se strani nalazi, lijevoj ili desnoj, vrlo se jednostavno može objasniti. Čim se razviju dvije primarne osi (anteriorno-posteriorna i dorzo-ventralna) postaju definirane lijeva i desna strana tijela, pa stanica na određenoj strani tijela

donosi razvojne odluke bazirane na njenoj udaljenosti od medijalne ravnine. Kad se svaka stanica na obje strane tijela podijeli ili promjeni oblik u određenom smjeru baziranom na podatku o udaljenosti stanice od medijalne ravnine, te o njenoj poziciji duž anteriorno-posteriorne i dorzo-ventralne osi, dolazi do razvoja bilateralno simetričnih struktura u okviru razvojne preciznosti.

1.3.3. Vrste asimetrija kod bilateralno simetričnih organizama

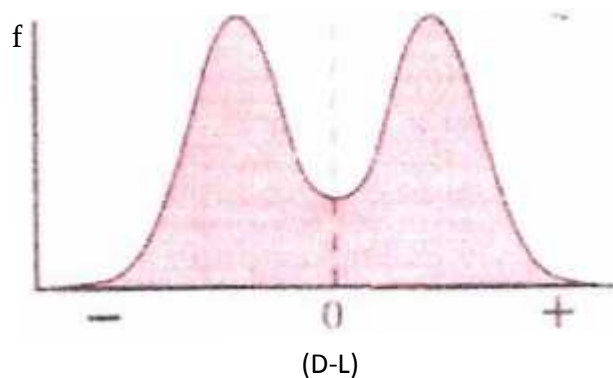
Bilateralna asimetrija tj. odstupanje bilo kojeg dijela tijela bilateralno simetričnog organizma od „savršene“ simetrije kategorizira se kao: antisimetrija, direktna simetrija /DA/ i fluktuirajuća asimetrija /FA/ (Palmer i Strobeck, 1986; Plamer 1996). Svaka od ovih kategorija karakterizirana je različitom kombinacijom vrijednosti i drugačijom distribucijom razlika desna minus lijeva strana (D-L). Neka odstupanja su poprilično velika, te ih vidimo kao asimetrične strukture na inače bilateralno simetričnim organizmima (klijesta, hlapova, uške sova itd.), ili je cijelo tijelo asimetrično (puževi, ribe plosnatice). Nasuprot tome, druga odstupanja od simetrije kao primjerice fluktuirajuća asimetrija su poprilično mala te iznose oko 1% ili manje od veličine osobine i zahtijevaju precizna mjerenja da ih se utvrdi.

U ovom diplomskom radu prvo ću se osvrnuti na **antisimetriju i direktnu asimetriju** jer obje mogu biti poprilično malene (nekoliko% veličine osobine) ili dosta velike i vidljive oku.

Antisimetrija i direktna simetrija

Obje ove kategorije asimetrije imaju različite uzroke zbog kojih se pojavljuju tijekom embrionalnog razvoja.

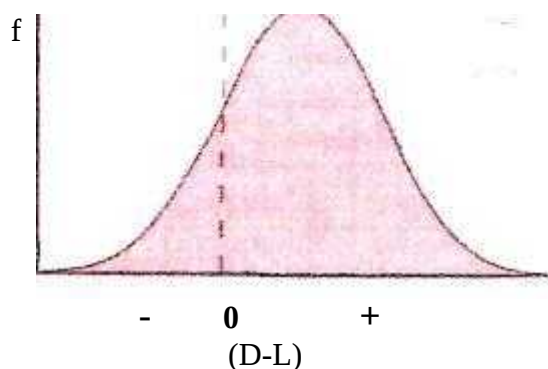
♦ **Antisimetrija ili nasumična asimetrija** je uzorak bilateralne varijacije gdje je u prosjeku jedna strana veća od druge, no veći član bilateralnog para nasumično se javlja na lijevoj ili desnoj strani tijela („ljevoruki“ i „desnoruki“ oblici“ jednako su zastupljeni unutar vrste). Ona je karakterizirana s bimodalnom distribucijom razlika (D-L) oko vrijednosti nula, što je prikazano na slici 1.



Slika 1. Prikaz distribucije frekvencije razlike između desne i lijeve strane tijela

Sva dosadašnja istraživanja antisimetrije upućuju da ona nastaje kao posljedica efekata vanjskog okoliša tijekom razvoja. Ekstremni primjeri antisimetrije su veliko kliješto za drobljenje raka *Hommarus americanu* i kliješto za signalizaciju mužjaka raka *Uca sp.* (Palmer i Strobeck, 1986; Palmer, 1993), gdje je jedno kliješto mnogo veće nego drugo i javlja se približno istom frekvencijom na lijevoj ili desnoj strani tijela.

♦ **Direktna ili fiksirana asimetrija /DA/** je uzorak bilateralne varijacije gdje je jedna strana veća od druge u prosjeku, te veći član bilateralnog para teži da bude na istoj strani tijela (samo „ljevoruki“ ili „desnoruki“ oblici prevladavaju u vrsti). Pokazuje normalnu distribuciju razlika D-L oko vrijednosti koja je značajno manja ili veća od nule, što prikazuje slika 2.



Slika 2. Prikaz distribucije frekvencije razlike između desne i lijeve strane tijela

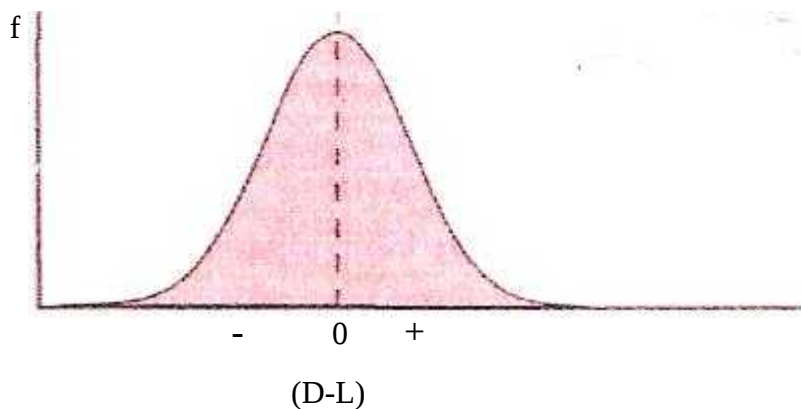
Za direktnu asimetriju je svojstveno da do nje dolazi tijekom razvoja pomoću prije postojećih unutarnjih asimetrija u biološkim molekulama ili citoplazmi stanica, ustvari može se reći da su reprogramirane lateralne razlike. Dobar primjer DA je smjer zavrtnja kućice puževa (*Limnaea sp.*) koji je kontroliran pomoću faktora u citoplazmi stanice. Kostu udova ljudi isto

pokazuju DA, primjerice: u prosjeku su desne ruke duže od lijevih, dok su lijeve noge duže od desnih (Palmer, 1996). Drugi primjeri DA su asimetrija ventralnih ljusaka kod zmija podvezica *Thamnophis sirtalis parietalis* (Shine i sur., 2005), fenotipska dominacija desne strane kod porodice *Lacertidae* (Seligman, 1999), direktna asimetrija u broju mandibularnih zuba kod podporodice zmija *Pareatinae* koje se hrane puževima (Hoso i sur., 2007) i dr.

Objee ove asimetrije postoje kod velikog broja inače bilateralno simetričnih organizama. Važno je napomenuti da objee asimetrije nisu posljedica razvojnih preturbacija ili razvojne „buke“ kao što je fluktuirajuća asimetrija (Palmer i Strobeck, 1986), već vjerojatno reflektiraju genetski kodirane adaptivne osobine ili su moguće uzrokovane diferencijalnom aktivnošću gena na jednoj ili drugoj strani tijela. Dodatno kod kliješta rakova i kod kostiju kralježnjaka povećana upotreba tj. preoblikovanje kroz diferencijalnu upotrebu dovode do povećanog razvoja skeleta (Swaddle, 2003).

1.3.4. Fluktuirajuća asimetrija /FA/

Fluktuirajuća asimetrija je termin koji je uveo njemački biolog Wilhem Ludwig 1932. godine (Swaddle i Witter, 1997; Swaddle, 2003). Odnosi se na mala odstupanja od ranije očekivanog simetričnog razvoja morfoloških osobina i spada u kategoriju finih, jedva zamjetljivih asimetrija (iznose 1% osobine ili manje). Ona je uzorak bilateralne varijacije, čija je varijacija na lijevoj i desnoj strani slučajna i nezavisna, ili je slučajno odstupanje od „savršene“ simetrije koje proizlazi zbog nemogućnosti jedinki da prolaze identičan razvoj bilateralno simetričnih osobina sa objee strane tijela. Karakterizirana je normalnom distribucijom razlika D-L čija je vrijednost jednaka nuli (Palmer i Strobeck, 1986; Leary i Allendorf, 1989; Parsons, 1990; Møller, 1997), što je prikazano na slici 3.



Slika 3. Prikaz distribucije frekvencije razlike između desne i lijeve strane tijela

Gotovo svi organizmi imaju jednu ili više osi simetrije oko kojih je tijelo zrcalni odraz, dok većina jedinki nije ustvari simetrična, već se razlikuje u realizaciji ovih ponavljajućih struktura. Upravo se ta mala, slučajna odstupanja od „savršene“ simetrije odnose na FA. Te sićušne razlike između strana inače bilateralno simetričnih organizama odličan su indikator preciznosti razvoja - što se preciznije razvije svaka strana tijela, veća je simetrija.

1.3.5. Odnosi između fluktuirajuće asimetrije i razvojne preciznosti

Za samu asimetriju, a time i preciznost razvoja bitna su dva razvojna procesa: razvojna „buka“ i razvojna stabilnost.

Razvojna „buka“ je skupina procesa (koji uključuju rate fizioloških procesa, rate dijeljenja i produljenja stanica, termalnu buku na molekularnom nivou itd.), čije su slučajne varijacije tijekom razvoja odgovorne za nemogućnost organizma da se razvija precizno određenim putovima (odvajanje strukture od svog ideala za određeni genotip i okoliš). Ti su procesi vjerojatno uzrok tim malim razlikama koje se naposljetku vide kao razlike među stranama tijela. Nasuprot tome, razvojna stabilnost je homeostatski mehanizam koji minimalizira ili ispravlja greške tijekom razvoja, a uključuje regulirani rast dijelova tijela (razvojna homeostaza), te negativnu povratnu spregu (koncentracija i katalitička rata enzima u i među stanicama). Ravnoteža između ova dva suprotna procesa, prvog, koji ometa precizan razvoj (razvojna „buka“) i drugog, koji teži stabilizaciji razvoja, određuje kolika je asimetrija. Osim ove ravnoteže, čini se da je sama vrijednost FA ovisna o stresu. Postoje dvije glavne

kategorije stresa: okolišni i genetički koji utječu na povećanje asimetrije morfoloških osobina, te teoretski vode smanjenju razvojne homeostaze.

Genetički ili intrinistički stres

Pokazalo se da nekoliko tipova intrinističkog stresa utječe na asimetriju. Oni uključuju gubitak genetske varijacije, hibridizaciju, poremećaj genske ravnoteže, abnormalnosti kromosoma, intenzivnu umjetnu selekciju itd. (Palmer i Strobeck, 1986; Leary i Allendorf, 1989; Parsons, 1990). Postoje brojne studije koje pokazuju da smanjena genetska varijacija korelira sa porastom FA, primjerice: parenje u srodstvu (*inbreeding*) kod morskog copepoda *Tibse holothuriae* povećava asimetriju prsnih segmenata nogu, dok je kod ljudi s Downovim sindromom pronađena povećana zubna FA (Parsons, 1992).

