

# 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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:354999>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-04-25**



*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 Zoologiskog 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, pomo i i savjetima u izradi i realizaciji ovog rada.

Hvala Hrvatskom prirodoslovnom muzeju i posebno mr. sc. Ireni Grbac za vrijedne savjete i pomo pri statisti koj obradi rezultata ovog rada.

Veliko hvala mojim roditeljima i obitelji koji su prepoznali moje zanimanje za biologiju i na puno na ina 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

Zoologiski 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 podruju 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 prouavane 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 zoologiskog zavoda Biološkog odsjeka Prirodoslovno-matemati kog fakulteta u Zagrebu, Rooseveltov trg 6.

Klju ne rije i: asimetrija, meristi ke osobine, stres, primorska gušterica

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

Ocenjiva 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 occurrence.

(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 OBRADE 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*, ljskaši

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*

*Eremiinae*

*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 lanovi skupine narastu mnogo veći). Karakteristika porodice je ujednaenost 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 ili ne (dorsalia) ljuške – kod nekih rodova primjerice *Algyroides sp.* su velike i nazubljene,

velike simetrične ljuške koje imaju osteoderme i pokrivaju glavu,

velike ili ne (ventralia) ljuške raspoređene u karakteristične uzdužne i poprečne nizove,

repne ljuške (caudalia) imaju oblik izduženog etverokuta i poredane su poprečnim nizovima što daje prstenast izgled (mogu tvoriti i bodlje),

esto prisutan nabor kože od površinskih ljušaka na vratu tzv. ogrlica (collare).

Većina vrsta ima tjemeni (pinealni) organ. Temporalni lukovi lubanje su potpuno okoštali, dok su krilne i nepovršinske kosti parne i postavljene blizu jedne drugima na prednjoj strani lubanje. Zubi su pleurodontni (priraskli uz unutarnji rub elastični, međutim esto krilne kosti nose nepovršinske 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 i 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. Ima 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, Šibenik, Brač, Hvar, Vis i Korčulu.

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

Henle i Klaver (1986) prepoznaju 52 podvrste unutar kojih su 47 otočne 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 isto ne 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 (sječna šuma, požari, poljoprivreda i dr.). Sposobnost ove vrste da živi u urbanim sredinama, pojava u gradovima, nenamjernog transporta, te preživljavanje i uspostavljanje populacija u novo doneseno području. 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, što 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 ljske 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 Klave, 1986). Na pojedinim mjestima je jako estata, pa ponekad gusto a 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 poslijepodne) - 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 pokazuju 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 i 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 zatočenju. 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 sadrži 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 predavara, primjerice ma aka.

Meunarodni 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 zašti enim i strogo zašti enim (NN07/06) – strogo zašti ena svojta;

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

Globalno – LC /Least concern/ – najmanje zabrinjavaju a 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 **simetri ni i asimetri ni**. Najve i broj životinjskih vrsta (oko 90%) je simetri an i dijeli se na: **bilateralno simetri ne, radikalno simetri ne, disimetri ne i sferi ne**. Tijelo simetri nih životinja podijeljeno je s

jednom ili više ravnina simetrije na dva ili više dijelova, koji su me usobno sli ni kao slika u ogledalu.

### **1.3.1. Bilateralno ili dvobo no simetri ne životinje**

Bilateralno ili dvobo no simetri ne životinje imaju samo jednu ravnini simetrije koja dijeli tijelo na dva „zrcalno“ jednaka dijela. Ona se naziva medijalna ravnina, te prolazi to no 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 simetri nih organizama izražena je polarnost koja ozna ava razli it 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 specifi an razvojni mehanizam koji je odgovoran za razvoj bilateralne simetrije. Da bi se stanice razvile u odre enu strukturu u njenoj odgovarajuoj poziciji, one zahtijevaju informaciju o tome gdje se nalaze. Svoju lokaciju stanice „prepoznaju“ pomo u 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. Im se razviju dvije primarne osi (anteriorno-posteriorna i dorzo-ventralna) postaju definirane lijeva i desna strana tijela, pa stanica na odre enoj 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**

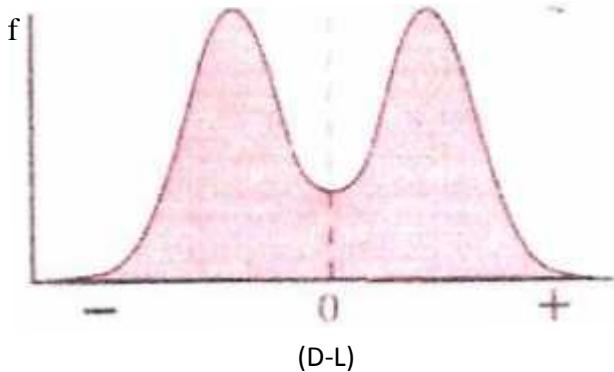
Bilateralna asimetrija tj. odstupanje bilo kojeg dijela tijela bilateralno simetri nog organizma od „savršene“ simetrije kategorizira se kao: antisimetrija, direktna simetrija /DA/ i fluktuiraju a asimetrija /FA/ (Palmer i Strobeck, 1986; Palmer 1996). Svaka od ovih kategorija karakterizirana je razli itom kombinacijom vrijednosti i druga ijom 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.

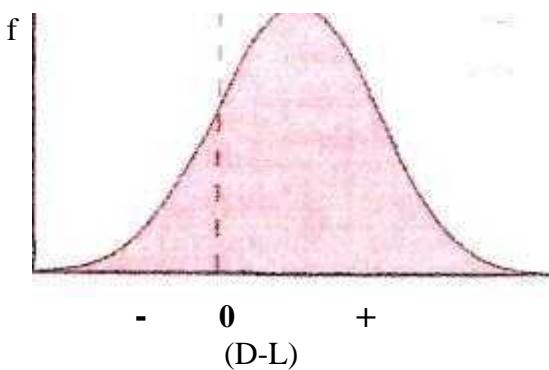
**Antisimetrija ili nasumi na asimetrija** je uzorak bilateralne varijacije gdje je u prosjeku jedna strana ve a od druge, no ve i lan bilateralnog para nasumi no se javlja na lijevoj ili desnoj strani tijela („ljevoruki“ i „desnoruki“ oblici“ jednako su zastupljeni unutar vrste). Ona je karakterizirana 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 upućuju da ona nastaje kao posljedica efekata vanjskog okoliša tijekom razvoja. Ekstremni primjeri antisimetrije su veliko kliješto za drobljenje raka *Homarus americanus* 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 veća od bilateralnog para teži da bude na istoj strani tijela (samo „ljavoruki“ ili „desnoruki“ oblici prevladavaju u vrsti). Pokazuje normalnu distribuciju razlika D-L oko vrijednosti koja je znatno manja ili veća od nule, što prikazuje slika 2.



