

# 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: **2024-11-20**



Repository / Repozitorij:

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



SVEU ILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO-MATEMATI KI FAKULTET  
BIOLOŠKI ODSJEK

MARKO KLOBU AR

**POJAVNOST ASIMETRIJE MERISTI KIH 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 Lackovi -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

---

Sveu ilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matemati ki fakultet  
Biološki odsjek

Diplomski rad

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

Marko Klobu ar

Zoologijski zavod, Prirodoslovno-matemati ki fakultet, Sveu ilište u Zagrebu  
Rooseveltov trg 6, 10 000 Zagreb

Istraživanje populacije primorske gušterice *Podarcis sicula* (Rafinesque-Schmaltz 1810) provedeno je na području željezni ke 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. Utvr en je spolni dimorfizam za sve prou avane biometrijske osobine (mužjaci su u prosjeku ve i od ženki), kao i za etiri analizirana meristi ka parametra. Na razini populacije nije utvr ena pojava asimetrije parnih meristi kih osobina, iako je po etna pretpostavka ovog diplomskog rada bila da e 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-matemati kog fakulteta u Zagrebu, Rooseveltov trg 6.

Ključne riječi: asimetrija, meristi ke osobine, stres, primorska gušterica

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

Ocjenjiva i: Doc. dr. sc. Zoran Tadi

Doc. dr. sc. Sven Jelaska

Zamjena: Prof. dr. sc. Mirjana Kalafati

## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

University of Zagreb  
Faculty of Science  
Department of Biology

Graduation Thesis

Marko Klobu ar  
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 Lackovi -Venturin

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

Replacement: Prof. dr. sc. Mirjana Kalafati

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 OBRADJE 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,

reperne ljuske (caudalia) imaju oblik izduženog četverokuta i poredane su poprečnim nizovima što daje prstenast izgled (mogu tvoriti i bodlje),

esto prisutan nabor kože od povišenih ljusaka na vratu tzv. ogrlica (collare).

Većina vrsta ima tjemeni (pinealni) organ. Temporalni lukovi lubanje su potpuno okoštali, dok su krilne i neparnе kosti parne i postavljene blizu jedne drugima na prednjoj strani lubanje. Zubi su pleurodontni (prirasli uz unutarnji rub eljusti, međutim esto krilne kosti nose neparne 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 i 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, isto na 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, Dubrovnik, Brač, Hvar, Vis i Korčulu.

### **1.2.2. Geografska varijacija vrste primorske gušterice**

Henle i Klaver (1986) prepoznaju 52 podvrste unutar kojih su 47 otuđeni 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 otuđene 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 (šuma, požari, poljoprivreda i dr.). Sposobnost ove vrste da živi u urbanim sredinama, koja čak mogu nastati 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 i 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) esto doti u gornje zao ne plo ice (postoculare). Potiljne plo e (S. occipitale) su kra e nego me utjemene (S. interparietale), no esto su šire. Iznad oka se nalazi 2 – 17 granula (granulae supraciliaria). Sljepoo ne plo ice (temporalia) su malene, a maseteri na plo ica (S. massetericum) je varijabilnog oblika. Rub ogrlice (collare) je gladak, a sastavljen je od 6 – 15 plo ica. Trbušne plo ice (ventralia) poslagane su u 6 uzdužnih i 21-34 popre nih nizova. Broj le nih plo ica (dorsalia) u popre nom 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 veli ini femoralnih pora,

broju trbušnih plo ica u popre nom nizu.

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

#### **1.2.4. Obojenost vrste primorske gušterice**

Dorzalna strana tijela obi no je trava zelene ili maslinasto zelene boje, podijeljena u dvije široke vrpce sa središnjim tamnim podru jem razli ite 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 sme oj podlozi javlja se i na bokovima. Ženke esto 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 ljuške na rubu trbuha. Mužjaci obi no imaju više isprugan uzorak obojenosti koji se sastoji od dvije široke, zelene dorzalne vrpce na sme oj, isto kanoj podlozi. Sama obojenost ina e je jako promjenjiva (Arnold i Burton, 1978), te je današnja obojenost podvrsta posljedica prirodnih doga aja, uklju uju i regionalne

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

### **1.2.5. Ponašanje i razmnožavanje primorske gušterice**

Primorska gušterica je terestrična, heliotermna i poprilično prilagodljiva vrsta. Prehrana joj se temelji na ishrani beskralježnjacima, no uz njih prehranjuje se i malom količinom biljne hrane (Henle i Klaver, 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 poprilično 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 oto ne populacije mogu biti ranjive zbog ilegalnog sakupljanja ili predatora, primjerice mačka.

Međunarodni 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 threatened/ -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 dvobojno simetrične životinje**

Bilateralno ili dvobojno 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 razliku u obliku, položaju 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. Onim se razvijaju 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 odre enom 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 simetri nih struktura u okviru razvojne preciznosti.

### 1.3.3. Vrste asimetrija kod bilateralno simetri nih organizama

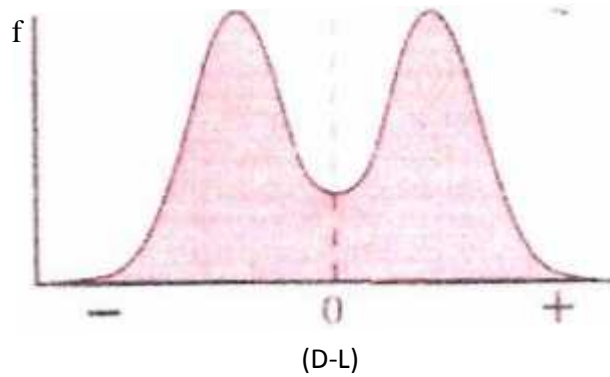
Bilateralna asimetrija tj. odstupanje bilo kojeg dijela tijela bilateralno simetri nog organizma od „savršene“ simetrije kategorizira se kao: antisimetrija, direktna simetrija /DA/ i fluktuiraju a asimetrija /FA/ (Palmer i Strobeck, 1986; Plamer 1996). Svaka od ovih kategorija karakterizirana je razli itom kombinacijom vrijednosti i drugom distribucijom razlika desna minus lijeva strana (D-L). Neka odstupanja su poprili no velika, te ih vidimo kao asimetri ne strukture na ina e bilateralno simetri nim organizmima (kliješta, hlapova, uške sova itd.), ili je cijelo tijelo asimetri no (puževi, ribe plosnatice). Nasuprot tome, druga odstupanja od simetrije kao primjerice fluktuiraju a asimetrija su poprili no mala te iznose oko 1% ili manje od veli ine osobine i zahtijevaju precizna mjerenja da ih se utvrdi.

U ovom diplomskom radu prvo u se osvrnuti na **antisimetriju i direktnu asimetriju** jer obje mogu biti poprili no malene (nekoliko% veli ine osobine) ili dosta velike i vidljive oku.