Za nekoliko vrsta je zabilježeno da genetski više varijabilne populacije (mjereno pomoću enzim-kodirajućih lokusa) pokazuju manju asimetriju nego populacije manje varijabilne za ove lokuse. Isto jedinke iz populacije sa smanjenom genetskom varijabilnošću zbog efekta „uskog grla“ (*bottleneck*) pokazuju veću FA nego jedinke iz drugih populacija iste vrste (Vrijenhoek i Lerman, 1982). Visoki nivo FA u populaciji teoretski može pokazati da je gubitak genetske varijacije rezultat preturbiranog razvoja. Ova povezanost između heterozigotnosti i smanjene asimetrije može biti posljedica homozigotnosti štetnih recesivnih alela ili heterozigotne prednosti (Palmer i Strobeck, 1986; Leary i Allendorf, 1989; Parsons, 1990).

Genetički stres može predstavljati hibridizacija. Križanci između vrsta mogu reflektirati poremećaje genetskih adaptacija koje su se razvile kad su populacije postale reproduktivno izolirane i time reducirati parametar kvalitete (*fitness*) (Palmer i Strobeck, 1986).

Naposljetku, i prirodna i umjetna selekcija mogu narušiti homeostazu, te se genomski poremećaji mogu javiti kad je populacija prebačena u novi okoliš (Leary i Allendorf, 1989; Moller i Pomainkowski, 1993).

Okolišni ili ekstrinistički stres

Kako je opće poznato okolišni uvjeti koji značajno odstupaju od uvjeta sa kojima se organizmi normalno susreću utječu na morfogenetske procese tijekom ontogenije (Voipio, 1991). Postoje mnogi dokazi da varijabilnost teži porastu kad je stres nametnut od fizičkog i biološkog okoliša (Palmer i Strobeck, 1986; Leary i Allendorf, 1989; Parsons, 1990; Møller, 1997; Swaddle i Witter, 1997). Ova varijabilnost može biti jako važna u određivanju opstanka, te indirektno razine gena koji kontroliraju varijaciju proteina. Okolišni stres može biti poprilično oštar, primjerice na marginalnim dijelovima staništa gdje vladaju ekstremni uvjeti samo mala promjena tih uvjeta može biti letalna. Primjeri ovakve vrste stresa uključuju ekstremne temperature, buke, izlaganje zagađivačima i otrovima, preveliku gustoću populacije, smanjena količina hrane itd.

Postoje razni primjeri u kojima okolišni stres utječe na porast asimetrije, primjerice porast FA od broja sternopleuralnih četina kod *Drosophila melanogaster* prilikom povećanja temperature razvoja larve sa 25° na 30° C, porast FA karaktera ljusaka dvije vrste guštera iz porodice *Lacertidae* ispod i iznad temperature inkubacije od 25° C. No i u prirodnim uvjetima kao kod vrste *Lacerta agilis najveća* FA je pronađena na ekološkoj periferiji vrste na marginalnim staništima u visokim planinama. Sličan je slučaj zabilježen kod vrste leptira *Coenonympha tullia* gdje je najveća FA promatrana za šest osobina pronađena na većim nadmorskim visinama na području Stjenjaka. Povećana FA pronađena je kod ribe *Gasterosetus aculeatus* prilikom unošenja vrste u vodene sredine gdje prije nije živjela (Parsons, 1992; Palmer, 1996).

Kako asimetrija raste u stres marginalnim staništima, nije iznenađujuće da i u laboratorijskim, te terenskim uvjetima zagađivači mogu povećati FA, pogotovo kod riba ali ne u svim situacijama. Glavni problem je u neznanju o jakosti stresa u terminu redukcije parametra kvalitete (*fitness*) u terenskim uvjetima, dok i neki kemijski stresovi mogu biti specifični za određene metaboličke putove, te ne moraju utjecati na razinu FA (Parsons, 1990).

Kao posljedica okolišnog i genetičkog stresa (koji bi teoretski trebali voditi smanjenju razvojne homeostaze) javlja se povećana FA morfoloških osobina. Za ove morfološke

asimetrije smatra se da su rezultat nesavršenog razvoja, te da reflektiraju nemogućnost genoma da zaštiti razvojne procese od te slučajne „buke“. Zbog toga što stres korelira s povećanjem asimetrije, ona je postala potencijalno oruđe za promatranje stresa u prirodnim populacijama (mnogi su je autori predložili kao mjeru razvojne nestabilnosti). No sam utjecaj stresa na asimetriju nije općenit, već je specifičan za određene taksone, ali i za same osobine, primjerice asimetrija u jednoj osobini može biti uzrokovana različitim stresom nego asimetrija u drugoj osobini (Swaddle i sur., 1994). Jedan od mogućih mehanizama povezanosti FA i stresa je da organizmi zahtijevaju energiju kako bi kompenzirali učinak stresa, a to smanjuje količinu energije za rast, razvoj i reprodukciju (Leung i sur., 1999).

Kao indikator preturbiranog razvoja zbog utjecaja stresa, fluktuirajuća asimetrija bi mogla biti važna za programe konzervacijskih biologa (Leary i Allendorf, 1989). Održanje genetske raznolikosti je često nužno kod zatočenih populacija koje služe kao izvor za uspostavljanje ili obnovu prirodnih populacija. Kako je okoliš zatočenih populacija obično manje varijabilan nego onaj prirodnih populacija, povećanje asimetrije kod prvih bilo bi vjerojatnije posljedica genetičkog, nego okolišnog stresa. Ako je ova pretpostavka točna, fluktuirajuća asimetrija može služiti za promatranje genetske varijacije održane kod zatočene populacije.

Fluktuirajuća asimetrija može biti pouzdan alat i za evolucijske biologe, prvo jer je općenito negativno povezana s heterozigotnošću, pa se razina asimetrije može koristiti da detekciju genetske varijacije između suvremenih ili predačkih i potomačkih populacija (Palmer i Strobeck, 1986), i drugo, ako FA odražava stupanj kanaliziranja - termin kanaliziranja odnosi se na mogućnost strukture da se razvije kroz unaprijed određeni put u različitim okolišima (Palmer, 1993), njena razina se može koristiti kod testiranja jačine selekcije za kanaliziranje različitih osobina, pod pretpostavkom da osobine od većeg funkcionalnog značaja za organizam prolaze jaču selekciju za kanaliziranje.

1.3.6. Odnosi između fluktuirajuće asimetrije i parametara kvalitete (fitness-a)

Ako je fluktuirajuća asimetrija mjera razvoja nestabilnosti, tada je moguće da fenotipska informacija može dati informaciju o kvaliteti populacije, te individualnoj kvaliteti. Međutim, koliko god je izvršeno mnogo analiza postoji opća suglasnost da je odnos između

asimetrije i kvalitete nepostojan (asimetrija nekih osobina je povezana s indikatorima kvalitete kod nekih organizama, ali ne i kod drugih). Primjerice, postoji negativan odnos asimetrije rogova, kondicije ženki i drugih osobina kod planinske koze *Oreamnos americanus*, dok asimetrija kostiju i perja ptice *Euplectens ardens* nije povezana s tjelesnom kondicijom (Swaddle, 2003). Kod guštera *Iberolacerta monticola* (Martin i Lopez, 2000), te kod guštera *Psammmodromus algirus* (Martin i Lopez, 2001) mužjaci sa asimetričnijom bedrenom kosti imaju manju brzinu trčanja, dok nasuprot tome nema odnosa između asimetrije stražnjih udova i brzine trčanja kod vrste guštera *Amphibulorus muricatus* (Warner i Shine, 2006). Čini se da su neki odnosi između kvalitete (*fitness*) i asimetrije rezultat direktnog utjecaja asimetrije, primjerice: asimetrije u mehaničkim osobinama direktno smanjuju sposobnost kompeticije, mogućnost parenja, mogućnost predacije (Swaddle, 2003) itd. Ali koliko god postoji odnos asimetrije i parametara kvalitete, nije razjašnjen način na koji su ta dva čimbenika povezana. Usporedno s ovim, uzimanjem asimetrije kao mjere razvojne stabilnosti može se povezati sa evolucijski važnim osobinama kao reproduktivnim uspjehom i spolnom selekcijom. Spolna selekcija proizlazi iz reproduktivne kompeticije između individua za pristup jedinkama odabranog spola. Tipično kroz vrste, ženke biraju partnera, ali i mužjaci isto odabiru partnere kada sudjeluju u roditeljstvu, te relativno roditeljsko ulaganje određuje spol koji je najviše spolno kompetitivan. Ženke mogu imati direktnu ili indirektnu korist od izbora partnera, te njihov izbor simetričnog partnera može proizlaziti iz direktnih ili indirektnih prednosti u kvaliteti. Smatra se da individualni reproduktivni uspjeh pada s rastućom asimetrijom, te neki empirijski dokazi pokazuju da je simetrija zapravo veća u sekundarnim spolnim osobinama nego u običnim morfološkim osobinama. Teoretski, izbirljivije jedinke ili natjecatelji u međuspolnom nadmetanju trebali bi bolje razlikovati asimetriju kod sekundarnih spolnih osobina, nego kod običnih morfoloških osobina u ciljanih individua. Vjerojatno sekundarne spolne osobine pokazuju veću asimetriju zbog recentne evolucijske prošlosti direktne selekcije (Møller i Pomainkowski, 1993, Møller i Thornthill, 1998). Prema tome asimetrija bi mogla biti indikator fenotipske kvalitete zbog učestalog efekta okoliša na asimetriju i kondiciju, što bi mogao biti tip osobine koji je važan u određuju odabir partnera. Asimetrije ovakvim osobinama mogu dati pogled u probavni, energetske, te razvojni okoliš potencijalnih partnera. Ovo pogotovo može biti važno kod vrsta čije mjesto razmnožavanja pokazuje veliki stupanj nasljednosti ili vrsta koje pokazuju ponavljajući rast

povezan s razdobljem razmnožavanja (zimsko-proljetno mitarenje ptica možda otkriva kondiciju jedinki koje ulaze u sezonu razmnožavanja). Asimetrija može biti direktan vizualni trag u izboru partnera (Swaddle i sur., 1994; Swaddle, 2003) ili je izbor partnera rezultat indirektno povezanosti između asimetrije i parametara kvalitete, primjerice, više simetrični mužjaci guštera proizvode više feromona koji privlače ženke (Martin i Lopez, 2000).

Ulogu asimetrije u spolnoj selekciji prvi puta je predložio Møller 1990. godine, koja je od tada postala jako sporna. Mnoge studije su zabilježile negativan odnos asimetrije i spolne selekcije (Simmons i sur., 1999). Podrška za FA paradigmu nalazi se u tome da su više asimetrični mužjaci bili neuspješni u kompeticiji i pridobivanju partnera, ili u tome, da spolne osobine mužjaka mogu odraziti kvalitetu mužjaka kao negativan odnos između veličine osobine i asimetrije.

Zaključno, treba naglasiti da prije nego što se fluktuirajuća asimetrija može koristiti kao mjera razvojne preciznosti, moraju se odbaciti druge vrste asimetrije (direktna asimetrija i antisimetrija). Tu se javlja problem jer direktna asimetrija i antisimetrija mogu dati krive pretpostavke o odnosu između asimetrije i evolucijski važnih parametara, primjerice: rogovi vrste jelena *Capreolus capreolus* pokazuju FA i ona je u negativnom odnosu s preživljavanjem, dok rogovi jelena lopatara *Dama dama* (Swaddle, 2003; Zachos i sur., 2007) pokazuju DA, te ona nije povezana s pokazateljima kvalitete. Nažalost, statistički alati su sve što postoji za detekciju asimetrije, te je odbacivanje ovih drugih tipova asimetrije naposljetku puka vjerojatnost.