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

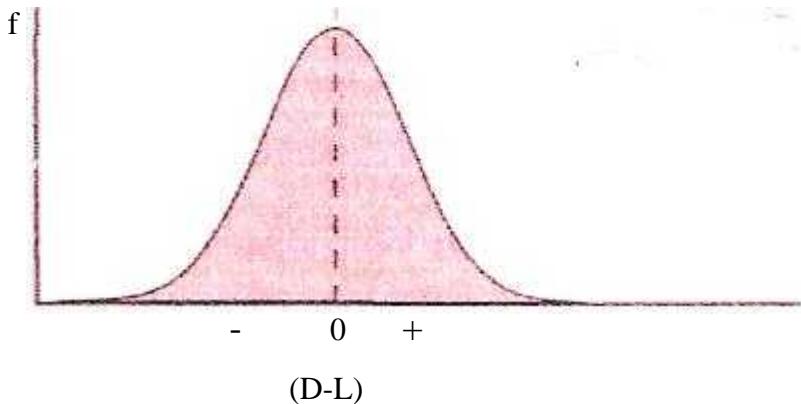
Za direktnu asimetriju je svojstveno da do nje dolazi tijekom razvoja pomoću prije postojećih unutarnjih asimetrija u biološkim molekulama ili citoplazmi stanica, ustvari može se reći da su reprogramirane lateralne razlike. Dobar primjer DA je smjer zavrtanja kućice puževa (*Limnaea sp.*) koji je kontroliran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

Obje ove asimetrije postoje kod velikog broja ina e bilateralno simetri nih organizama. Važno je napomenuti da obje asimetrije nisu posljedica razvojnih preturbacija ili razvojne „buke“ kao što je fluktuiraju a asimetrija (Palmer i Strobeck, 1986), ve vjerojatno reflektiraju genetski kodirane adaptivne osobine ili su mogu e uzrokovane diferencijalnom aktivnoš u gena na jednoj ili drugoj strani tijela. Dodatno kod klijesta rakova i kod kostiju kralježnjaka pove ana upotreba tj. preoblikovanje kroz diferencijalnu upotrebu dovode do pove anog razvoja skeleta (Swaddle, 2003).

#### **1.3.4. Fluktuiraju a asimetrija /FA/**

Fluktuiraju a asimetrija je termin koji je uveo njema ki biolog Wilhem Ludwig 1932. godine (Swaddle i Witter, 1997; Swaddle, 2003). Odnosi se na mala odstupanja od ranije o ekivanog simetri nog 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 slu ajna i nezavisna, ili je slu ajno odstupanje od „savršene“ simetrije koje proizlazi zbog nemogu nosti jedinki da prolaze identi an razvoj bilateralno simetri nih 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 u stvari 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 i način bilateralne simetrije u organizama odlikujući ih preciznost 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.), iako su slučajne varijacije tijekom razvoja odgovorne za nemogućnost organizma da se razvija precizno određenim putovima (odvajanje strukture od svoga idealnog genotipa i okoliša). Ti su procesi vjerojatno uzrok tim malim razlikama koje se napisljeku 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 između ustanica). Ravnoteža između ova dva suprotna procesa, prvog, koji omogućava precizan razvoj (razvojna „buka“) i drugog, koji teži stabilizaciji razvoja, određuje kolika je asimetrija. Osim ove ravnoteže, takođe se da je sama vrijednost FA ovisna o stresu. Postoje dvije glavne

kategorije stresa: okolišni i genetički koji utječe 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, poremećaje 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 pomoći u 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 recessivnih 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 genomske poremećaje mogu javiti kad je populacija prebaštena u novi okoliš (Leary i Allendorf, 1989; Moller i Pömainkowski, 1993).

## **Okolišni ili ekstrinisti ki 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; Möller, 1997; Swaddle i Witter, 1997). Ova varijabilnost može biti tako važna u određivanju opstanka, te indirektno razine gena koji kontroliraju varijaciju proteina. Okolišni stres može biti poprilično oštetičav, 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 zagađivača i otrovima, preveliku gustoću u populacije, smanjena količina hrane itd.

Postoje razni primjeri u kojima okolišni stres utječe na porast asimetrije, primjerice porast FA od broja sternopleuralnih etina kod *Drosophila melanogaster* prilikom povećanja temperature razvoja larve sa 25° na 30° C, porast FA karaktera ljušaka 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 *Gasterosteus aculeatus* prilikom unošenja vrste u vodene sredine gdje 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 metabolite putove, te ne moraju utjecati na razinu FA (Parsons, 1990).

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

asimetrije smatra se da su rezultat nesavršenog razvoja, te da reflektiraju nemogunost genoma da zaštiti razvojne procese od te službe „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 taksonе, 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 u inak stresa, a to smanjuje koliko imaju 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 takođe 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 zatočenih populacija.

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 detektuju genetske varijacije između suvremenih ili predaka i potomaka 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 odvećeg funkcionalnog značaja za organizam prolaze kroz selekciju za kanaliziranje.