#### **Antisimetrija i direktna simetrija**

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

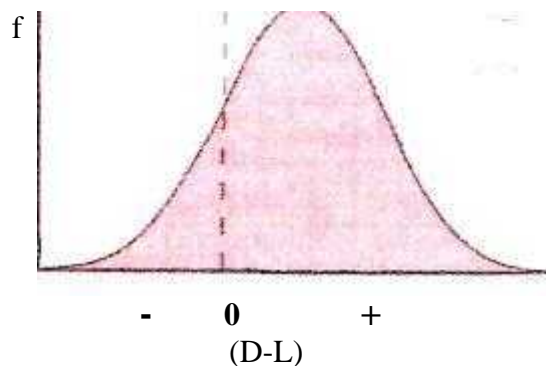
**Antisimetrija ili nasumi na asimetrija** je uzorak bilateralne varijacije gdje je u prosjeku jedna strana ve a od druge, no ve i lan bilateralnog para nasumi no se javlja na lijevoj ili desnoj strani tijela („ljevoruki“ i „desnoruki“ oblici“ jednako su zastupljeni unutar vrste). Ona je karakterizirana 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 većina 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

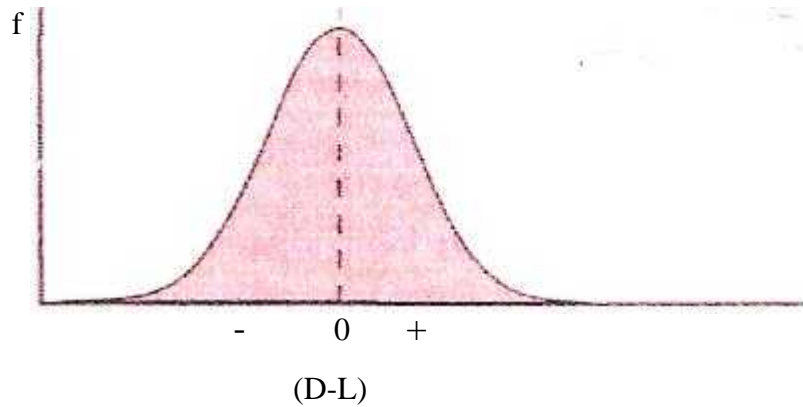
Za direktnu asimetriju je svojstveno da do nje dolazi tijekom razvoja pomoću prije postojećih unutarnjih asimetrija u biološkim molekulama ili citoplazmi stanica, ustvari može se reći da su reprogramirane lateralne razlike. Dobar primjer DA je smjer zavrtnja kućice puževa (*Limnaea sp.*) koji je kontroliran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

Objektive asimetrije postoje kod velikog broja i ane bilateralno simetričnih organizama. Važno je napomenuti da obje 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, ija 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 obje strane tijela. Karakterizirana je normalnom distribucijom razlika D-L ija 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 su ušne razlike između strana inače bilateralno simetričnih organizama odličan su indikator preciznosti razvoja - što se preciznije razvije svaka strana tijela, već 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.), koje 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 između 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 geneti ki koji utje u na pove anje asimetrije morfoloških osobina, te teoretski vode smanjenju razvojne homeostaze.

### **Geneti ki ili intrinisti ki stres**

Pokazalo se da nekoliko tipova intrinisti kog stresa utje e na asimetriju. Oni uklju uju gubitak genetske varijacije, hibridizaciju, poreme aj 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* pove ava asimetriju prsnih segmenata nogu, dok je kod ljudi s Downovim sindromom prona ena pove ana zubna FA (Parsons, 1992).

Za nekoliko vrsta je zabilježeno da genetski više varijabilne populacije (mjereno pomo u enzim-kodiraju ih lokusa) pokazuju manju asimetriju nego populacije manje varijabilne za ove lokuse . Isto jedinke iz populacije sa smanjenom genetskom varijabilnoš u zbog efekta „uskog grla“ (*bottleneck*) pokazuju ve u 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 izme u heterozigotnosti i smanjene asimetrije može biti posljedica homozigotnosti štetnih recesivnih alela ili heterozigotne prednosti (Palmer i Strobeck, 1986; Leary i Allendorf, 1989; Parsons, 1990).

Geneti ki stres može predstavljati hibridizacija. Križanci izme u vrsta mogu reflektirati poreme aje 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 poreme aji mogu javiti kad je populacija preba ena u novi okoliš (Leary i Allendorf, 1989; Moller i Pomainkowski, 1993).

## Okolišni ili ekstrinisti ki stres

Kako je op e poznato okolišni uvjeti koji zna ajno odstupaju od uvjeta sa kojima se organizmi normalno susre u utje u na morfogenetske procese tijekom ontogenije (Voipio, 1991). Postoje mnogi dokazi da varijabilnost teži porastu kad je stres nametnut od fizi kog 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 odre ivanju opstanka, te indirektno razine gena koji kontroliraju varijaciju proteina. Okolišni stres može biti poprili no oštar, primjerice na marginalnim dijelovima staništa gdje vladaju ekstremni uvjeti samo mala promjena tih uvjeta može biti letalna. Primjeri ovakve vrste stresa uklju uju ekstremne temperature, buke, izlaganje zaga iva ima i otrovima, preveliku gusto u populacije, smanjena koli ina hrane itd.

Postoje razni primjeri u kojima okolišni stres utje e na porast asimetrije, primjerice porast FA od broja sternopleuralnih etina kod *Drosophile melanogaster* prilikom pove anja temperature razvoja larve sa 25° na 30° C, porast FA karaktera ljasaka dvije vrste guštera iz porodice *Lacertidae* ispod i iznad temperature inkubacije od 25° C. No i u prirodnim uvjetima kao kod vrste *Lacerta agilis najve a* FA je prona ena na ekološkoj periferiji vrste na marginalnim staništima u visokim planinama. Sli an je slu aj zabilježen kod vrste leptira *Coenonympha tullia* gdje je najve a FA promatrana za šest osobina prona ena na ve im nadmorskim visinama na podru ju Stjenjaka. Pove ana FA prona ena 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 iznena uju e da i u laboratorijskim, te terenskim uvjetima zaga iva i mogu pove ati 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 specifi ni za odre ene metaboli ke putove, te ne moraju utjecati na razinu FA (Parsons, 1990).

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

asimetrije smatra se da su rezultat nesavršenog razvoja, te da reflektiraju nemogu nost genoma da zaštiti razvojne procese od te slu ajne „buke“. Zbog toga što stres korelira s pove anjem asimetrije, ona je postala potencijalno oru e za promatranje stresa u prirodnim populacijama (mnogi su je autori predložili kao mjeru razvojne nestabilnosti). No sam utjecaj stresa na asimetriju nije op enit, ve je specifi an za odre ene taksone, ali i za same osobine, primjerice asimetrija u jednoj osobini može biti uzrokovana razli itim stresom nego asimetrija u drugoj osobini (Swaddle i sur., 1994). Jedan od mogu ih mehanizama povezanosti FA i stresa je da organizmi zahtijevaju energiju kako bi kompenzirali u inak stresa, a to smanjuje koli inu energije za rast, razvoj i reprodukciju (Leung i sur., 1999).