1.4. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

1.4.1 Položaj područja istraživanja

Područje istraživanja se nalazi u zapadnom dijelu grada Zagreba i obuhvaća prostor željezničke pruge koji se prostire od Zapadnog kolodvora Zagreb do Prilaza baruna Filipovića - Zagrebačka ulica.

Pruga je puštena u promet 01. listopada 1860. godine te je povezivala postaje Zidani most, Zagreb i Sisak. Tada je dužina pruge iznosila 125,3 km. Uzduž nje je bilo sagrađeno deset tipskih kolodvora, a najveći je bio Južni kolodvor u Zagrebu (današnji Zapadni

kolodvor). To je bila prva željeznica u Hrvatskoj, koja je služila za povezivanje zapadnih dijelova Habsburške monarhije sa istokom.

1.4.2 Opis područja istraživanja

Područje istraživanja je tipični antropogeni tip staništa koji se sastoji od željezničke pruge sa nasutim kamenjem i malog, uskog dijela tla obraslog vegetacijom s obje strane pruge. Područje je dosta usko, u prosjeku od 40 – 50 m širine (jedino je šire na mjestima „ugibališta“ koja služe za istovar ili kao terminali), dužine 1500 m, te se nalazi na 123 m nadmorske visine. Važno je napomenuti da se uz područje, točnije na njenoj sjevernoj strani nalazi pržionica kave „Frank“ i tvornica lijekova „Pliva“. Kroz tvornicu lijekova „Pliva“, te mali dio područja istraživanja prolazi potok Čnomerec. Postoji nekoliko „divljih“ odlagališta otpada u kojima vrsta otpada varira od metalnog, plastičnog i keramičkog otpada, te cementnih blokova, armiranog betona i sl.



Slika 4. i 5. Prikaz staništa proučavane populacije primorske gušterice

1.4.3 Klimatske prilike područja istraživanja

Područje istraživanja ima umjerenu kontinentalnu klimu. Prema Köppenovoj klasifikaciji klime, koja uvažava bitne odlike srednjeg godišnjeg hoda temperature zraka i oborine područje istraživanja ima umjereno toplu kišnu klimu sljedećih obilježja:

- temperatura najhladnijeg mjeseca viša od -3°C i niža od 18°C

- ljeta su relativno svježa (srednja mjesečna temperatura najtoplijeg mjeseca je veća od 22°C)
- raspored oborina relativno je ujednačen tijekom cijele godine s tim da u toplom dijelu godine ima nešto više oborina
- srednja godišnja temperatura iznosi oko 11°C, srednja temperatura zime oko 1°C, proljeća 11°C, ljeta 20°C i jeseni 11°C
- srednji maksimum temperature iznosi oko 35°C, a minimum oko -16°C (apsolutni minimum može pasti ispod -30°C)
- temperatura najtoplijeg mjeseca iznosi oko 21°C, a najhladnijeg oko 0°C

Srednje mjesečne količine oborina imaju hod karakterističan za kontinentalni oborinski režim. Godišnje oborine iznose oko 870 mm (zima 21%, proljeće 22%, ljeto 30% i jesen 27%). Maksimalne količine oborina su u lipnju (većinom u obliku jakih pljuskova). Minimum mjesečnih oborina se javlja u siječnju i veljači. Razdoblje mogućeg snijega traje otprilike 136 dana.

1.4.4 Biljni pokrov područja istraživanja

Prema vlastitim zapažanjima biljni pokrov je poprilično oskudan i dominantnu ulogu ima nisko bilje iz porodice trava (*Poaceae*), te niska vrsta iz porodica štitarki (*Apiaceae*), usnača (*Lamiaceae*), krstašica (*Brassicaceae*) i dr. Uz obalni dio potoka Čnomerec raste trska (*Phragmites communis* L.) Grmlje se najvećim dijelom sastoji od vrsta iz porodice ruža (*Rosaceae*, primjerice *Rosa canina* L.), te bazge (*Sambucus nigra* L.), lijeske (*Corylus avellana* L.) i antropogeno posađenih grmića udikovine (*Viburnum lantana* L.). Drvenasti oblici su rijetki i uglavnom su bilje koje je posadio čovjek, primjerice breza (*Betula pendula* Roth.), divlji kesten (*Aesculus hippocastanum* L.) i dr. Na području iza tvornice lijekova „Pliva“ nalazi se prirodno izrastao velik broj stabala gloga (*Crataegus monogyna* Jacq.). Zastupljen je i biljka penjačica bršljan (*Hedera helix* L.) koja se susreće na drveću, zidovima, te kamenim blokovima.

1.5. CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj ovog diplomskog rada je utvrditi da li dolazi do pojave asimetrije parnih merističkih osobina kod populacije primorske gušterice. Ova vrsta se nalazi izvan svog prirodnog opsega rasprostranjenosti (ne zna se točno podrijetlo populacije, najvjerojatnije područje Dalmacije). Na područje istraživanja vrsta je donesena antropogenom aktivnošću (vjerojatno teretni vlakovi). Zbog drugačijih okolišnih uvjeta i utjecaja polutanata (okolišni stres), kao i izolacije populacije – mogućnost utjecaja genetskog stresa (parenje u srodstvu, smanjena heterozigotnost i dr.), pretpostavka ovog diplomskog rada je da bi moglo doći do porasta razine asimetrije parnih osobina proučavane populacije.

Analizom parnih merističkih osobina glave i broja femoralnih pora (da li postoji razlika u broju odgovarajućih pločica s lijeve i desne strane tijela), te statističkom obradom dobivenih podataka pokušat će se odrediti razina asimetrije kod proučavane populacije. Dobiveni rezultati biti će uspoređeni sa drugim literarnim podacima vezanim uz asimetriju kod navedene, ali i drugih vrsta guštera i gmazova.

Uz glavni cilj istraživanja dodatnom će analizom biometrijskih i merističkih osobina, te statističkom obradom dobivenih podataka biti obrađene i same morfološke osobine populacije. Dobiveni rezultati biti će uspoređeni sa morfološkim literarnim podacima vezanim uz vrstu *Podarcis sicula*.

2. MATERIJAL I METODE

2.1. MATERIJAL

Materijal obrađen u ovom radu prikupljen je u razdoblju od 28. srpnja do 08. kolovoza 2008. godine, tijekom kojeg je ulovljeno 100 odraslih, odnosno spolno zrelih jedinki primorske gušterice (spolna zrelost određena prema istaknutosti femoralnih pora, te dužini glave i tijela većoj od 50 mm). Radi lakšeg ulova, područje istraživanja sam podijelio na tri dijela:

- područje oko Zapadnog kolodvora i pržionice kave Frank (ulovljeno 34 jedinki - 24 ženke i 10 mužjaka),
- područje iza Doma zdravlja Črnomerec - od pržionice kave Frank do podvožnjaka na Selskoj ulici (ulovljeno 31 jedinka - 18 ženki i 13 mužjaka)
- područje iza tvornice lijekova Pliva (od podvožnjaka na Selskoj ulici - podvožnjaka na Zagrebačkoj ulici (ulovljeno 35 jedinki – 18 ženki i 17 mužjaka).

2.1.1. Metode rada

Gušteri su na području istraživanja lovljeni rukom, spremeni u platnene vrećice i preneseni u terarij dimenzija 1.5x1.5x0.8 m s odgovarajućom UVB rasvjetom, te stalnim izvorom pitke vode i dnom prekrivenim šljunkom, kamenjem, te granama za penjanje. U periodu od 28. srpnja do 08. kolovoza 2008. godine redovito su hranjeni ličinkama brašnara, mladim šturcima, skakavcima i žoharima.

Dnevno je fotografirano i izmjereno 30 jedinki, te su one nakon mjerenja puštene na područje istraživanja gdje su pronađene. Mjesto pronalaska obilježavao sam raznobojnim markerima na donjem dijelu glave gušterice (žuta - područje Zapadnog kolodvora, crvena - područje iza Doma zdravlja Črnomerec i crna - područje iza tvornice lijekova „Pliva“).

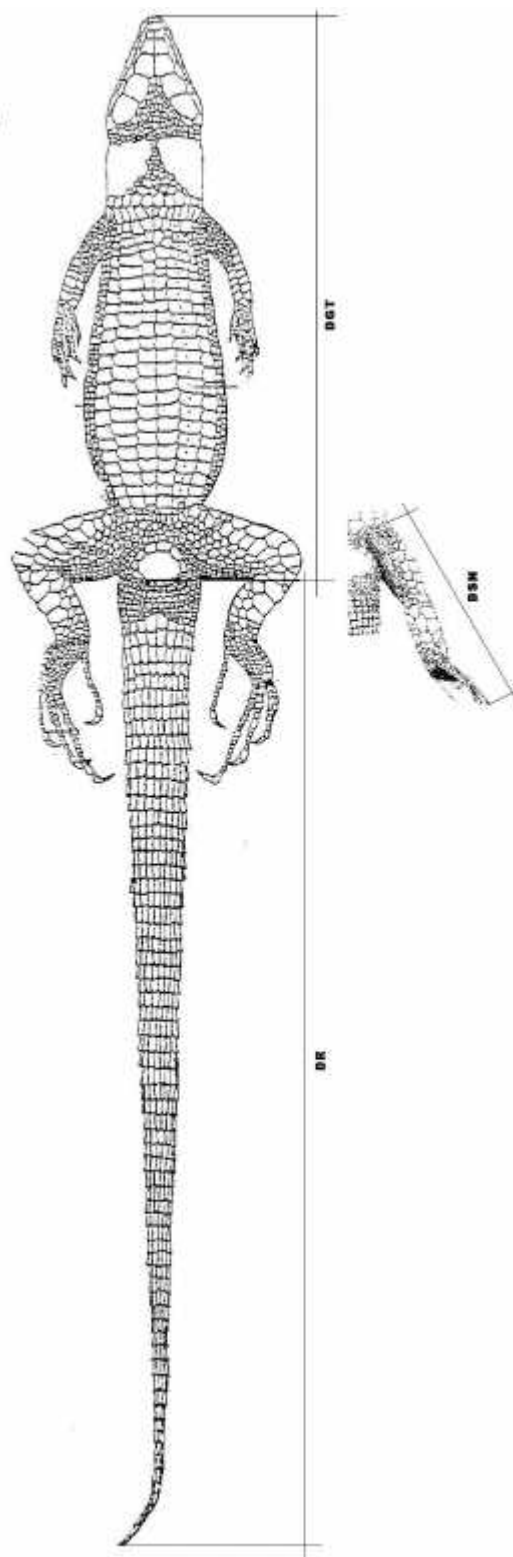
2.1.2. Biometrijske značajke

Biometrijske značajke su značajke koje predstavljaju kontinuirane, mjerljive varijable.