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

Ako je fluktuirajuća asimetrija mjerila 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 *Psammodromus algirus* (Martin i Lopez, 2001) mužjaci sa asimetri njom bedrenom kosti imaju manju brzinu tranja, dok nasuprot tome nema odnosa izme u asimetrije stražnjih udova i brzine tranja kod vrste guštera *Amphibolurus muricatus* (Warner i Shine, 2006). To se da su neki odnosi izme u kvalitetu (*fitness*) i asimetrije rezultat direktnog utjecaja asimetrije, primjerice: asimetrije u mehanikim osobinama direktno smanjuju sposobnost kompeticije, mogunost parenja, mogunost predacije (Swaddle, 2003) itd. Ali koliko god postoji odnos asimetrije i parametara kvalitete, nije razjašnjen na što 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 izme u individua za pristup jedinkama odabranog spola. Tipi to 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 simetri nog 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 Pomański, 1993, Møller i Thornhill, 1998). Prema tome asimetrija bi mogla biti indikator fenotipske kvalitete zbog učestaloga efekta okoliša na asimetriju i kondiciju, što bi mogao biti tip osobine koji je važan u određujućem odabiru partnera. Asimetrije ovakvih osobinama mogu dati pogled u probavni, energetski, te razvojni okoliš potencijalnih partnera. Ovo pogotovo može biti važno kod vrsta koje imaju razmnožavanja pokazuje veliki stupanj nasljednosti ili vrsta koje pokazuju ponavljanje i rast

povezan s razdobljem razmnožavanja (zimsko-proljetno mitarenje ptica možda otkriva kondiciju jedinki koje ulaze u sezonu razmnožavanja). Asimetrija može biti direktni vizualni trag u izboru partnera (Swaddle i sur., 1994; Swaddle, 2003) ili je izbor partnera rezultat indirektnе povezanosti između asimetrije i parametara kvalitete, primjerice više simetriji nego mužjaci guštera proizvode više feromona koji privlači 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 asimetriji nego mužjaci bili neuspješni u kompeticiji i pridobivanju partnera, ili u tome, da spolne osobine mužjaka mogu odraziti kvalitetu mužjaka kao negativan odnos između veličina osobina i asimetrije.

Zaključno, treba naglasiti da prije nego što se fluktuiraju asimetrije može koristiti kao mjeru 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 naponskod 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 - Zagreba ka ulici.

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 sagradeno 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 staništa koji se sastoje od željezničkih pruga sa nasutim kamenjem i malog, uskog dijela tla obрасlog 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 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 oborina, područje istraživanja ima umjereni toplo kišnu klimu sljedećih obilježja:

temperatura najhladnjeg mjeseca viša od  $-3^{\circ}\text{C}$  i niža od  $18^{\circ}\text{C}$

Ijeta su relativno svježa (srednja mjeseca na temperatura najtoplijeg mjeseca je veća od 22°C)

Raspored oborina relativno je ujednačen tijekom cijele godine s tim da u toplojem dijelu godine ima nešto više oborina

Srednja godišnja temperatura iznosi oko 11°C, srednja temperatura zime oko 1°C, proljeće 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 najhladnjeg oko 0°C

Srednje mjeseci ne kolike oborine imaju karakteristike za kontinentalni oborinski režim. Godišnje oborine iznose oko 870 mm (zima 21%, proljeće 22%, ljetno 30% i jesen 27%). Maksimalne količine oborina su u lipnju (većinom u obliku jakih pljuskova). Minimum mjeseca s najviše 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*), usnjava (*Lamiaceae*), krstašica (*Brassicaceae*) i dr. Uz obalni dio potoka rnomerec 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.), ljeske (*Corylus avellana* L.) i antropogeno posetnih grmičica 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.). Zastupljena 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 meristi kih osobina kod populacije primorske gušterice. Ova vrsta se nalazi izvan svog prirodnog opsega rasprostranjenosti (ne zna se to no podrijetlo populacije, najvjerojatnije podru je Dalmacije). Na podru je istraživanja vrsta je donesena antropogenom aktivnoš u (vjerojatno teretni vlakovi). Zbog druga i jih okolišnih uvjeta i utjecaja polutanata (okolišni stres), kao i izolacije populacije – mogu nost utjecaja genetskog stresa (parenje u srodstvu, smanjena heterozigotnost i dr.), pretpostavka ovog diplomskog rada je da bi moglo do i do porasta razine asimetrije parnih osobina prou avane populacije.

Analizom parnih meristi kih osobina glave i broja femoralnih pora (da li postoji razlika u broju odgovaraju ih plo ica s lijeve i desne strane tijela), te statisti kom obradom dobivenih podataka pokušat e se odrediti razina asimetrije kod prou avane populacije. Dobiveni rezultati biti e uspore eni sa drugim literarnim podacima vezanim uz asimetriju kod navedene, ali i drugih vrsta guštera i gmazova.

Uz glavni cilj istraživanja dodatnom e analizom biometrijskih i meristi kih osobina, te statisti kom obradom dobivenih podataka biti obra ene i same morfološke osobine populacije. Dobiveni rezultati biti e uspore eni sa morfološkim literarnim podacima veznim uz vrstu *Podarcis sicula*.

## **2. MATERIJAL I METODE**

## **2.1. MATERIJAL**

Materijal obra en 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 odre ena prema istaknutosti femoralnih pora, te dužini glave i tijela ve oj od 50 mm). Radi lakšeg ulova, podru je istraživanja sam podijelio na tri dijela:

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

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

podru je iza tvornice lijekova Pliva (od podvožnjaka na Selskoj ulici - podvožnjaka na Zagreba koj ulici (ulovljeno 35 jedinki – 18 ženki i 17 mužjaka).

### **2.1.1. Metode rada**

Gušteri su na podru ju istraživanja lovljeni rukom, spremani u platnene vre ice i preneseni u terarij dimenzija 1.5x1.5x0.8 m s odgovaraju om UVB rasvjjetom, 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 li inkama brašnara, mladim štircima, skakavcima i žoharima.