Kao indikator preturbiranog razvoja zbog utjecaja stresa, fluktuiraju a asimetrija bi mogla biti važna za programe konzervacijskih biologa (Leary i Allendorf, 1989). Održanje genetske raznolikosti je esto nužno kod zato enih populacija koje služe kao izvor za uspostavljanje ili obnovu prirodnih populacija. Kako je okoliš zato enih populacija obi no manje varijabilan nego onaj prirodnih populacija, pove anje asimetrije kod prvih bilo bi vjerojatnije posljedica geneti kog, nego okolišnog stresa. Ako je ova pretpostavka to na, fluktuiraju a asimetrija može služiti za promatranje genetske varijacije održane kod zato ene populacije.

Fluktuiraju a asimetrija može biti pouzdan alat i za evolucijske biologe, prvo jer je op enito negativno povezana s heterozigotnoš u, pa se razina asimetrije može koristiti da detekciju genetske varijacije izme u suvremenih ili preda kih i potoma kih populacija (Palmer i Strobeck, 1986), i drugo, ako FA odražava stupanj kanaliziranja - termin kanaliziranja odnosi se na mogu nost strukture da se razvije kroz unaprijed odre eni put u razli itim okolišima (Palmer, 1993), njena razina se može koristiti kod testiranja ja ine selekcije za kanaliziranje razli itih osobina, pod pretpostavkom da osobine od ve eg funkcionalnog zna aja za organizam prolaze ja u selekciju za kanaliziranje.

### **1.3.6. Odnosi izme u fluktuiraju e asimetrije i parametara kvalitete (fitness-a)**

Ako je fluktuiraju a asimetrija mjera razvoja nestabilnosti, tada je mogu e da fenotipska informacija može dati informaciju o kvaliteti populacije, te individualnoj kvaliteti. Me utim, koliko god je izvršeno mnogo analiza postoji op a suglasnost da je odnos izme u

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 asimetrijom bedrenom kosti imaju manju brzinu tr anja, dok nasuprot tome nema odnosa između asimetrije stražnjih udova i brzine tr anja 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 na in na koji su ta dva imbenika 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 partnere, 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 rastući 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 ciljanim individua. Vjerojatno sekundarne spolne osobine pokazuju veći 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 učestalosti efekta okoliša na asimetriju i kondiciju, što bi mogao biti tip osobine koji je važan u određivanju odabira partnera. Asimetrije ovakvim osobinama mogu dati pogled u probavni, energetske, te razvojni okoliš potencijalnih partnera. Ovo pogotovo može biti važno kod vrsta koje mjesto razmnožavanja pokazuje veliki stupanj nasljednosti ili vrsta koje pokazuju ponavljaju i 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 željeznice i 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, to nije na njegovoj sjevernoj strani nalazi pržionica kave „Frank“ i tvornica lijekova „Pliva“. Kroz tvornicu lijekova „Pliva“, te mali dio područja istraživanja prolazi potok Rnomerec. 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  $-3^{\circ}\text{C}$  i niža od  $18^{\circ}\text{C}$

ljeta su relativno svježā (srednja mjese na temperatura najtoplijeg mjeseca je ve a od 22°C

raspored oborina relativno je ujedna en 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, prolje a 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 mjese ne koli ine oborina imaju hod karakteristi an za kontinentalni oborinski režim. Godišnje oborine iznose oko 870 mm (zima 21%, prolje e 22%, ljeto 30% i jesen 27%). Maksimalne koli ine oborina su u lipnju (ve inom u obliku jakih pljuskova). Minimum mjese nih oborina se javlja u sije nju i velja i. Razdoblje mogu eg snijega traje otprilike 136 dana.

#### **1.4.4 Biljni pokrov područja istraživanja**

Prema vlastitim zapažanjima biljni pokrov je poprili no oskudan i dominantnu ulogu ima nisko bilje iz porodice trava (*Poaceae*), te niska vrsta iz porodica štitarki (*Apiaceae*), usna a (*Lamiaceae*), krstašica (*Brassicaceae*) i dr. Uz obalni dio potoka rnomerec raste trska (*Phragmites communis* L.) Grmlje se najve im dijelom sastoji od vrsta iz porodice ruža (*Rosaceae*, primjerice *Rosa canina* L.), te bazge (*Sambucus nigra* L.), lijeske (*Corylus avellana* L.) i antropogeno posa enih grmi a udikovine (*Viburnum lantana* L.). Drvenasti oblici su rijetki i uglavnom su bilje koje je posadio ovjek, 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 ja i biljka penja ica bršljan (*Hedera helix* L.) koja se susre e na drve u, 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 to no podrijetlo populacije, najvjerojatnije područje Dalmacije). Na području je 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 i 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 bit 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 bit 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 veće od 50 mm). Radi lakšeg ulova, područje istraživanja sam podijelio na tri dijela:

područje je oko Zapadnog kolodvora i pržionice kave Frank (ulovljeno 34 jedinki - 24 ženke i 10 mužjaka),

područje je iza Doma zdravlja Rnomerec - od pržionice kave Frank do podvožnjaka na Selskoj ulici (ulovljeno 31 jedinka - 18 ženki i 13 mužjaka)

područje je 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, spremni 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 je Zapadnog kolodvora, crvena - područje je iza Doma zdravlja Rnomerec i crna - područje je 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 ploice),

DSN – dužina stražnje desne noge (zbroy duljine bedrene, goljenice i kosti stopalja)- od potkoka noge do vrha 4. prsta,

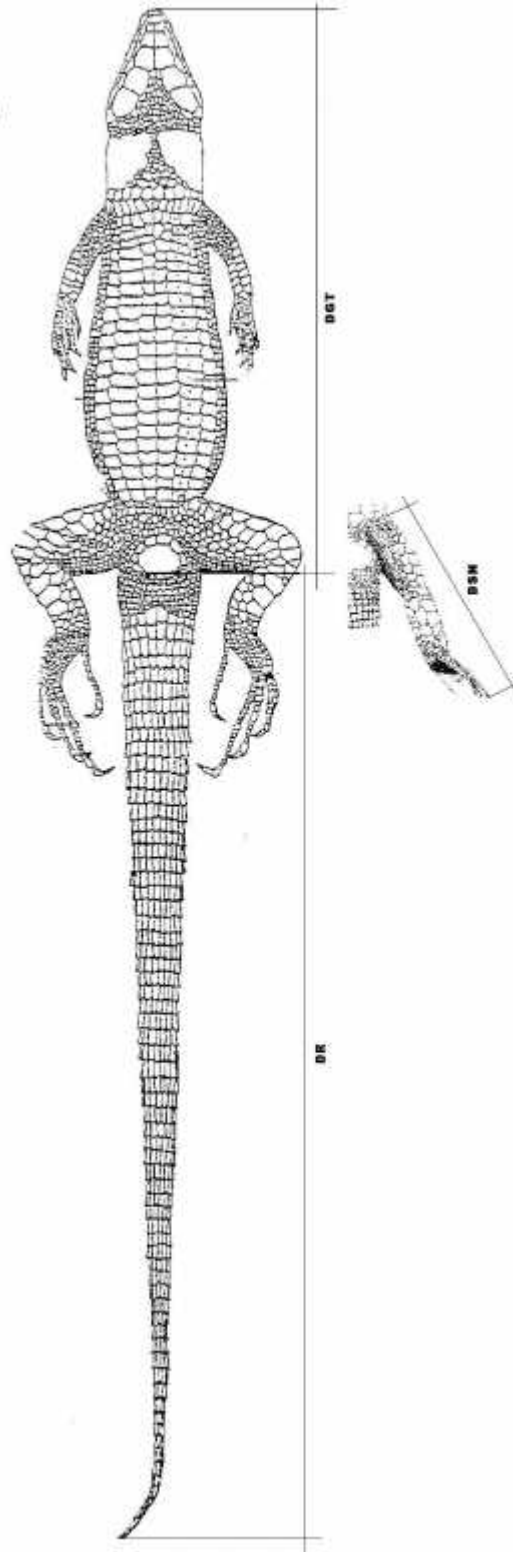
ŠG – širina glave (najveća udaljenost mjerena između vanjskih strana tjemenih ljusaka – Scutum parietalia),