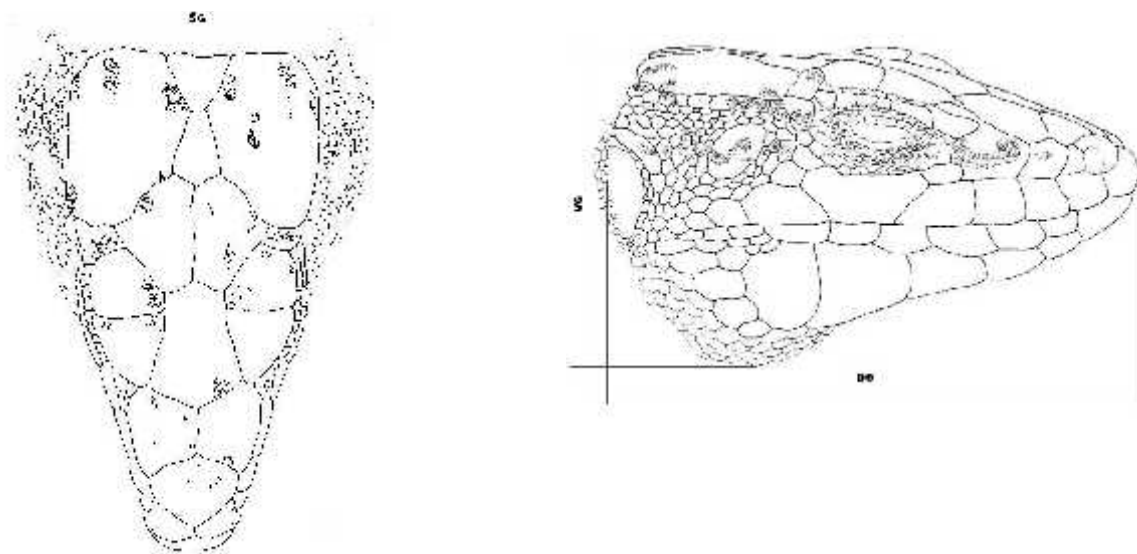
Mjerene biometrijske osobine su:

- DGT – dužina glave i tijela (mjereno od vrha njuške do stražnjeg ruba analne pločice),
- DSN – dužina stražnje desne noge (zbroj duljine bedrene, goljenične i kosti stopalja)- od početka noge do vrha 4. prsta,
- ŠG – širina glave (najveća udaljenost mjerena između vanjskih strana tjemenih ljusaka – Scutum parietalia),
- DG – najveća udaljenost mjerena od vrha njuške do stražnjeg ruba ušnog otvora,
- VG – visina glave
- DR – dužina neregeneriranog repa mjereno od stražnjeg ruba analne pločice do vrha repa.

Slika 6 i 7 prikazuju mjerene biometrijske značajke.



Slika 6. Prikaz mjerene dužine glave i tijela (DGT), dužine repa (DR) te dužine stražnje noge (DSN) primorske gušterice



Slika 7. Prikaz mjerene širine glave (ŠG), visine glave (VG) i dužine glave (DG) primorske gušterice

Mjerenje je vršeno upotrebom elektronske pomične mjerke marke i tipa CD-20PP, proizvođača Mitujoto corporation, Japan, s preciznošću od 0.01 mm. Mjerenja su vršena 3x da se smanji mogućnost pogreške pri mjerenju. Duljina regeneriranog repa nije mjerena, već je samo označeno koliko je puta rep regeneriran (1, 2 ili više puta). Slično je i kod duljine stražnje noge. Ako je bilo prisutno oštećenje 4. prsta noga nije mjerena, nego su označena oštećenja (nedostaje 4. prst, 3. i 4. prst ili svi prsti).

2.1.3. Merističke značajke

Merističke osobine su značajke koje su diskontinuirane i mjerljive ili diskretne varijable, u ovom slučaju broj određenih pločica glave i tijela.

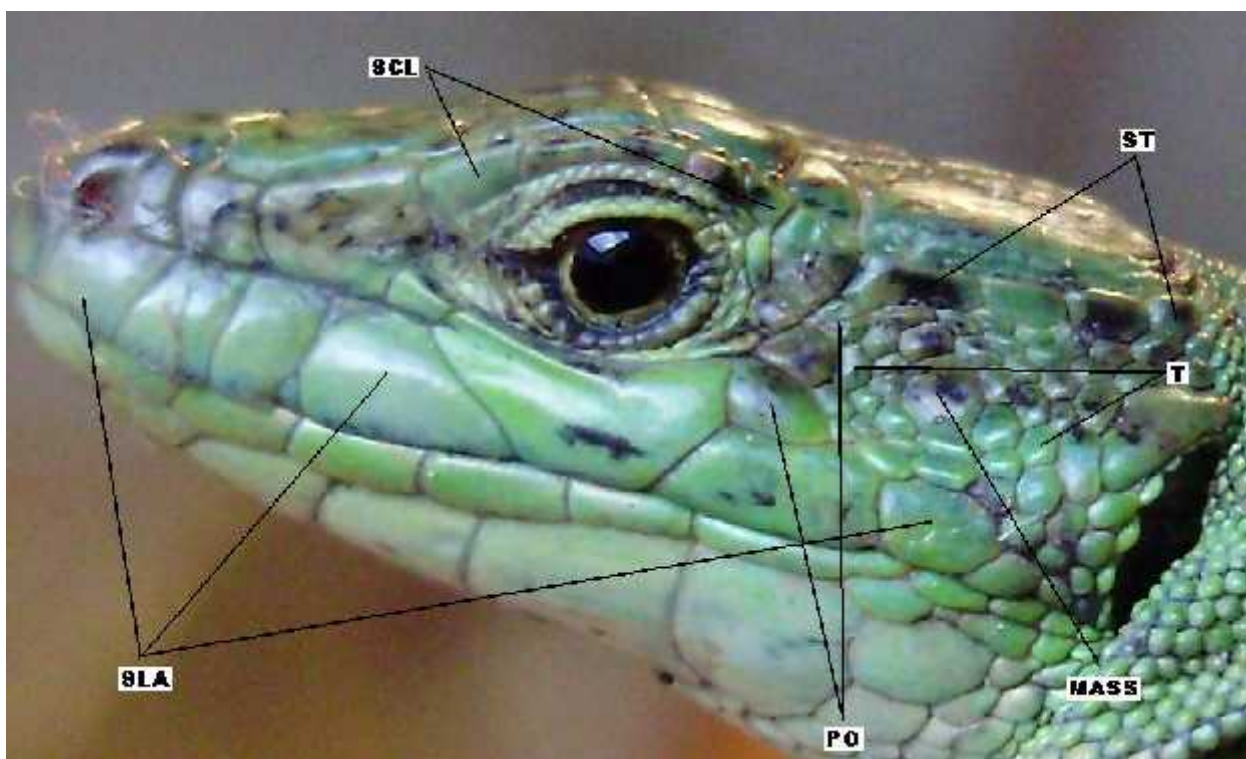
Od merističkih osobina brojane su sljedeće pločice glave (slika 8):

- PO – postocularia (zaočne pločice), red pločica između oka i temporalia (sljepoočnih pločica),
- SCL – supraciliaria, red pločica iznad oka,
- SLA – supralabialia (nadasne pločice), pločice koje okružuju usta od rostralne pločice do ugla usta,

- T – temporalia (sljepoočne pločice), s gornje strane glave su okružene s tjemenim, a s donje strane glave sa nadusnim pločicama,
- ST – supratemporalia, red pločica između tjemenih i sljepoočnih pločica.

Glava je fotografirana s lijeve i desne strane digitalnim foto aparatom marke i tipa Canon EOS 400, s objektivom žarišne duljine 18 -55 mm s mogućnošću makro područja 10 mps, te su ljuske brojene na kompjuteru.

Napomena: uočene deformacije na nadusnim ljuskama (supralabialia), primjerice jedna ljuska podijeljena na 2 dijela, brojale su se kao dvije, a ne kao jedna ljuska. U slučaju da se ljuska massetericum-a nije isticala, brojala se kao temporalna ljuska.



Slika 8. Prikaz brojanih pločica na glavi primorske gušterice gdje su SCL – supracilijarne pločice, ST – nadsljepoočne pločice, T – sljepoočne pločice, MASS – maseterična pločica, PO – zaočne pločice, SLA – nadusne pločice

Osim glave fotografirana je i unutarnja strana stražnjih nogu da se utvrdi broj femoralnih pora koje su otvori folikularnih žlijezda u dermi, te se pojavljuju kao niz otvora sa unutarnje strane stražnjih nogu (slika 12).

Od drugih osobina brojeno je sljedeće (slika 9, 10, 11 i 12):

- broj trbušnih ljustaka u uzdužnom nizu s lijeve strane tijela (ventralia) – od ogrlice do okoanalnih ljustaka,
- broj ljustaka u ogrlici (collare),
- broj leđnih ljustaka u poprečnom nizu od lijeve do desne strane trbušnih ljustaka na sredini tijela (dorsalia) - brojeno 3x, te uzimana srednja vrijednost,
- broj okoanalnih ljustaka (preanalia).

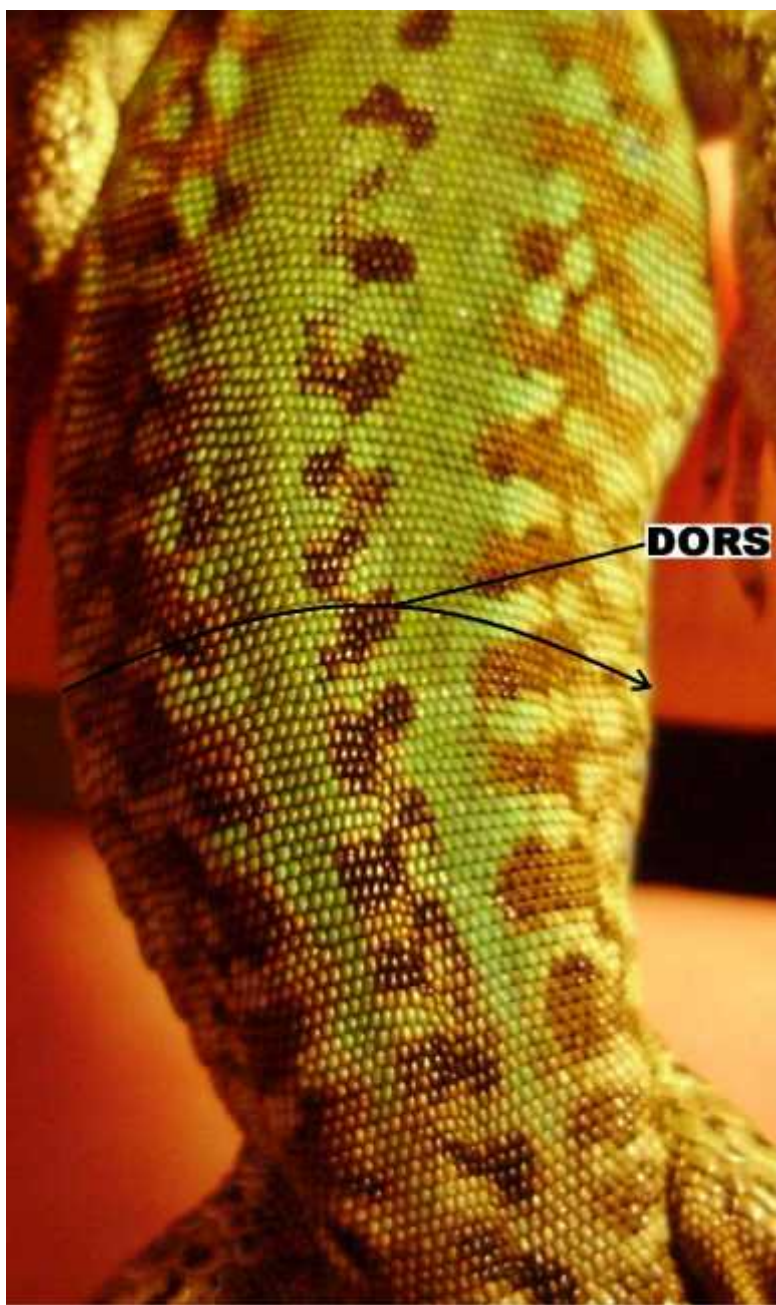
Ova posljednja četiri tipa ljustaka brojena su na živoj životinji. Na svakoj jedinki sve navedene osobine brojane su 4x kako bi se izbjegla mogućnost pogreške prilikom određivanja broja pločica.