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

### **2.1.2. Biometrijske zna ajke**

Biometrijske zna ajke su zna ajke 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 (zbroj duljine bedrene, goljeni ne i kosti stopalja)-. od po etka noge do vrha 4. prsta,

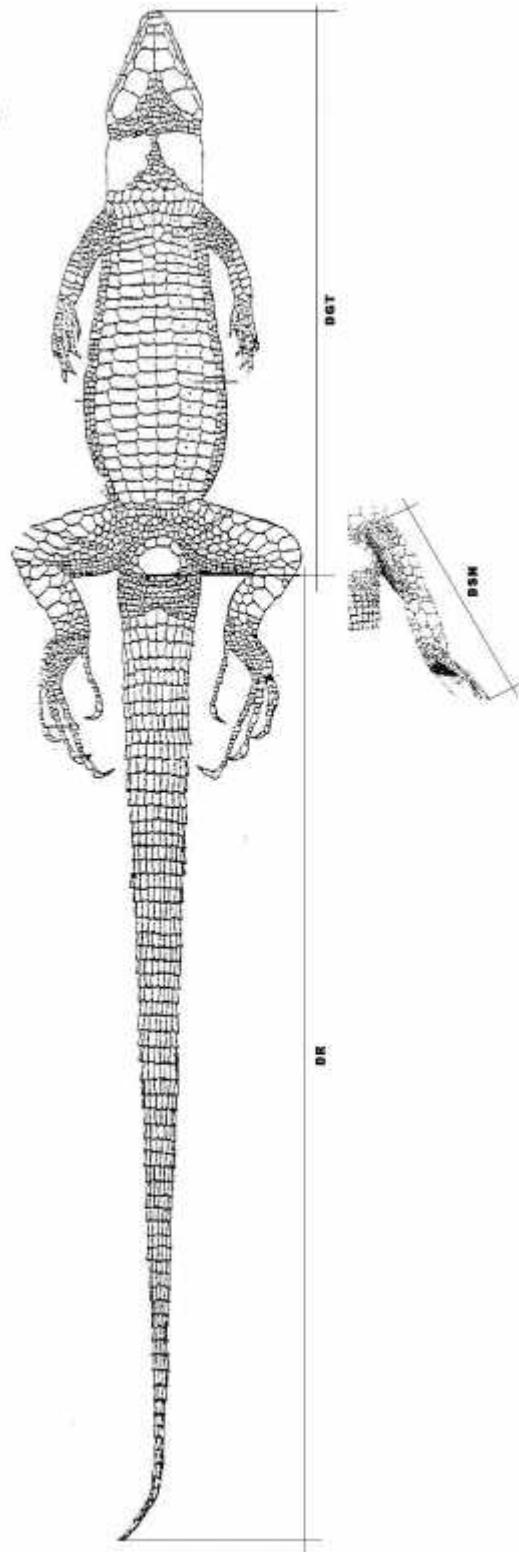
ŠG – širina glave (najveća udaljenost mjerena između vanjskih strana tjemenih ljudsaka – Scutum parietalia),

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

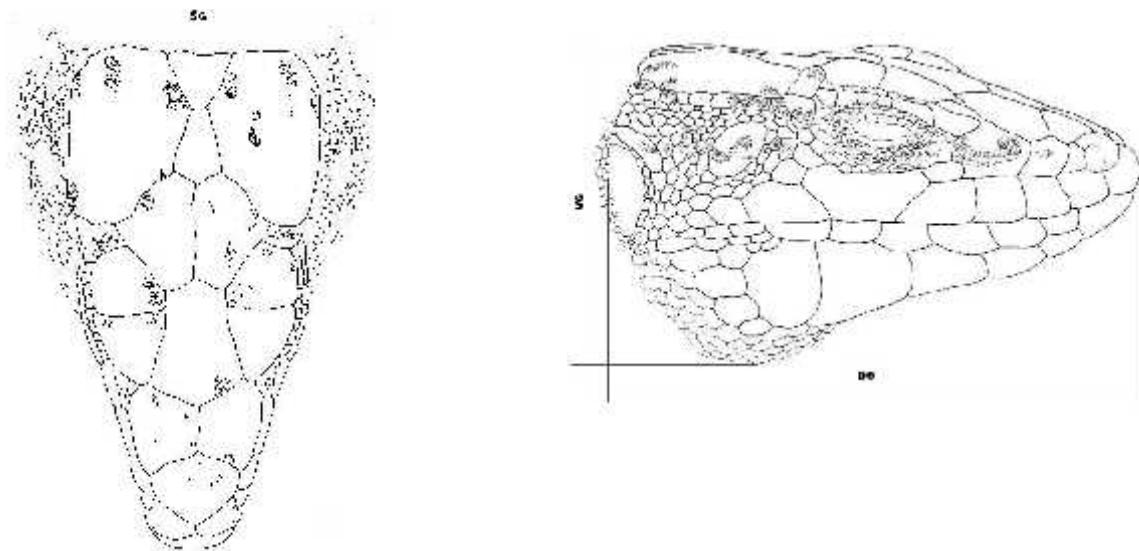
VG – visina glave

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 pomicne 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 noge 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 plodica glave i tijela.

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

PO – postocularia (zaokrenute plodice), red plodica između oči i temporalia (sljepoočnih plodica),

SCL – supraciliaria, red plodica iznad oči,

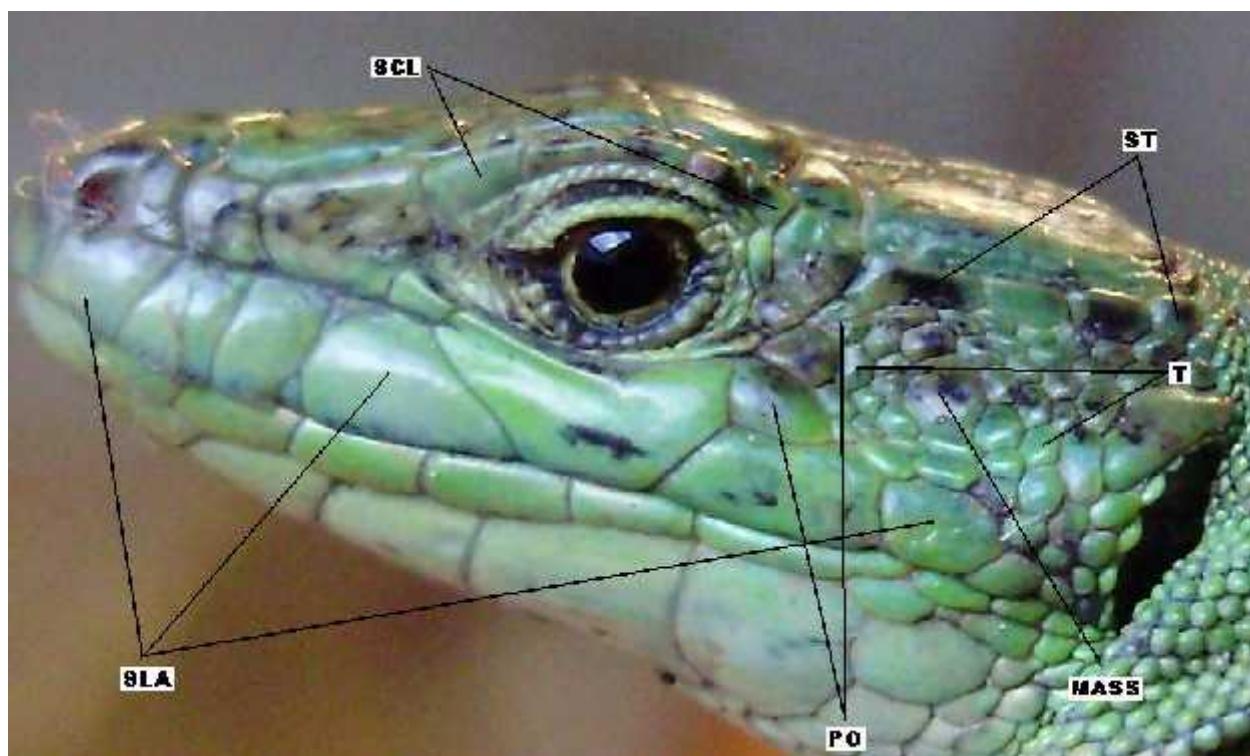
SLA – supralabialia (nadusne plodice), plodice koje okružuju ustodorsalne plodice do ugla usta,