DG – najveća udaljenost mjerena od vrha njuške do stražnjeg ruba ušnog otvora,

VG – visina glave

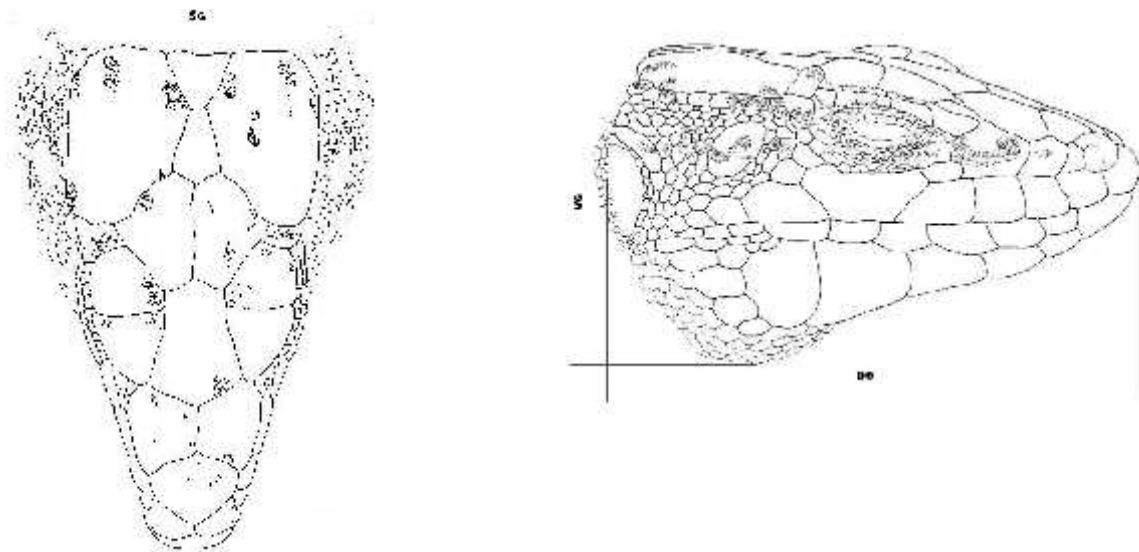
DR – dužina neregeneriranog repa mjereno od stražnjeg ruba analne ploice do vrha repa.

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 pomi ne mjerke marke i tipa CD-20PP, proizvo a a Mitujoto corporation, Japan, s preciznoš u od 0.01 mm. Mjerenja su vršena 3x da se smanji mogu nost pogreške pri mjerenju. Duljina regeneriranog repa nije mjerena, ve je samo ozna eno koliko je puta rep regeneriran (1, 2 ili više puta). Sli no je i kod duljine stražnje noge. Ako je bilo prisutno ošte enje 4. prsta noga nije mjerena, nego su ozna ena ošte enja (nedostaje 4. prst, 3. i 4. prst ili svi prsti).

### 2.1.3. Meristi ke zna ajke

Meristi ke osobine su zna ajke koje su diskontinuirane i mjerljive ili diskretne varijable, u ovom sluaju broj odre enih plo ica glave i tijela.

Od meristi kih osobina brojane su sljede e plo ice glave (slika 8):

PO – postocularia (zao ne plo ice), red plo icaa izme u oka i temporalia (sljepoo nih plo ica),

SCL – supraciliaria, red plo ica iznad oka,

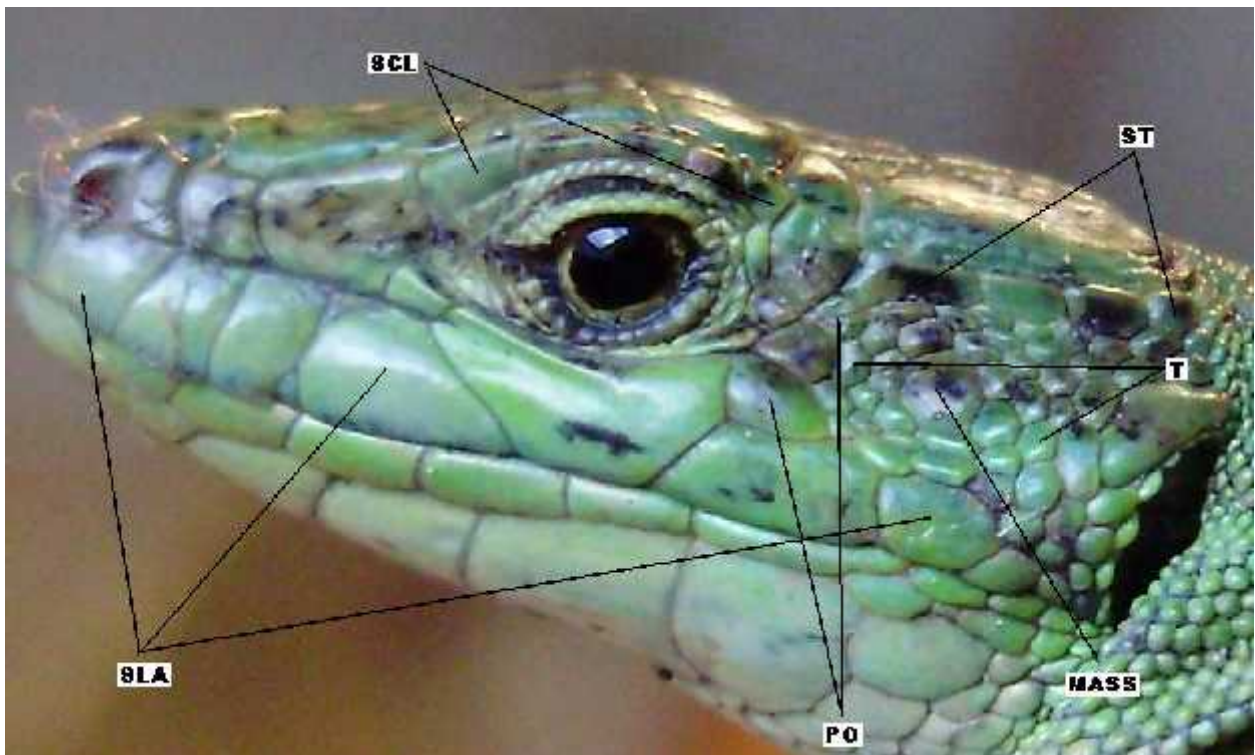
SLA – supralabialia (nadusne plo ice), plo ice koje okružuju usta od rostralne plo ice do ugla usta,

T – temporalia (sljepoo ne plo ice), s gornje strane glave su okružene s tjemanim, a s donje strane glave sa nadusnim plo icama,

ST – supratemporalia, red plo ica izme u tjemelih i sljepoo nih plo ica.