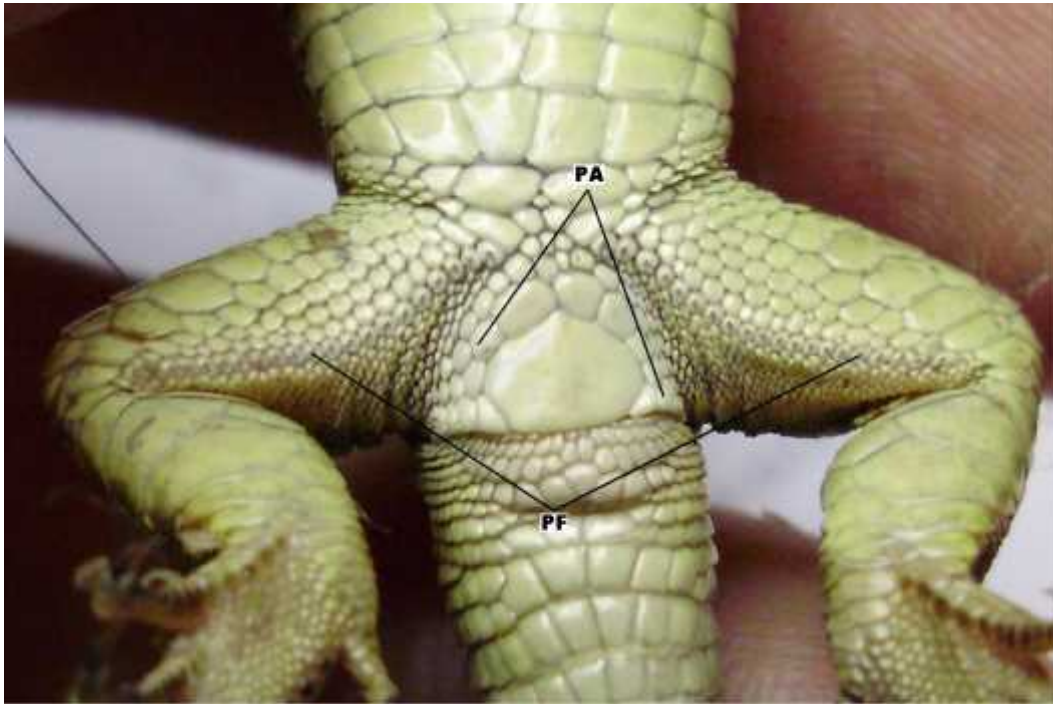
Slika 9. Prikaz brojanih pločica u ogrlici (COLL) primorske gušterice



Slika 10. Prikaz brojanih trbušnih pločica poprečnom nizu (VEN) primorske gušterice



Slika 11. Prikaz brojanih leđnih pločica u poprečnom nizu na najširem dijelu (DORS) primorske gušterice



Slika 12. Prikaz brojanih femoralnih pora (PF) i preanalnih pločica (PA) primorske gušterice

2.1.4. Kvalitativne značajke

MASS (massetericum) veličina i izgled pločica s obje strane glave podijeljeno u 5 kategorija:

1. ističe se,
2. ističe se i nepravilnog oblika,
3. jako velik,
4. razdijeljen na tri dijela,
5. ne ističe se, tj. ne razlikuje se od susjednih sljepoočnih pločica (temporalia).

Rep – da li je regeneriran ili ne i koliko puta je regeneriran podijeljeno u 3 kategorije:

1. nije regeneriran,
2. 1x regeneriran,
3. 2x regeneriran.

Oštećenja prstiju stražnje noge podijeljena su u 4 kategorije:

1. svi prsti neoštećeni,
2. nedostaje 4. prst stražnje noge,
3. nedostaje 3. i 4. prst stražnje noge,
4. nedostaju svi prsti na stražnjoj nozi.

2.2. METODA OBRADJE PODATAKA – STATISTIČKA OBRADA PODATAKA

2.2.1. Opisna statistika

Za biometrijske osobine određena je aritmetička sredina, standardna devijacija, minimum i maksimum. Za merističke osobine određene su aritmetička sredina, medijan, minimum i maksimum. Kod primorske gušterice prisutan je spolni dimorfizam, pa su sve vrijednosti posebno određene za mužjake i ženke.

Za kvalitativne značajke određena je frekvencija, medijan, minimum i maksimum (odvojeno po spolovima).

2.2.2. Testiranje razlika između uzoraka – usporedba među spolovima

Biometrijske osobine obrađene su T-testom za nezavisne uzorke koji se bazira na srednjoj vrijednosti uz razinu značajnosti $p < 0.05$.

Nasuprot tome merističke osobine određene su testom sume rangova ili Mann Withney U testom (razlika između parova uzoraka) uz razinu značajnosti $p < 0.05$. Ovaj test je najtočnija neparametska zamjena za T-test. Interpretacija testa je jednaka interpretaciji rezultata T-testa, samo što se U test bazira na sumi rangova, a ne na srednjoj vrijednosti.

2.2.3. Testiranje razlika između lijeve i desne strane tijela – utvrđivanje asimetrije kod parnih merističkih osobina

Razlika između lijeve i desne strane tijela, tj. razlike u broju odgovarajućih pločica na lijevoj i desnoj strani glave, te broju femoralnih pora na lijevoj i desnoj stražnjoj nozi izvršena je pomoću testa sume rangova ili Mann Withney U testa pri razini značajnosti od $p < 0.05$. Ista analiza razlike između lijeve i desne strane glave izvršena je za različite kategorije maseterične pločice (S.massetericum), te je istim testom izvršena razlika u distribuciji različitih kategorija maseterične pločice između mužjaka i ženki.

3. REZULTATI

3.1 REZULTATI OPISNE STATISTIKE

3.1.1 Analiza metričkih osobina populacije primorske gušterice

Rezultati provedenog T-testa pokazali su da postoje značajne razlike između spolova kod svih mjenjenih varijabli pri razini značajnosti od 5%. Dobivene vrijednosti su kod mužjaka u svim slučajevima veće. Dužina tijela i glave kod mužjaka prosječno iznosi 69.65mm, dok kod ženki 63.83 mm. Mužjaci imaju duži rep (prosječna dužina iznosi 142.9 mm) i duže stražnje noge (prosječna dužina iznosi 38.63 mm), nego ženke. Kod ženki je prosječna dužina repa 126,53 mm, a dužina stražnje noge 32.17 mm. Slično je i sa dimenzijama glave. Prosječna dužina glave kod mužjaka iznosi 18.23 mm, prosječna visina 9.14 mm, dok prosječna širina glave iznosi 11.31 mm. Kod ženki su izmjerene vrijednosti manje, pa je tako prosječna dužina glave 14.73 mm, prosječna visina 7.30 mm, a prosječna širina 8.75mm. Sve navedene vrijednosti prikazane su u tablici 1 i slici 13).

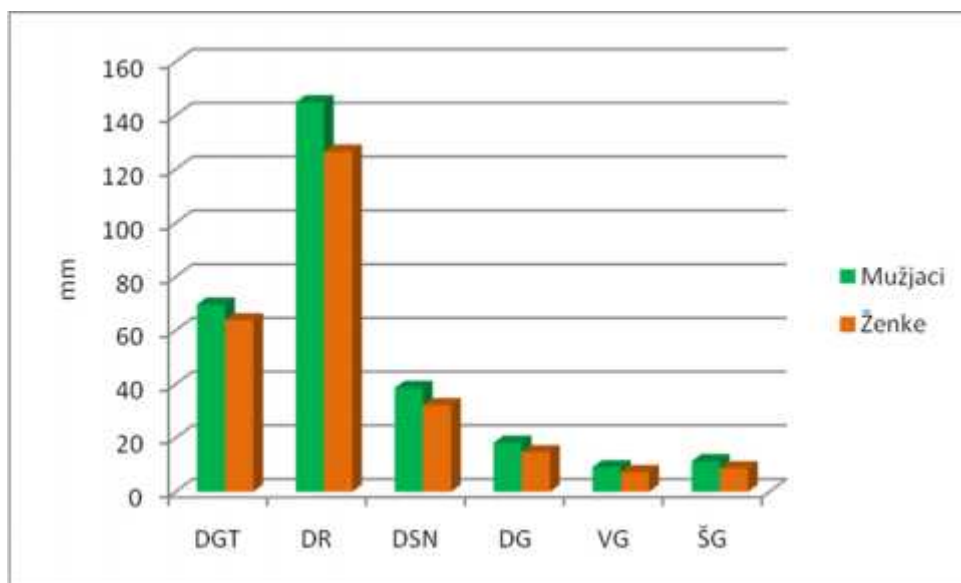
Tablica 1. Prikaz srednje, minimalne, maksimalne vrijednosti i standardne devijacije biometrijskih parametara mužjaka i ženki primorske gušterice

MUŽJACI

	$\bar{X}$	s	N	min	max
DGT	69.65	3.6874	40	62.73	79.52
DR	144.91	3.7643	13	136.32	147.67
DSN	38.60	1.7223	32	34.23	41.49
DG	18.23	1.0845	40	16.31	21.27
VG	9.14	0.7710	40	8.05	10.81
ŠG	11.31	0.7682	40	9.96	12.81

ŽENKE

	$\bar{X}$	s	N	min	max
DGT	63.83	3.8282	60	54.92	71.92
DR	126.54	4.4912	19	118.21	132.78
DSN	32.17	1.0844	57	30.03	33.83
DG	14.73	0.6358	60	13.25	16.31
VG	7.30	0.4953	60	6.42	8.24
ŠG	8.76	0.4955	60	7.69	9.64



Slika 13. Prikaz razlike srednjih vrijednosti analiziranih biometrijskih osobina između spolova izražen u mm (DGT – dužina glave i tijela, DR – dužina neregeneriranog repa, DSN – dužina stražnje noge (desne), DG – dužina glave, VG – visina glave, ŠG – širina glave)

3.1.2 Analiza merističkih osobina populacije primorske gušterice

Rezultat provedenog Mann-Whitney U testa (pri razini značajnosti od 5%) pokazuje da postoji statistički značajna razlika između mužjaka i ženki u broju trbušnih i leđnih ljusta u poprečnom nizu, broju femoralnih pora, te broju sljepoočnih ljusta. Prosječan broj trbušnih ljusta (ventralia) kod ženki iznosi 26, dok kod mužjaka iznosi 23. Statistički značajna razlika u broju leđnih ljusta (dorsalia) između mužjaka i ženki postoji, gdje ženke imaju prosječno veći broj leđnih ljusta u poprečnom nizu na najširem dijelu tijela i on iznosi 58, dok kod mužjaka iznosi 56. Mužjaci imaju veći broj femoralnih pora (porii femorales) od ženki i prosječan broj im iznosi 23, dok kod ženki 20. Statistički značajna razlika postoji i u broju sljepoočnih pločica (temporalia), gdje ženke u prosjeku imaju veći broj i on iznosi 49, a kod mužjaka 45. Za druge analizirane osobine ne postoji značajna razlika među spolovima. Prosječan broj pločica u ogrlici (collare) iznosi kod oba spola 10. Okoanalnih (preanalia), supraciliarnih i nadusnih (supralabialia) pločica u oba spola prosječno ima 7. Kod oba spola jednak je prosječan broj zaočnih pločica (postocularia) i iznosi 3, kao i broj nadsljepoočnih pločica (supratemporalia) te iznosi 4 (tablica 2 i 3, slika 14).