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

ST – supratemporalia, red plo ica izme u tjemenih 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 mogu noš u makro podru ja 10 mps, te su ljudske brojene na kompjuteru.

**Napomena:** Uoene deformacije na nadusnim ljudskama (supralabialia), primjerice jedna ljudska podijeljena na 2 dijela, brojale su se kao dvije, a ne kao jedna ljudska. U sluaju da se ljudska massetericum-a nije isticala, brojala se kao temporalna ljudska.



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 – zao ne 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 žljezda 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 ljudsaka u uzdužnom nizu s lijeve strane tijela (ventralia) – od ogrlice do okoanalnih ljudsaka,

broj ljudsaka u ogrlici (collare),

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

broj okoanalnih ljudsaka (preanalia).

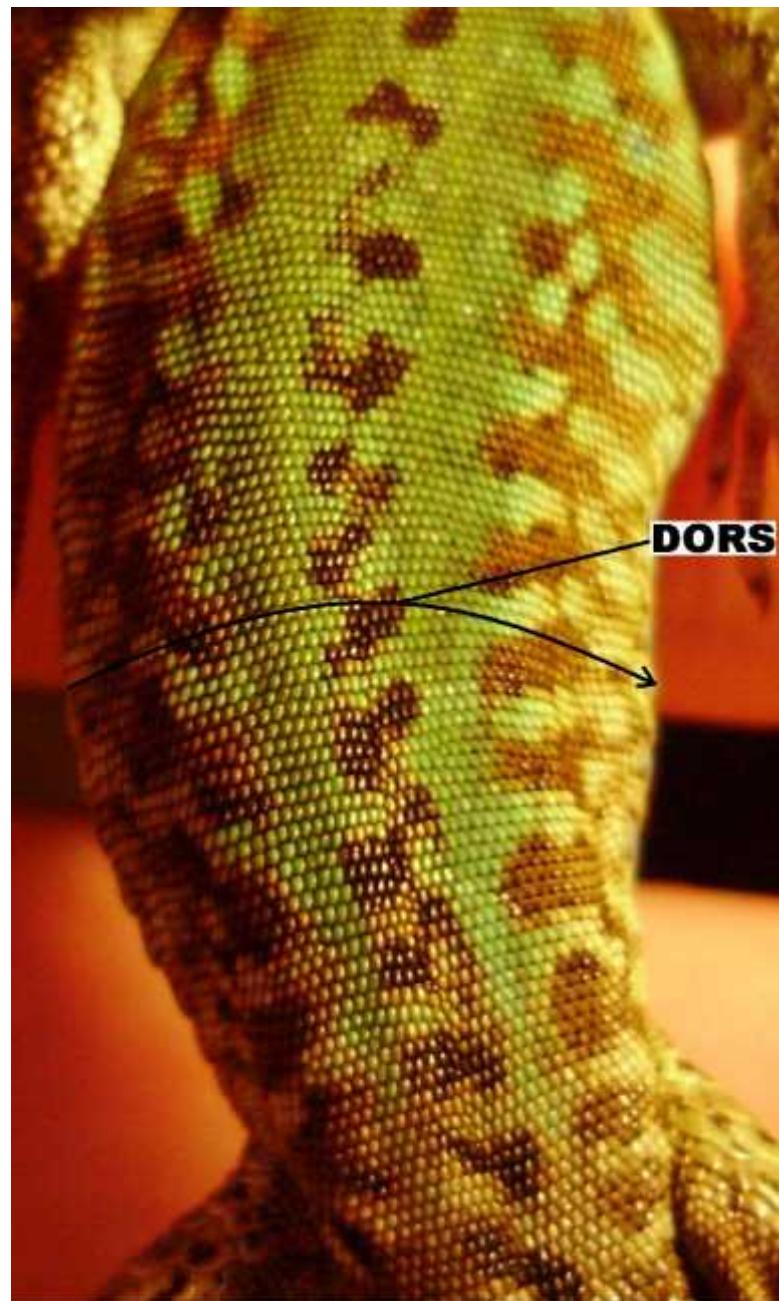
Ova posljednja četiri tipa ljudsaka brojena su na živoj životinji. Na svakoj jedinki sve navedene osobine brojane su 4x kako bi se izbjegla mogućnost pogreške prilikom određivanja broja pločica.