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 u makro području ja 10 mps, te su ljske brojene na kompjuteru.

**Napomena:** uo ene 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 plo ica na glavi primorske gušterice gdje su SCL – supracilijarne plo ice, ST – nadsljepoo ne plo ice, T – sljepoo ne plo ice, MASS – maseteri na plo ica, PO – zaone plo ice, SLA – nadusne plo ice

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 ljušaka u uzdužnom nizu s lijeve strane tijela (ventralia) – od ogrlice do okoanalnih ljušaka,

broj ljušaka u ogrlici (collare),

broj leđnih ljušaka u poprečnom nizu od lijeve do desne strane trbušnih ljušaka na sredini tijela (dorsalia) - brojeno 3x, te uzimana srednja vrijednost,

broj okoanalnih ljušaka (preanalia).

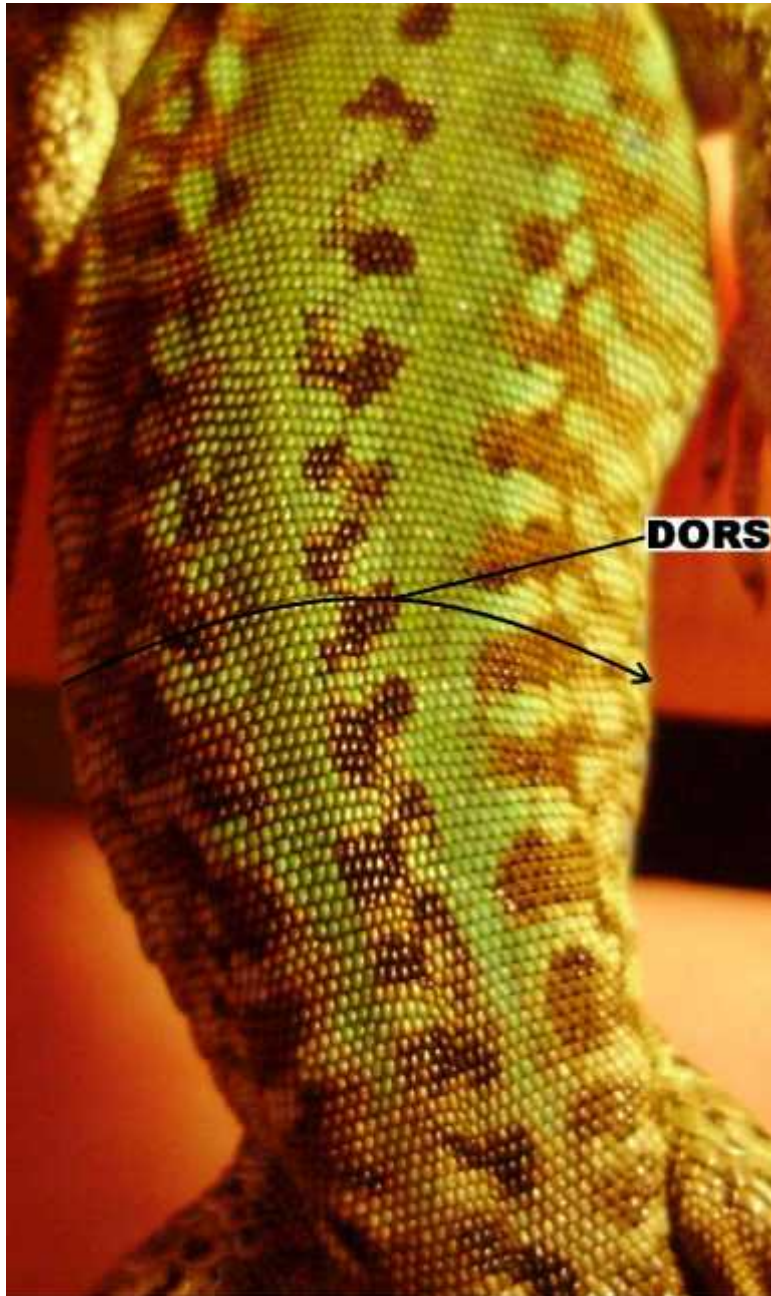
Ova posljednja četiri tipa ljušaka brojena su na živoj životinji. Na svakoj jedinki sve navedene osobine brojane su 4x kako bi se izbjegla mogućnost pogreške prilikom određivanja broja plošaka.



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

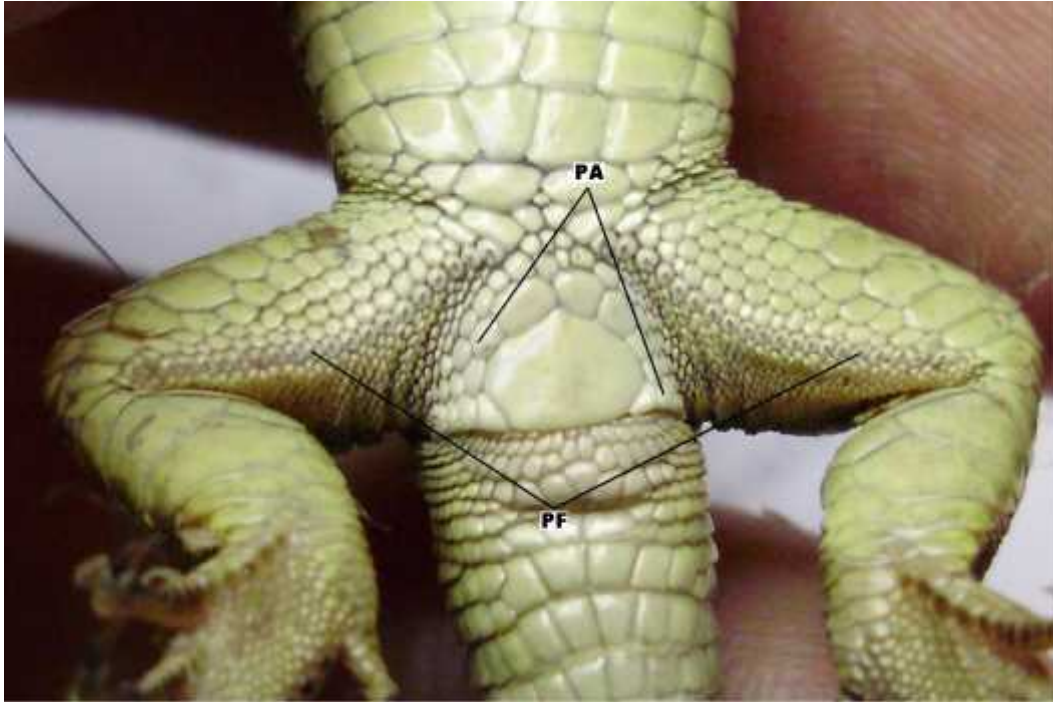


Slika 10. Prikaz brojanih trbušnih plošaka u poprečnom nizu (VEN) primorske gušterice