Tablica 2. Prikaz srednje, minimalne, maksimalne vrijednosti i medijana merističkih parametara kod mužjaka primorske gušterice

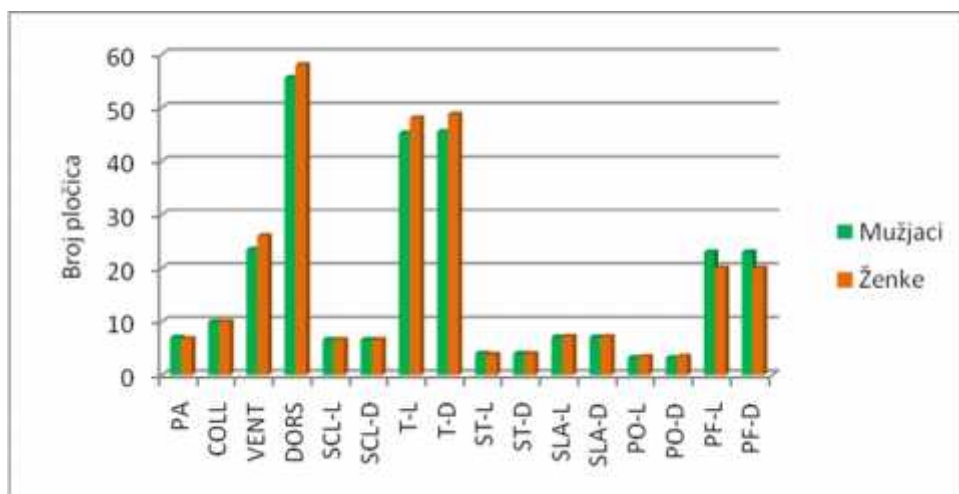
MUŽJACI

	$\bar{X}$	med	min	max
PA	7.05	7	5	9
COLL	10	10	9	12
VENT	23.47	24	22	24
DORS	55.58	56	53	58
SCL-L	6.65	7	6	8
SCL-D	6.625	7	6	8
T-L	45.2	47	33	60
T-D	45.47	47	35	60
ST-L	4.075	4	3	6
ST-D	4.025	4	3	6
SLA-L	7.1	7	6	8
SLA-D	7.1	7	7	9
PO-L	3.25	3	2	6
PO-D	3.2	3	2	6
PF-L	23	23	21	25
PF-D	23	23	21	24

Tablica 3. Prikaz srednje, minimalne, maksimalne vrijednosti i medijana merističkih parametara kod ženki primorske gušterice

ŽENKE

	$\bar{X}$	med	min	max
PA	6.83	7	5	9
COLL	10	10	8	11
VENT	26.06	26	24	27
DORS	58	58	56	61
SCL-L	6.616	7	5	8
SCL-D	6.616	7	5	8
T-L	48.05	46	25	68
T-D	48.76	46	23	71
ST-L	3.883	4	2	7
ST-D	4	4	3	6
SLA-L	7.216	7	7	9
SLA-D	7.15	7	6	9
PO-L	3.43	3	2	5
PO-D	3.5	4	2	5
PF-L	20	20	17	23
PF-D	20	20	17	23



Slika 14. Prikaz razlika analiziranih merističkih osobina između spolova izražen u broju pločica (PA – broj okoanalnih pločica (preanalia), COLL – broj pločica u ogrlici (collare), VENT – broj trbušnih pločica u pop. nizu (ventralia), DORS – broj leđnih pločica u pop. nizu (dorsalia), SCL – broj supracilijarnih pločica (supraciliaria), T – broj sljepoočnih pločica (temporalia), ST – broj nadsljepoočnih pločica (supratemporalia), SLA – broj nadusnih pločica (supralabialia), PO – broj zaočnih pločica (postocularia), PF – broj femoralnih pora (porii femoralis))

3.1.3 Analiza razlike između lijeve i desne strane tijela – pojavnost asimetrije parnih merističkih osobina kod proučavane populacije

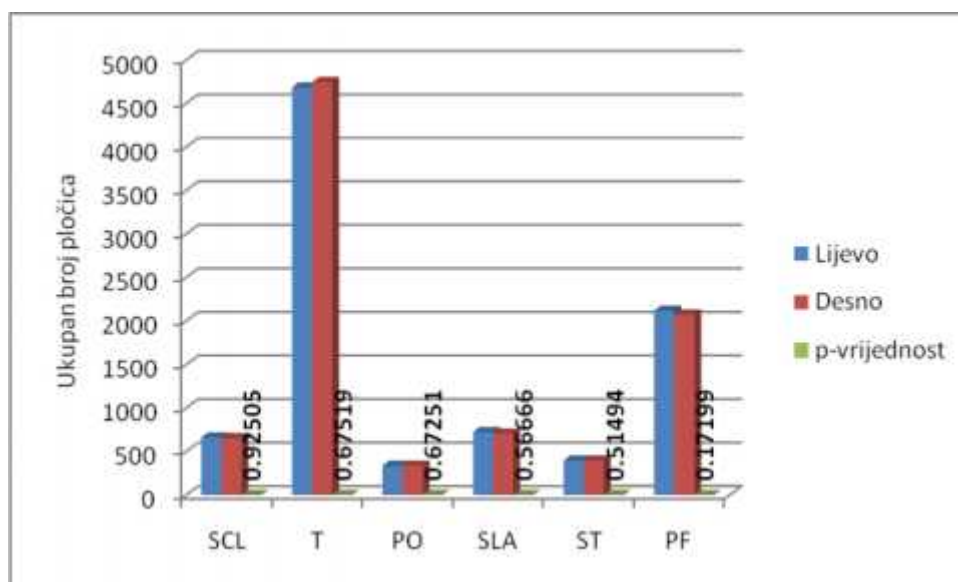
Iako postoji razlika u broju analiziranih pločica s lijeve i desne strane tijela na razini pojedine jedinke, primjerice: razlika u broju nadusnih, sljepoočnih i ostalih analiziranih pločica s jedne i druge strane glave, te broju femoralnih pora na lijevoj i desnoj nozi kod pojedinih jedinki, rezultati testa sume rangova ili Mann Whitney U testa za sve analizirane varijable na 100 uzoraka, pokazali su da niti kod jedne testirane osobine pri razini značajnosti od $p < 0.05$ ne postoji statistički značajna razlika između lijeve i desne strane i da nema pojave asimetrije na razini analizirane populacije.

Prema tome, analizirane razlike u broju parnih merističkih osobina glave i nogu pokazale su da ne postoji statistički značajna razlika u broju supracilijarnih pločica (supraciliaria), zaočnih pločica (postocularia), sljepoočnih pločica (temporalia), nadsljepoočnih pločica

(supratemporalia), nadusnih pločica (supralabialia) sa lijeve i desne strane glave, te broju femoralnih pora (porii femorales) na lijevoj i desnoj stražnjoj nozi kod analizirane populacije (tablica 4, slika 15).

Tablica 4. Prikaz p i Z vrijednosti, te zajedničkog medijana kod razlike parnih merističkih parametara glave i nogu kod mužjaka i ženki primorske gušterice

L-D	N	p	Z	MED
SCL	100	0.92505	0.09407	7
T	100	0.67519	-0.41904	46
PO	100	0.67251	-0.42271	3
SLA	100	0.56666	0.57298	7
ST	100	0.51494	-0.65116	4
PF	100	0.17199	1.36585	21



Slika 15. Prikaz razlike između lijeve i desne strane tijela i p vrijednosti u ukupnom broju pojedinih tipova pločica kod ukupnog broja jedinki (SCL – broj supracilijarnih pločica (supraciliaria), T – broj sljepoočnih pločica (temporalia), PO – broj zaočnih pločica (postocularia), SLA – broj nadusnih pločica (supralabialia), ST – broj nadsljepoočnih pločica (supratemporalia), PF – broj femoralnih pora (porii femoralis))

Slični rezultati dobiveni su i analizom razlike u distribuciji različitih kategorija maseterične pločice (*S. massetericum*). Dobiveni rezultati i u ovom slučaju ne pokazuju razlike u distribuciji navedenih kategorija maseterične pločice sa obje strane glave, kao ni razliku ovih kategorija među spolovima (tablica 5).

Tablica 5. Prikaz p i Z vrijednosti, minimuma i maksimuma te zajedničkog medijana kod analize razlike u distribuciji različitih kategorija maseterične pločice sa lijeve i desne strane glave kod mužjak i ženki primorske gušterice

MASS L-D	N	p	Z	MED	MIN	MAX
	100	0.52445	-0.63650	1	1	5

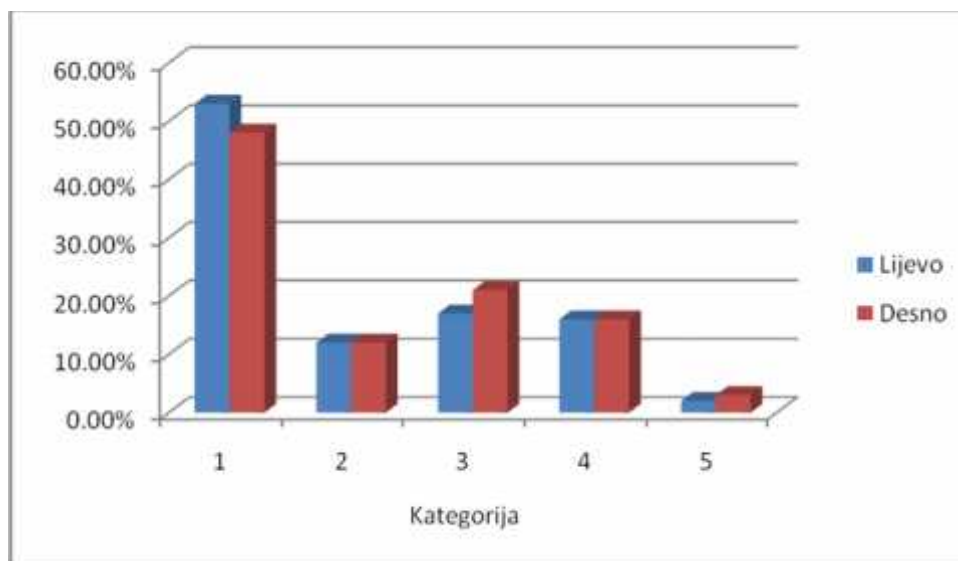
Tablica 6. Prikaz minimuma, maksimuma, medijana, frekvencije i različitih kategorija maseterične pločice s desne i lijeve strane glave kod mužjaka i ženki primorske gušterice

DESNO

Mass-D	min.	max.	med.	kat.	N	%
	1	5	2	1	48	48%
				2	12	12%
				3	21	21%
				4	16	16%
				5	3	3%

LIJEVO

Mass-L	min.	max.	med.	kat.	N	%
	1	5	1	1	53	53%
				2	12	12%
				3	17	17%
				4	16	16%
				5	2	2%



Slika 16. Prikaz razlike u distribuciji različitih kategorija maseterične pločice kod 100 jedinki izražen u % (Kat. 1 – ističe se, kat. 2 – ističe se i nepravilnog oblika, kat. 3 – jako velik, kat. 4 – razdijeljen na tri dijela, kat. 5 – ne ističe se, tj. ne razlikuje se od susjednih sljepoočnih pločica)

Na lijevoj strani glave kod najvećeg broja jedinki (53%) maseterična pločica se ističe . Kod 12% jedinki maseterična pločica se ističe i nepravilnog je oblika. 17% jedinki ima jako veliku maseteričnu pločicu, a 16% jedinki imaju razdijeljenu maseteričnu pločicu na tri dijela. Samo 2% jedinki ima maseteričnu pločicu koja se ne ističe, tj. ne razlikuje se od susjednih sljepoočnih pločica.