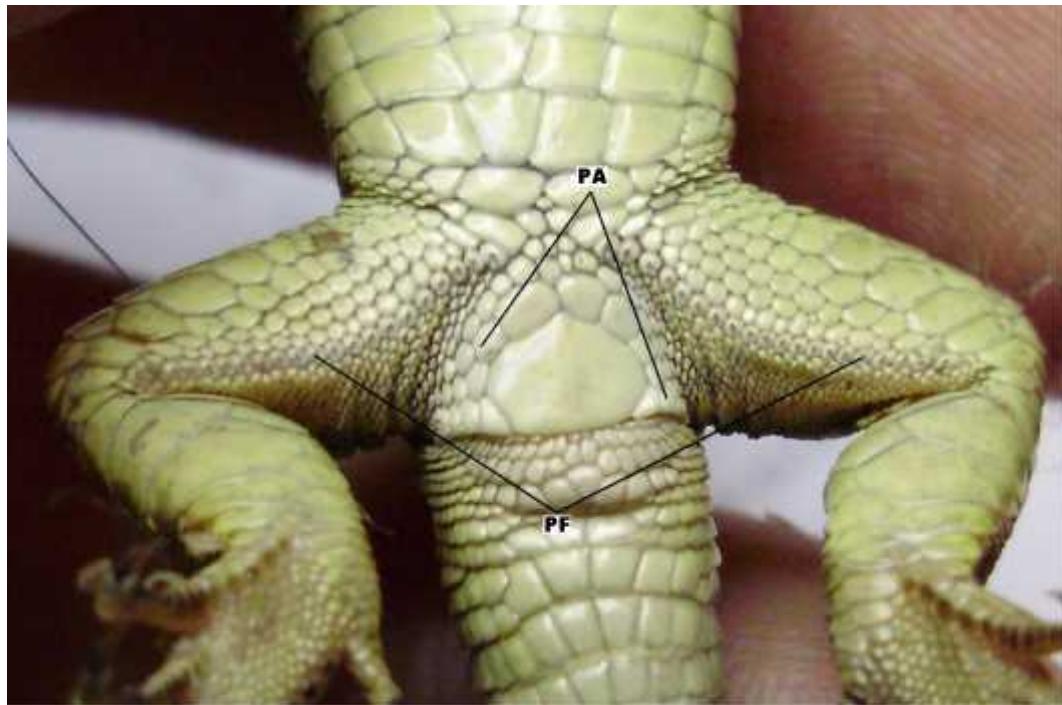
Slika 9. Prikaz brojanih pločica u ogrlici (COLL) primorske gušterice



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



Slika 11. Prikaz brojnih 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) velicina i izgled pločica s obje strane glave podijeljeno u 5 kategorija:

1. iste se,
2. iste se i nepravilnog oblika,
3. jako velik,
4. razdijeljen na tri dijela,
5. ne iste 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.

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 OBRADE PODATAKA – STATISTIKA OBRADA PODATAKA**

### **2.2.1. Opisna statistika**

Za biometrijske osobine odre ena je aritmetička sredina, standardna devijacija, minimum i maksimum. Za merističke osobine odre ene su aritmetička 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 značajke odre ena 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 odre ene su testom sume rangova ili Mann Whitney U testom (razlika između parova uzoraka) uz razinu značajnosti  $p < 0.05$ . Ovaj test je najčešći neparametski 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 razlike izme u lijeve i desne strane tijela – utvrivanje asimetrije kod parnih merističkih osobina**

Razlika izme u lijeve i desne strane tijela, tj. razlike u broju odgovaraju ih 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 razlike izme u lijeve i desne strane glave izvršena je za različite kategorije maseteri ne pločice (*S.massetericum*), te je istim testom izvršena razlika u distribuciji različitih kategorija maseteri ne pločice izme u mužjaka i ženki.

### **3. REZULTATI**

### 3.1 REZULTATI OPISNE STATISTIKE

#### 3.1.1 Analiza metri kih osobina populacije primorske gušterice

Rezultati provedenog T-testa pokazali su da postoje značajne razlike između spolova kod svih mjerjenih varijabli pri razini značnosti 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. Slijedeće su 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).

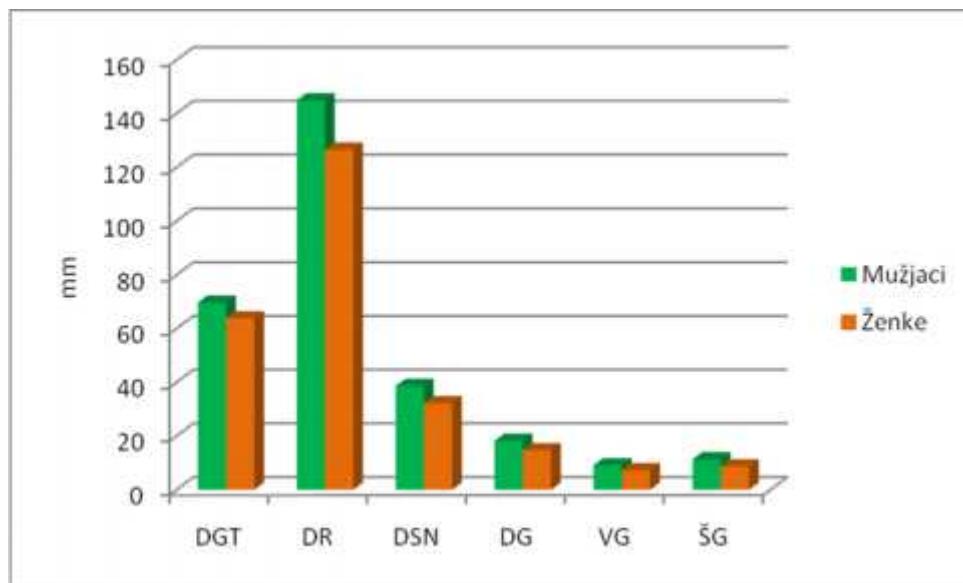
Tablica 1. Prikaz srednje, minimalne, maksimalne vrijednosti i standardne devijacije biometrijskih parametara mužjaka i ženki primorske gušterice

#### 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 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 meristi kih osobina populacije primorske gušterice**