Slika 11. Prikaz brojanih le nih plo ica u popre nom nizu na najširem dijelu (DORS) primorske gušterice





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

#### 2.1.4. Kvalitativne zna ajke

MASS (massetericum) veli ina i izgled plo ica s obje strane glave podijeljeno u 5 kategorija:

1. isti e se,
2. isti e se i nepravilnog oblika,
3. jako velik,
4. razdijeljen na tri dijela,
5. ne isti e se, tj. ne razlikuje se od susjednih sljepoo nih plo ica (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.

Ošte enja prstiju stražnje noge podijeljena su u 4 kategorije:

1. svi prsti neošte eni,
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 – STATISTI KA OBRADA PODATAKA**

### **2.2.1. Opisna statistika**

Za biometrijske osobine odre ena je aritmeti ka sredina, standardna devijacija, minimum i maksimum. Za meristi ke osobine odre ene su aritmeti ka sredina, medijan, minimum i maksimum. Kod primorske gušterice prisutan je spolni dimorfizam, pa su sve vrijednosti posebno odre ene za mužjake i ženke.

Za kvalitativne zna ajke odre ena je frekvencija, medijan, minimum i maksimum (odvojeno po spolovima).

### **2.2.2. Testiranje razlika izme u uzoraka – usporedba me u spolovima**

Biometrijske osobine obra ene su T-testom za nezavisne uzorke koji se bazira na srednjoj vrijednosti uz razinu zna ajnosti  $p < 0.05$ .

Nasuprot tome meristi ke osobine odre ene su testom sume rangova ili Mann Withney U testom (razlika izme u parova uzoraka) uz razinu zna ajnosti  $p < 0.05$ . Ovaj test je najto nija 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-Whitney U testa pri razini značajnosti od  $p < 0.05$ . Ista analiza razlika 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 mušjaka i ženki.

## **3. REZULTATI**



### 3.1 REZULTATI OPISNE STATISTIKE

#### 3.1.1 Analiza metrikih osobina populacije primorske gušterice

Rezultati provedenog T-testa pokazali su da postoje značajne razlike između spolova kod svih mjerenih 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).

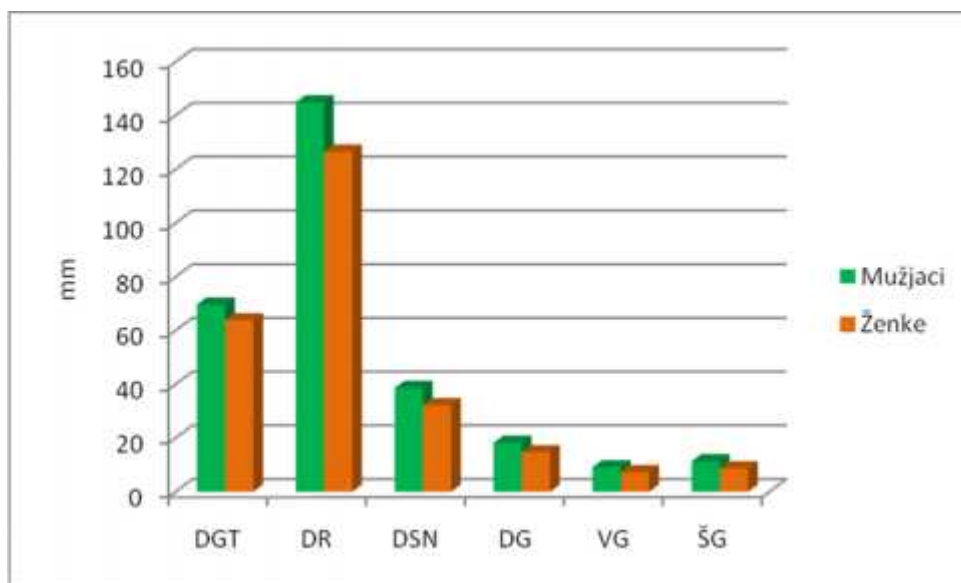
Tablica 1. Prikaz srednje, minimalne, maksimalne vrijednosti i standardne devijacije biometrijskih parametara mužjaka i ženki primorske gušterice

#### MUŽJACI

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

## ŽENKE

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



Slika 13. Prikaz razlike srednjih vrijednosti analiziranih biometrijskih osobina izme u 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 meristi kih 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 ljusaka u poprečnom nizu, broju femoralnih pora, te broju sljepoočnih ljusaka. Prosječan broj trbušnih ljusaka (ventralia) kod ženki iznosi 26, dok kod mužjaka iznosi 23. Statistički značajna razlika u broju leđnih ljusaka (dorsalia) između mužjaka i ženki postoji, gdje ženke imaju prosječno veći broj leđnih ljusaka 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 između 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 meristi kih parametara kod mužjaka primorske gušterice