Slična je zastupljenost maseteričnih pločica i na desnoj strani glave: 48% jedinki ima maseteričnu pločicu koja se ističe, 12% jedinki ima maseteričnu pločicu koja se ističe i nepravilnog je oblika, 21% jedinki ima jako veliku maseteričnu pločicu, 16% jedinki ima maseteričnu pločicu razdijeljenu na tri dijela, a samo 3% jedinki ima maseteričnu pločicu koja se ne ističe, tj. ne razlikuje se od susjednih sljepoočnih pločica (tablica 6, slika 16).

3.1.4 Analiza kvalitativnih osobina

Od preostalih kvalitativnih osobina obrađena je regeneracija repa i oštećenje prstiju na stražnjim nogama zasebno za mužjake i ženke. Za te osobine određena je frekvencija, minimum, maksimum i medijan.

Kod 60 analiziranih ženki, 20 ženki odnosno 33% je imalo rep, dok je kod 40 ženki, odnosno 67% rep bio regeneriran. Od tih 40 jedinki kod 39 jedinki, odnosno 65% je imalo 1x regenerirani rep, dok je kod 1 jedinke, odnosno 2% rep bio 2x regeneriran (tablica 7, slika 17).

Tablica 7. Prikaz minimuma, maksimuma, medijana, frekvencije, te različitih kategorija regeneracije repa kod ženki primorske gušterice

RR	min.	max.	med.	kat.	N	%
	1	3	2	1	20	33%
				2	39	65%
				3	1	2%

Kod 40 analiziranih mužjaka samo je 13 jedinki, odnosno 33% imalo neregenerirani rep, tj. 27 jedinki, odnosno 67% je imalo regenerirani rep. Od tih 27 jedinki, odnosno 67%, 22 jedinke, odnosno 55% je imalo 1x regenerirani rep, dok je 5 jedinki, odnosno 12% imalo 2x regenerirani rep (tablica 8, slika 17).

Tablica 8. Prikaz minimuma, maksimuma, medijana, frekvencije, te različitih kategorija regeneracije repa kod mužjaka primorske gušterice

RR	min.	max.	med.	kat.	N	%
	1	3	2	1	13	33%
				2	22	55%
				3	5	12%



Slika 17. Prikaz različitih kategorija regeneracije repa kod ženki i mužjaka primorske gušterice izražen u %

Što se tiče stražnje noge samo 3 ženke od ukupno 60 je imalo oštećenje prstiju stražnje noge (3%) i to oštećenje druge kategorije (nedostaje 4. prst stražnje noge), što je prikazano u tablici 9 i na slici 18.

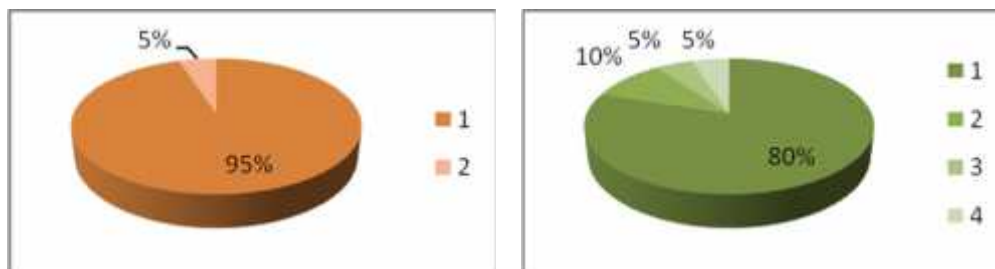
Tablica 9. Prikaz minimuma, maksimuma, medijana, frekvencije, te različitih kategorija oštećenja stražnjih nogu kod ženki primorske gušterice

OSN	min.	max.	med.	kat.	N	%
	1	4	1	1	57	95%
				2	3	5%
				3		
				4		

Od ukupno 40 mužjaka, kod 32 mužjaka ili 80% nije bilo prisutno oštećenje stražnje noge, dok je kod 8 mužjaka, odnosno 20% bilo prisutno oštećenje stražnje noge. Od tih 8 jedinki 10% pripada drugoj kategoriji (nedostaje 4. prst stražnje noge), 5% pripada 3. kategoriji (nedostaje 3. i 4. prst stražnje noge), te 5% četvrtoj kategoriji (nedostaju svi prsti na stražnjoj nozi), što je prikazano u tablici 10 i na slici 18.

Tablica 10. Prikaz minimuma, maksimuma, medijana, frekvencije, te različitih kategorija oštećenja stražnjih nogu kod mužjaka primorske gušterice

OSN	min.	max.	med.	kat.	N	%
	1	4	1	1	32	80%
				2	4	10%
				3	2	5%
				4	2	5%



Slika 18. Prikaz različitih kategorija oštećenja stražnje noge kod mužjaka i ženki primorske gušterice izražen u %

4. RASPRAVA

Prema opće prihvaćenoj pretpostavci, stres, bilo okolišni, bilo genetički utječe na povećanje razine fluktuirajuće asimetrije u populaciji kao što navode mnogi autori Parsons (1992), Palmer (1996), Leung i sur. (2000) i mnogi drugi. Sami gušteri, no i ostale skupine gmazova primjerice zmijske, odlični su subjekti za proučavanje asimetrije zbog mnogih parnih osobina koje posjeduju i mogu se mjeriti (primjerice udovi, dimenzije glave) ili brojati (razni tipovi ljusaka, femoralne pore). Unatoč svemu navedenom, postoji vrlo malo studija o asimetriji, prvenstveno na gušterima.

Sama proučavana populacija primorske gušterice je unesena najvjerojatnije sa područja Dalmacije posredstvom čovjeka, te izolirana od svoje izvorne populacije. Zbog te izolacije ona vjerojatno ima sličnu promjenu strukture i dinamike kao male otočne populacije ili populacije na fragmentiranim dijelovima staništa, te bi na nju trebao djelovati okolišni stres tj. biotički faktori kao što je efekt prenapučenosti (intra i interspecijska kompeticija). U proučavanom slučaju mora se naglasiti i vrlo važan utjecaj abiotičkih faktora, prvenstveno drugačijih klimatskih uvjeta na proučavanom području. Osim toga ne smije se izostaviti i moguć utjecaj genetičkog stresa. Posljedica svega ovoga bila bi smanjena sposobnost organizma da zaštiti svoje razvojne putove od navedenih negativnih učinaka i pojava asimetričnih jedinki.

Dobiveni rezultati analiza asimetrije nisu u skladu sa naprijed navedenim pretpostavkama za populaciju, dok na razini jedinki postoji razlika u broju pojedinih analiziranih pločica. Prema tome moguć je utjecaj stresa, prvenstveno neoptimalnih temperatura inkubacije na jedinku, što je u skladu sa studijama gdje temperature inkubacije jaja iznad i ispod optimuma rezultiraju povećanom asimetrijom pojedinih morfoloških i merističkih osobina, primjerice kod vrsta *Podarcis muralis* (prema Crnobrnja-Isalović, 2005), *Calotes versicolor*, *Sceloporus virgatus* (prema Vervust i sur., 2008).

Teško je pretpostaviti zašto ekstremni klimatski uvjeti ne utječu na samu populaciju. Velik problem predstavlja to što su u svim studijama vezanim uz asimetriju kod guštera proučavane populacije koje obitavaju manje-više u istim klimatskim prilikama, primjerice u studijama Martina i Lopeza (2000), Crnobrnje-Isalović (2005), Vervusta i sur., (2008) i dr.

Poznato je da je sama proučavana vrsta otporna i invanzivna (Arnold i Burton, 1978; Henle i Klaver, 1986) koja preživljava čak i na području grada NewYork-a, te je moguće da je tolerantnija na temperaturni stres.

Osim toga čini se da i ostali tipovi okolišnog stresa nisu utjecali na porast razine fluktuirajuće asimetrije kod proučavane populacije. Budući da se na području istraživanja nalaze dvije tvornice, kao i prisutnost same željeznice, te divljih odlagališta otpada, za očekivati je da su prisutni različiti tipovi onečišćivača i zagađivača koji bi prema Vervustu i sur. (2008) trebali utjecati na porast fluktuirajuće asimetrije kod širokog raspona organizama.

Sama studija navedenog autora koja je rađena na dvije populacije vrste *Podarcis sicula* na dva otoka u Lastovskom arhipelagu kaže da porast fluktuirajuće asimetrije jedne populacije u odnosu na drugu najvjerojatnije nije rezultat drugačijeg okoliša, jer su te dvije populacije izložene istim abiotičkim uvjetima, tj. prisutnosti istih onečišćivača i zagađivača. Slična situacija je moguća i kod proučavane populacije, jer se izvorna populacija najvjerojatnije nalazi uz željezničku prugu na području grada gdje su prisutni slični uvjeti što se tiče onečišćivača i zagađivača, ali i slični uvjeti zvučnoga stresa, tj. buke.

Što se tiče biotičkog stresa studija Vervusta i sur. (2008) navodi da pronađeni porast fluktuirajuće asimetrije jedne populacije u odnosu na drugu može biti i rezultat prenapučenosti, tj. intraspecijske kompeticije.

Sličan primjer je i studija Crnobrnje-Isalović (2005) o izoliranoj otočnoj populaciji vrste *Podarcis muralis* na Skadarskom jezeru u Crnoj Gori. Ova studija nije pronašla porast asimetrije za nijednu od proučavanih osobina, osim malog porasta fluktuirajuće asimetrije u broju femoralnih pora kod otočne populacije te vrste u odnosu na kopnenu populaciju. Autori smatraju da je porast razine asimetrije u broju femoralnih pora rezultat velike intraspecijske kompeticije na otoku.

U slučaju proučavane populacije prema vlastitim opažanjima, zamijećena je velika brojnost jedinki, no izgleda da u ovom slučaju intraspecijska kompeticija ne rezultira porastom razine asimetrije kod analiziranih osobina. Što se tiče utjecaja interspecijske kompeticije slično kao i u navedenoj studiji Crnobrnje-Isalović (2005), gdje je uz *Podarcis muralis* na otoku prisutna i vrsta *Podarcis oxycephala*, ali je njen utjecaj zbog velike gustoće

populacije vrste *Podarcis muralis* zanemariv, tako je u proučavanom slučaju uz *Podarcis sicula* prisutna i autohtona vrsta *Podarcis muralis*. Na osnovu vlastitog zapažanja zamijećeno je da je primorska gušterica potisnula autohtonu vrstu sa dijela željezničke pruge gdje obitava, te da se učinak interspecijske kompeticije može isključiti kao uzrok za porast fluktuirajuće asimetrije.

Kao što je već navedeno na izolirane populacije djeluje i genetički stres, te isto utječe na poraz razine fluktuirajuće asimetrije. Takav slučaj je zabilježen kod vrste *Uta stansburiana* i *Trachydosaurus rugosus* (prema Vervust i sur., 2008). No i sama studija Vervusta i sur. (2008) na vrsti *Podarcis sicula* smatra da je porast razine asimetrije jedne populacije te vrste u odnosu na drugu najvjerojatnije posljedica učinka serijskog efekta „uskog grla“ (bottleneck efekt). Suprotno u studiji Crnobrnje-Isalović (2005) na vrsti *Podarcis muralis* razina fluktuirajuće asimetrije nije povezana sa utjecajem genetičkog stresa zbog povezivanja otočne i kopnene populacije redovitim protokom gena, te visokom razinom heterozigotnosti otočne populacije, što je odraz recentnog podrijetla populacije. Ovakav slučaj moguć je i kod proučavane populacije. Postoji vrlo velika vjerojatnost da dolazi do povremenog unosa novih jedinki u populaciju antropogenim posredstvom, te da postoji protok gena između ishodišne ili više populacija sa područja Dalmacije i analizirane populacije. Valja naglasiti da u slučaju studije Vervust i sur. (2008) dolazi do pojave asimetrije pojedinih osobina, iako su dvije proučavane populacije primorske gušterice recentno odvojene.