Rezultat provedenog Mann-Whitney U testa (pri razini zna ajnosti od 5%) pokazuje da postoji statisti ki zna ajna razlika izme u mužjaka i ženki u broju trbušnih i le nih lјusaka u popre nom nizu, broju femoralnih pora, te broju sljepoo nih lјusaka. Prosje an broj trbušnih lјusaka (ventralia) kod ženki iznosi 26, dok kod mužjaka iznosi 23. Statisti ki zna ajna razlika u broju le nih lјusaka (dorsalia) izme u mužjaka i ženki postoji, gdje ženke imaju prosje no ve i broj le nih lјusaka u popre nom nizu na najširem dijelu tijela i on iznosi 58, dok kod mužjaka iznosi 56. Mužjaci imaju ve i broj femoralnih pora (porii femorales) od ženki i prosje an broj im iznosi 23, dok kod ženki 20. Statisti ki zna ajna razlika postoji i u broju sljepoo nih plo ica (temporalia), gdje ženke u prosjeku imaju ve i broj i on iznosi 49, a kod mužjaka 45. Za druge analizirane osobine ne postoji zna ajna razlika me u spolovima. Prosje an broj plo ica u ogrlici (collare) iznosi kod oba spola 10. Okoanalnih (preanalia), supraciliarnih i nadusnih (supralabialia) plo ica u oba spola prosje no ima 7. Kod oba spola jednak je prosje an broj zao nih plo ica (postocularia) i iznosi 3, kao i broj nadsljepoo nih plo ica (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

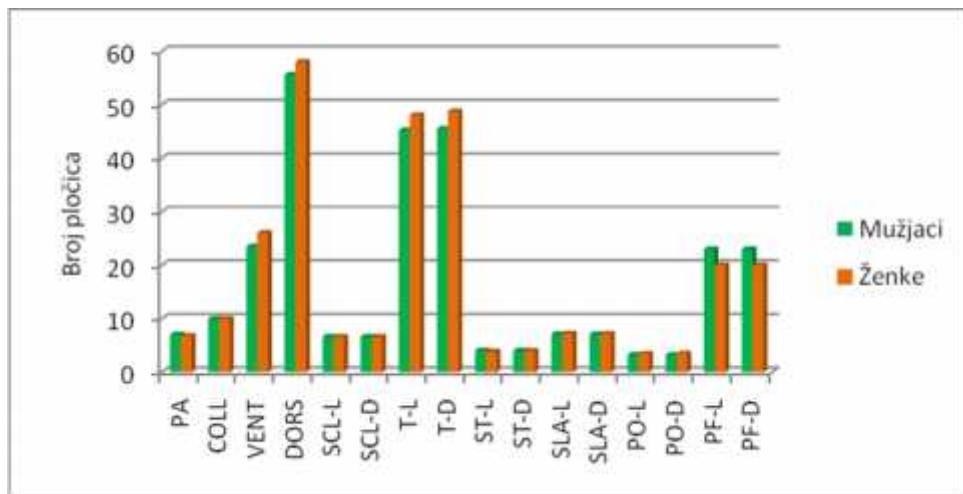
### MUŽJACI

	$\bar{X}$	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 meristi kih osobina izme u spolova izražen u broju ploica (PA – broj okoanalnih ploica (preanalia), COLL – broj ploica u ogrlici (collare), VENT – broj trbušnih ploica u pop. nizu (ventralia), DORS – broj leđnih ploica u pop. nizu (dorsalia), SCL – broj supracilijskih ploica (supraciliaria), T – broj sljepoočnih ploica (temporalia), ST – broj nadsljepoočnih ploica (supratemporalia), SLA – broj nadusnih ploica (supralabialia), PO – broj zaočnih ploica (postocularia), PF – broj femoralnih pora (porii femoralis))

### **3.1.3 Analiza razlike izme u lijeve i desne strane tijela – pojavnost asimetrije parnih meristi kih osobina kod proučavane populacije**

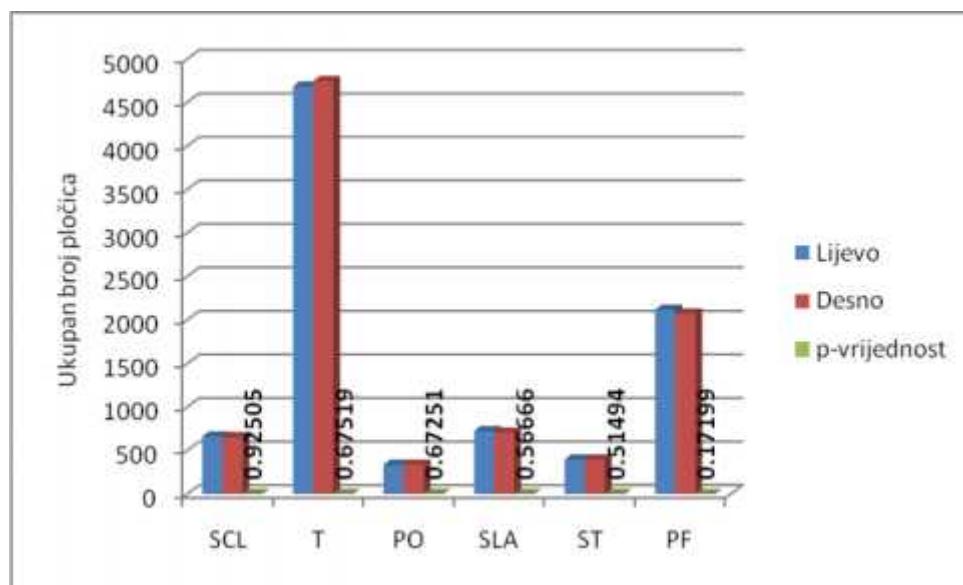
Iako postoji razlika u broju analiziranih ploica s lijeve i desne strane tijela na razini pojedine jedinke, primjerice: razlika u broju nadusnih, sljepoočnih i ostalih analiziranih ploica s jedne i druge strane glave, te broju femoralnih pora na lijevoj i desnoj nozi kod pojedinih jedinki, rezultati 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 izme u lijeve i desne strane i da nema pojave asimetrije na razini analizirane populacije.