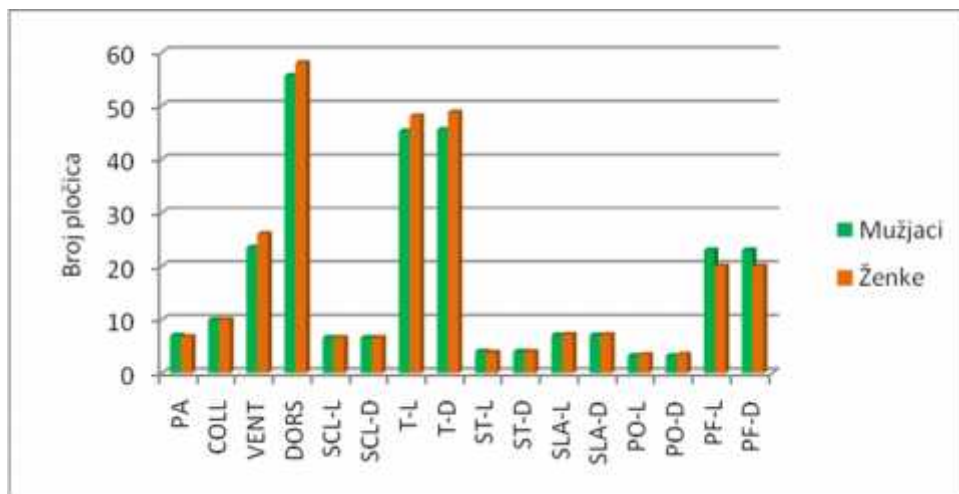
**MUŽJACI**

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

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

**ŽENKE**

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

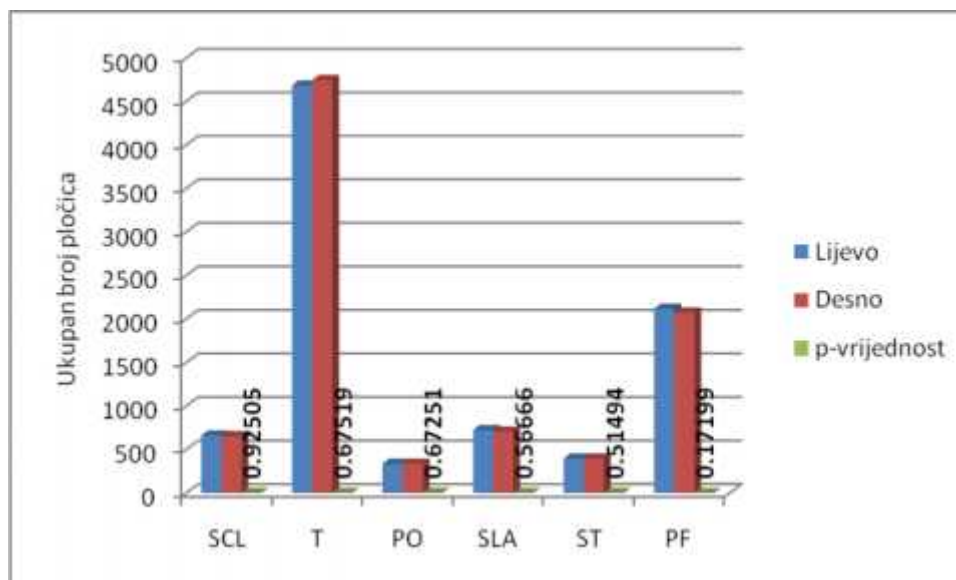
Iako postoji razlika u broju analiziranih pločica s lijeve i desne strane tijela na razini pojedine jedinke, primjerice: razlika u broju nadusnih, sljepoočnih i ostalih analiziranih pločica s jedne i druge strane glave, te broju femoralnih pora na lijevoj i desnoj nozi kod pojedinih jedinki, rezultati 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 plo ica (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 zajedni kog medijana kod razlike parnih meristi kih 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 izme u lijeve i desne strane tijela i p vrijednosti u ukupnom broju pojedinih tipova plo ica kod ukupnog broja jedinki (SCL – broj supracilijarnih plo ica (supraciliaria), T – broj sljepoo nih plo ica (temporalia), PO – broj zao nih plo ica (postocularia), SLA – broj nadusnih plo ica (supralabialia), ST – broj nadsljepoo nih plo ica (supratemporalia), PF – broj femoralnih pora (porii femoralis))

Sli ni rezultati dobiveni su i analizom razlike u distribuciji razli itih kategorija maseteri ne plo ice (S. massetericum). Dobiveni rezultati i u ovom slu aju ne pokazuju razlike u distribuciji navedenih kategorija maseteri ne plo ice sa obje strane glave, kao ni razliku ovih kategorija me u spolovima (tablica 5).

Tablica 5. Prikaz p i Z vrijednosti, minimuma i maksimuma te zajedni kog medijana kod analize razlike u distribuciji razli itih kategorija maseteri ne plo ice sa lijeve i desne strane glave kod mužjak i ženki primorske gušterice

<b>MASS L-D</b>	<b>N</b>	<b>p</b>	<b>Z</b>	<b>MED</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>
	100	0.52445	-0.63650	1	1	5

Tablica 6. Prikaz minimuma, maksimuma, medijana, frekvencije i razli itih kategorija maseteri ne plo ice s desne i lijeve strane glave kod mužjaka i ženki primorske gušterice

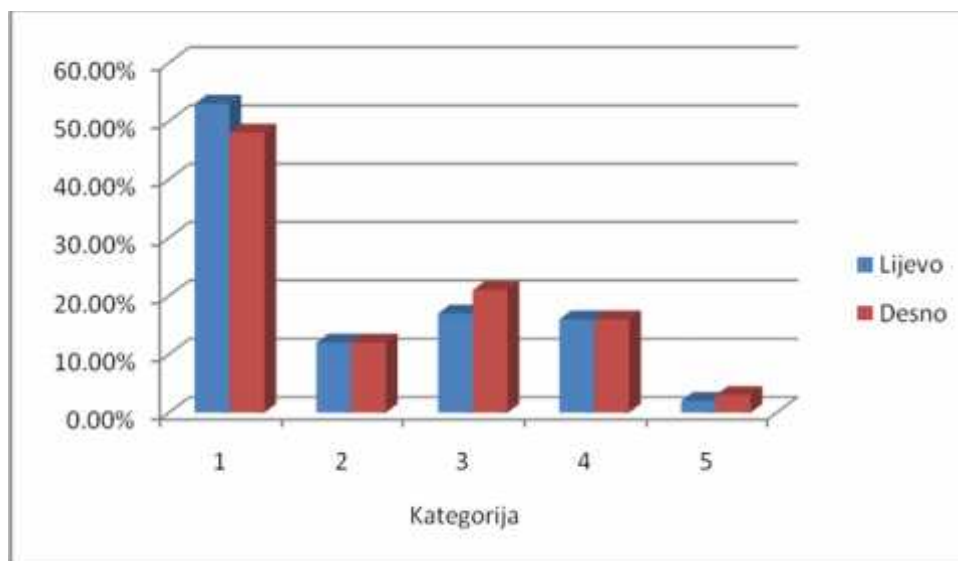
#### **DESNO**

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

#### **LIJEVO**

<b>Mass-L</b>	<b>min.</b>	<b>max.</b>	<b>med.</b>	<b>kat.</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
	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 maseteri na pločice kod 100 jedinki izražen u % (Kat. 1 – isti je se, kat. 2 – isti je se i nepravilnog oblika, kat. 3 – jako velik, kat. 4 – razdijeljen na tri dijela, kat. 5 – ne isti je se, tj. ne razlikuje se od susjednih sljepoočnih pločica)

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

Slika je zastupljenost maseteri nu pločica i na desnoj strani glave: 48% jedinki ima maseteri nu ploču koja se isti je, 12% jedinki ima maseteri nu ploču koja se isti je i nepravilnog je oblika, 21% jedinki ima jako veliku maseteri nu ploču, 16% jedinki ima maseteri nu ploču razdijeljenu na tri dijela, a samo 3% jedinki ima maseteri nu ploču koja se ne isti je, 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).