Treba napomenuti da iako je hipoteza o korištenju fluktuirajuće asimetrije kao mjere stresa opće prihvaćena, mnogi autori upozoravaju na nedostatke znanja o samoj asimetriji, te utjecaju stresa na nju (Parsons, 1992; Palmer, 1996; Swaddle, 2003 i dr.).

Dobiveni rezultati o glavnim morfološkim karakteristikama i spolnom dimorfizmu kod proučavane populacije podudaraju se s literaturnim podacima o vrsti.

Tako prema Arnoldu i Burtonu (1978), Henle i Klaveru (1986), Vogrinu (1995) dimenzije tijela variraju od 55 – 70 mm (maksimalno do 90 mm), repa do 174 mm, stražnjih nogu do 48 mm, što se podudara sa dobivenim rezultatima. Prema navedenim autorima spolni dimorfizam vidljiv je u većim dimenzijama glave mužjaka (veća, šira i dulja glava od ženki), većoj dužini glave i tijela, većoj dužini repa, te većem broju i veličini femoralnih pora. Ženke

imaju jedino veći broj trbušnih pločica (ventralia) u poprečnom nizu. Sve navedene osobine u skladu su sa dobivenim rezultatima biometrijske i merističke analize.

Mužjaci analizirane populacije odlikuju se prosječno većom dužinom glave i tijela, kao i većom dužinom repa. Mužjaci se također odlikuju i većim dimenzijama glave. Mužjaci imaju veći broj, te istaknutije femoralne pore (porii femorales) od ženki. Za razliku od navedenog, ženke imaju veći broj trbušnih pločica (ventralia) u poprečnom nizu. Isto tako prema dobivenim rezultatima analize, ženke u prosjeku imaju veći broj leđnih pločica (dorsalia) u poprečnom nizu na najširem dijelu tijela. Iako u literaturi ne postoje podaci o spolnom dimorfizmu temeljeni na broju leđnih pločica, moguće je da su kod ženki pločice manje, te da je najširi dio tijela na kojem su brojane leđne pločice u poprečnom nizu širi nego kod mužjaka. Prema Henle i Klaveru (1986) broj leđnih pločica varira od 46 – 90. Slično je i sa brojem sljepoočnih pločica (temporalia) gdje je kod ženki u prosjeku njihov broj veći, nego kod mužjaka.

Broj pločica u ogrlici (collare) prema Henle i Klaveru (1986) varira od 6 – 15, što je u skladu sa dobivenim rezultatima za taj parametar.

Učestalosti ozljeda na stražnjoj nozi je veća kod mužjaka nego kod ženki, što je u skladu sa samim teritorijalnim ponašanjem mužjaka, te njihovim sukobljavanjem sa drugim mužjacima u vrijeme parenja (borba za ženke).

Regeneracija repa je učestala kod oba spola što i ne iznenađuje, jer je prisutan velik broj predatora kao što su mačke, razne vrste ptica i zmije.

5. ZAKLJUČAK

A) Iz rezultata istraživanja parnih merističkih osobina glave i femoralnih pora na stražnjim nogama za utvrđivanje asimetrije kod proučavane populacije primorske gušterice izvedeni su sljedeći zaključci:

- Na razini pojedine jedinke postoji razlika u broju odgovarajućih pločica sa lijeve i desne strane glave, te u broju femoralnih pora na lijevoj i desnoj stražnjoj nozi
- Na razini populacije razlika između lijeve i desne strane glave u broju odgovarajućih pločica, te u broju femoralnih pora na lijevoj i desnoj stražnjoj nozi nije utvrđena
- Uzroci nepostojanja asimetrije na razini populacije nisu utvrđeni.

B) Iz rezultata istraživanja biometrijskih, merističkih i kvalitativnih značajki izvedeni su sljedeći zaključci za proučavanu populaciju:

- Mužjaci su u istraživanom uzorku veći za sve analizirane biometrijske parametre od ženki:
 - Prosječna dužina glave i tijela mužjaka iznosi 69.65, a ženki 63.83 mm
 - Prosječna dužina stražnje desne noge kod mužjaka iznosi 38.60, a ženki 32.17 mm
 - Prosječna dužina glave mužjaka iznosi 18.23, a ženki 14.73 mm
 - Prosječna visina glave mužjaka iznosi 8.14, a ženki 7.30 mm
 - Prosječna širina glave mužjaka iznosi 11.31, a ženki 8.76 mm
- Od analiziranih merističkih parametara razlika među spolovima postoji u broju kod:
 - Trbušnih ljustica u poprečnom nizu (ventralia) gdje kod ženki prosječan broj iznosi 26, a kod mužjaka 23 pločice
 - Leđnih ljustica u poprečnom nizu (dorsalia) gdje kod ženki prosječan broj iznosi 58, a kod mužjaka 56 pločica
 - Broju sljepoočnih ljustica glave (temporalia) gdje kod ženki prosječan broj iznosi 49, a mužjaka 45 pločica
 - Broju femoralnih pora, gdje u prosjeku mužjaci imaju 23, a ženke 20.

- Rezultati analize kvalitativnih parametara pokazali su sljedeće:
 - Ne postoji razlika u distribuciji različitih kategorija maseterične pločice (S. massetericum) među spolovima
 - Od 60 analiziranih ženki 33% je imalo neregeneriran rep, dok je 67% imalo regenerirani rep. Isti je slučaj i kod 40 analiziranih mužjaka
 - Od 60 analiziranih ženki svega je kod 3% jedinki bilo prisutno oštećenje stražnje noge, dok je kod 40 mužjaka oštećenje stražnje noge bilo prisutno kod 20% jedinki.

6. LITERATURA

Arnold, E.N., Buron, J.A. (1978): A field guide to the Reptiles and Amphibians of Britain and Europe. Collins, London, str.13-20, 71-72.

Henle K., Klaver C.J.J., (1986) In: Bohme W. (editor): Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas. Band 1/II Echten II (Lacerto) Aula – Verlag, Wiesbaden

Young, J.Z., Nixon, M. (1991): The life of Vertebrates, Oxford University Press

Bowyer*, R. T., Stewart, K. M., Kie, J. G. and Gasaway, W. C. (2001): Fluctuating asymmetry in antlers of alaskan moose: size matters, Journal of Mammology. 82 (3): 814-824

Burke, R.L., Ner, E.S.(2005):Seasonal and Diel Activity Patterns of Italian Wall Lizards, *Podarcis sicula campestris*, in New York, Northeastern Naturalist. 12 (3) :349-360

Crnobrnja-Isalović, J., Aleksić, I., Bejaković, D. (2005): Fluctuating asymmetry in *Podarcis muralis* population of environmental stress in insular populations, Amphibia-Reptilia. 26:149-158

Downes, S., Bauwens,D. (2002):An experimental demonstration of direct behavioral interference in two Mediterranean Lacertid Lizard species, Animal behaviour. Vol. 63, Issue 6, pp 1037-1046

Forsman, A., Merila, J., Lindell, L.E. (1994): Do Scale Anomalies Cause Differential Survival in *Vipera berus*? Journal of Herpetology. Vol. 28, No. 4, pp. 435-440

Hoso,M., Asami, T., Hori,M. (2007): Right-handed snakes:convergent evolution of asymmetry for functional specialization, Biol. Lett. Vol. 3, 169-172

Innocenti, A., Bertolucci, C., Minutini, L., Foa*, A. (1996): Seasonal variations of pineal involvement in the circadian organization of the ruin lizard *Podarcis sicula*, The Journal of Experimental Biology. 199, 1189-1194

Leary,R.F., Allendorf, F.W. (1989):Fluctuating asymmetry as indicator of stress:Implications for conservation biology, Trends in Ecology and Evolution. Vol. 4, No.7, pp. 214-217

Martin*, J., Lopez, P. (2000): Chemoreception, symmetry and mate choice in lizards, Proc. R. Soc. Lond. B 267, 1265-1269

- Martin*, J., Lopez, P. (2001): Hindlimb Asymmetry Reduces Ecsape Performance in the Lizard *Psammmodromus algirus*, *Physiological and Biochemical Zoology*. 74 (5): 619-624
- Mayer, W., Pavlicev, M. (2007): The phylogeny of the family Lacertidae (Reptilia) based on nuclear DNA sequences: Convergent adaptations to arid habitats within subfamily Eremiainae, *Molecular Phylogenetics and Evolution*. Vol.44, (3): 1155-63
- Møller, A.P., Pomainkowski (1993): Fluctuating asymmetry and sexual selection, *Genetica* 89. 267-279
- Møller, A.P. (1997): Developmental stability and fitness: A Review, *Am. Nat.* Vol. 149, pp. 916-932
- Parsons, P.A. (1992): Fluctuating asymmetry: a biological monitor of enviromental and genomic stress, *Heredity*. 68, 361-364
- Palmer, A.R., Strobeck, C. (1992): Fluctuating asymmetry as a measure of developmental stability: Implications of non-normal distributions and power of statistical test, *Acta. Zool. Fennica*. 191:52-72
- Palmer, A.R. (1996): Waltzing with Asymmetry: *BioScience*. Vol. 46, No.7, pp. 518-532
- Podnar, M., Mayer, W., Tvrtkovic, N. (2005): Phylogeography of the Italian wall lizard, *Podarcis sicula*, as revealed by mitochondrial DNA sequences, *Molecular Ecology*. 14: 575-588
- Seligman, H. (2000): Evolution and ecology of developmental processes and of the resulting morpgology: directional asymmetry in hindlimbs of Agamidae and Lacertidae (Reptilia: Lacertilia), *Biological Journal of the Linnean Society*. 69:461-481
- Shine, R., Langkilde, T., Wall, M., Mason, R.T. (2005): The fitness of scalation asymmetry in garter snakes *Thamnophis sirtalis parietalis*, *Functional Ecology*. 19, 306-314
- Swaddle, J.P., Witter, M.S., Cuthill, I.C. (1994): The analysis of fluctuating asymmetry, *Anim. Behav.* 48, 986-989

- Swaddle, J.P. (2003) Fluctuating Asymmetry, Animal Behaviour, and Evolution, *Advances in the Study of Behaviour*. Vol.32, pp. 169-205
- Thornhill, R., Møller, A.P. (1998): The relative importance of size and asymmetry in sexual selection, *Behavioral Ecology*. Vol. 9, No.6:546-551
- Vervust, B., Van Dongen, S., Grbac, I., Van Damme, R. (2008): Fluctuating Asymmetry, Physiological Performance, and Stress in Island Populations of the Italian Wall Lizard (*Podarcis sicula*): *Journal of Herpetology*. Vol.42, No. 2. pp. 369-377
- Vogrin, M. (2005): Sexual Dimorphism in *Podarcis sicula campestris*, *Turk J Zool.* 29: 189-191
- Voipio, P. (1992): On pileus anomalies in the common lizard *Lacerta vivipara* in Finland – a morphogenetic problem revisited, *Ann. Zool. Fennici*. 28: 83-94
- Vrijenhoek, R.C., Leerman, S. (1982): Heterozygosity and developmental stability under sexual and asexual breeding systems, *Evolution*. 36 (4), pp. 768-776
- Warner, D.A., Shine, R. (2006): Morphological variation does not influence locomotor performance within a cohort of hatchling lizards (*Amphibulorus muricatus*, *Agamidae*), *Oikos*. 114: 126-134
- Zachos, F.E., Hartl, G.B., Suchentrunk, F. (2007): Fluctuating asymmetry and genetic variability in the roe deer (*Capreolus capreolus*): a test of the developmental stability hypothesis in mammals using neutral molecular markers, *Heredity*. 98, 392-400