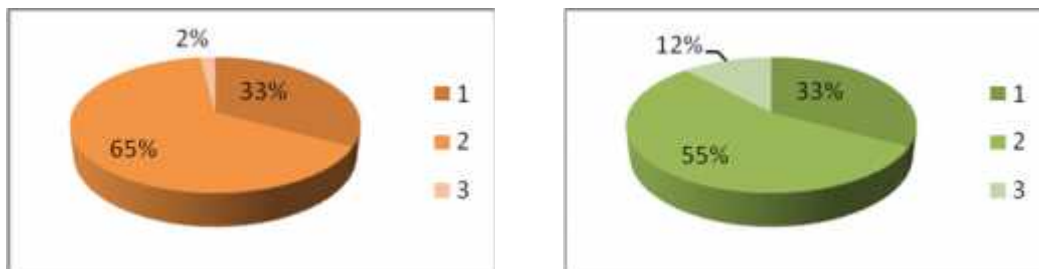
Tablica 7. Prikaz minimuma, maksimuma, medijana, frekvencije, te različitih kategorija regeneracije repa kod ženki primorske gušterice

<b>RR</b>	<b>min.</b>	<b>max.</b>	<b>med.</b>	<b>kat.</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
	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

<b>RR</b>	<b>min.</b>	<b>max.</b>	<b>med.</b>	<b>kat.</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
	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.

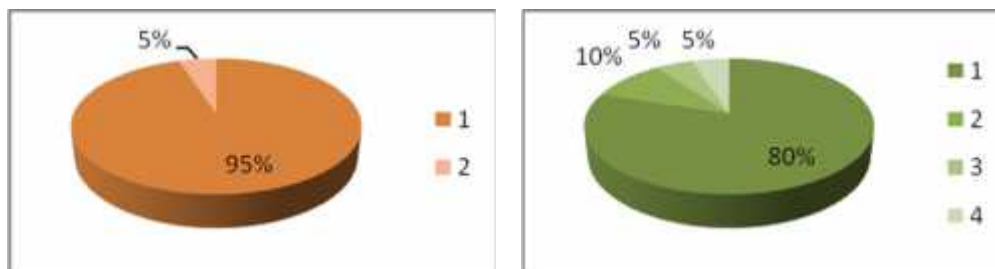
Tablica 9. Prikaz minimuma, maksimuma, medijana, frekvencije, te različitih kategorija oštećenja stražnjih nogu kod ženki primorske gušterice

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 zmije, odlični su subjekti za proučavanje asimetrije zbog mnogih parnih osobina koje posjeduju i mogu se mjeriti (primjerice udovi, dimenzije glave) ili brojati (razni tipovi ljsaka, 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 ovjeka, 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 mogući utjecaj genetičkog stresa. Posljedica svega ovoga bila bi smanjena sposobnost organizma da zaštiti svoje razvojne putove od navedenih negativnih u inak 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 mogući 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), Crnobrnja-Isalović (2005), Vervusta i sur., (2008) i dr.

Poznato je da je sama prouavana vrsta otporna i invanzivna (Arnold i Burton, 1978; Henle i Klaver, 1986) koja preživljava čak i na području grada New York-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 prouavane 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 oneišivača 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 oneišivača i zagađivača. Slična situacija je moguća i kod prouavane populacije, jer se izvorna populacija najvjerojatnije nalazi uz željezničku prugu na području grada gdje su prisutni slični uvjeti što se tiče oneišivača i zagađivača, ali i slični uvjeti zvučnog 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-Isalovi (2005) o izoliranoj otočnoj populaciji vrste *Podarcis muralis* na Skadarskom jezeru u Crnoj Gori. Ova studija nije pronašla porast asimetrije za nijednu od prouavanih 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 prouavane 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-Isalovi (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 prou avanom slu aju uz *Podarcis sicula* prisutna i autohtona vrsta *Podarcis muralis*. Na osnovu vlastitog zapažanja zamijeno je da je primorska gušterica potisnula autohtonu vrstu sa dijela željezni ke pruge gdje obitava, te da se u inak interspecijske kompeticije može isklju iti kao uzrok za porast fluktuiraju e asimetrije.

Kao što je ve navedeno na izolirane populacije djeluje i geneti ki stres, te isto utje e na poraz razine fluktuiraju e asimetrije. Takav slu aj 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 u inka serijskog efekta „uskog grla“ (bottleneck efekt). Suprotno u studiji Crnobrnje-Isalovi (2005) na vrsti *Podarcis muralis* razina fluktuiraju e asimetrije nije povezana sa utjecajem geneti kog stresa zbog povezivanja oto ne i kopnene populacije redovitim protokom gena, te visokom razinom heterozigotnosti oto ne populacije, što je odraz recentnog podrijetla populacije. Ovakav slu aj mogu je i kod prou avane populacije. Postoji vrlo velika vjerojatnost da dolazi do povremenog unosa novih jedinki u populaciju antropogenim posredstvom, te da postoji protok gena izme u ishodišne ili više populacija sa podru ja Dalmacije i analizirane populacije. Valja naglasiti da u slu aju studije Vervust i sur. (2008) dolazi do pojave asimetrije pojedinih osobina, iako su dvije prou avane populacije primorske gušterice recentno odvojene.

Treba napomenuti da iako je hipoteza o korištenju fluktuiraju e asimetrije kao mjere stresa op e prihva ena, 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 prou avane 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 ve im dimenzijama glave mužjaka (ve a, šira i dulja glava od ženki), ve oj dužini glave i tijela, ve oj dužini repa, te ve em broju i veli ini femoralnih pora. Ženke



imaju jedino ve i broj trbušnih plo ica (ventralia) u popre nom nizu. Sve navedene osobine u skladu su sa dobivenim rezultatima biometrijske i meristi ke analize.

Mužjaci analizirane populacije odlikuju se prosje no ve om dužinom glave i tijela, kao i ve om dužinom repa. Mužjaci se tako er odlikuju i ve im dimenzijama glave. Mužjaci imaju ve i broj, te istaknutije femoralne pore (porii femorales) od ženki. Za razliku od navedenog, ženke imaju ve i broj trbušnih plo ica (ventralia) u popre nom nizu. Isto tako prema dobivenim rezultatima analize, ženke u prosjeku imaju ve i broj le nih plo ica (dorsalia) u popre nom nizu na najširem dijelu tijela. Iako u literaturi ne postoje podaci o spolnom dimorfizmu temeljeni na broju le nih plo ica, mogu e je da su kod ženki plo ice manje, te da je najširi dio tijela na kojem su brojane le ne plo ice u popre nom nizu širi nego kod mužjaka. Prema Henle i Klaveru (1986) broj le nih plo ica varira od 46 – 90. Sli no je i sa brojem sljepoo nih plo ica (temporalia) gdje je kod ženki u prosjeku njihov broj ve i, nego kod mužjaka.

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

U estalosti ozljeda na stražnjoj nozi je ve a 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 u estala kod oba spola što i ne iznena uje, jer je prisutan velik broj predatora kao što su ma ke, 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 jedinice 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:

Mušjaci su u istraživanom uzorku većini 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 između spolovima postoji u broju kod:

Trbušnih ljušaka u poprečnom nizu (ventralia) gdje kod ženki prosječan broj iznosi 26, a kod mužjaka 23 pločice

Leđnih ljušaka u poprečnom nizu (dorsalia) gdje kod ženki prosječan broj iznosi 58, a kod mužjaka 56 pločica

Broju sljepoočnih ljušaka 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 ploče (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 Echsen 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-Isalovi , J., Aleksi , I., Bejakovi , 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 subbfamily 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 Rewiew, *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 morpogology: 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