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

(supratemporalia), nadusnih ploica (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 različitih parnih meristika 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 između lijeve i desne strane tijela i p-vrijednosti u ukupnom broju pojedinih tipova pločica kod ukupnog broja jedinki (SCL – broj supracilijskih 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))

Slijedi rezultati dobiveni su i analizom razlike u distribuciji različitih kategorija maseteri ne ploice (S. massetericum). Dobiveni rezultati i u ovom slučaju ne pokazuju razlike u distribuciji navedenih kategorija maseteri ne ploice 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 maseteri ne ploice sa lijeve i desne strane glave kod mužjaka 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

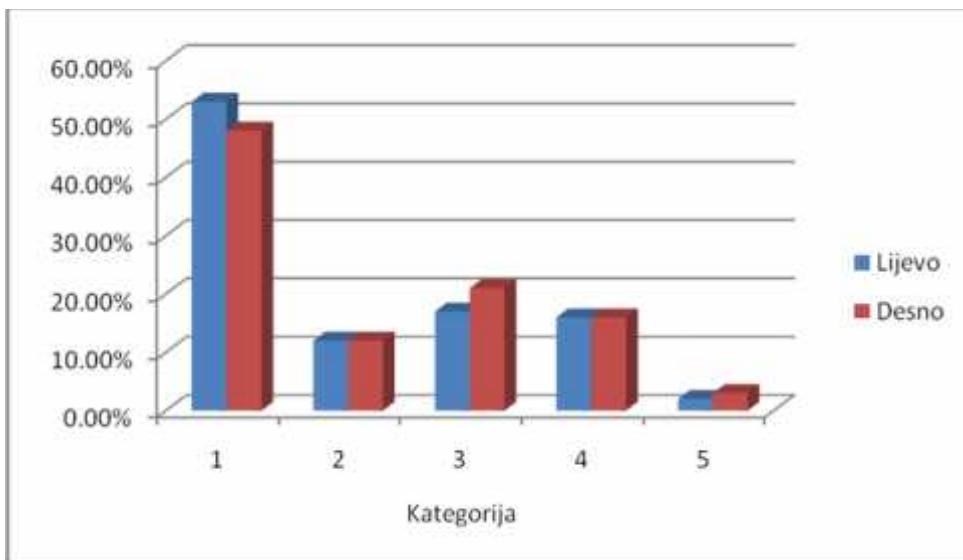
Tablica 6. Prikaz minimuma, maksimuma, medijana, frekvencije i različitih kategorija maseteri ne ploice s desne i lijeve strane glave kod mužjaka i ženki primorske gušterice

### **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 e se, kat. 2 – isti e se i nepravilnog oblika, kat. 3 – jako velik, kat. 4 – razdijeljen na tri dijela, kat. 5 – ne isti e se, tj. ne razlikuje se od susjednih sljepoo nih pločica)

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

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

### 3.1.4 Analiza kvalitativnih osobina

Od preostalih kvalitativnih osobina obra ena je regeneracija repa i ošte enje prstiju na stražnjim nogama zasebno za mužjake i ženke. Za te osobine odre ena 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 ošte enje prstiju stražnje noge (3%) i to ošte enje druge kategorije (nedostaje 4. prst stražnje noge), što je prikazano u tablici 9 i na slici 18.

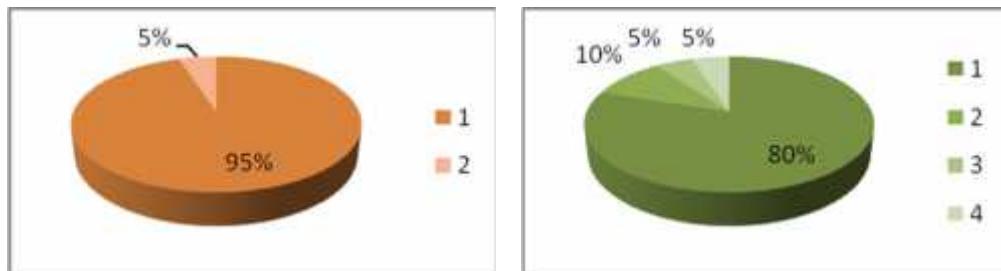
Tablica 9. Prikaz minimuma, maksimuma, medijana, frekvencije, te razlicitih kategorija ošte enja stražnjih nogu kod ženki primorske gušterice

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 ošte enje stražnje noge, dok je kod 8 mužjaka, odnosno 20% bilo prisutno ošte enje 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% etvrtoj 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 opere prihvatenoj prepostavci, 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, odlično su subjekti za proučavanje asimetrije zbog mnogih parnih osobina koje posjeduju i mogu se mjeriti (primjerice udovi, dimenzije glave) ili brojati (razni tipovi ljudsaka, femoralne pore). Unatoč svemu navedenom, postoje 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 t.j. faktori koji kao što je efekt prenapučnosti (intra i interspecijska kompeticija). U proučavanom slučaju mora se naglasiti i vrlo važan utjecaj abiotičkih faktora, prvenstveno drugih 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 puteve od navedenih negativnih u inaka i pojava asimetričnih jedinki.

Dobiveni rezultati analiza asimetrije nisu u skladu sa naprijed navedenim prepostavkama za populaciju, dok na razini jedinki postoji razlika u broju pojedinih analiziranih podataka. 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 prepostaviti zašto ekstremni klimatski uvjeti ne utječu na samu populaciju. Velik problem predstavlja to što su u svim studijama vezani 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 ak i na području grada New York-a, te je moguće da je tolerantnija na temperaturni stres.

Osim toga, 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 otkrivati je da su prisutni različiti tipovi one iščekiva i zagađivački 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 druga riječ okoliša, jer su te dvije populacije izložene istim abiotičkim uvjetima, tj. prisutnosti istih one iščekiva i zagađivača. Situacija je moguće i kod proučavane populacije, jer se izvorna populacija najvjerojatnije nalazi uz željezničku prugu na području grada gdje su prisutni slični uvjeti što se tiče one iščekiva i zagađivača, ali i slični uvjeti zvanične noge 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 prenapunjenoosti, tj. intraspecijske kompeticije.

Sljedeći primjer je i studija Crnobrnje-Isalović (2005) o izoliranoj otocnoj 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, zamijećeno 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 prou avnom slu aju uz *Podarcis sicula* prisutna i autohtona vrsta *Podarcis muralis*. Na osnovu vlastitog zapažanja zamije eno 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 *Podacis 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 literurnim 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 veći broj trbušnih ploica (ventralia) u poprenom 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 ploica (ventralia) u poprenom nizu. Isto tako prema dobivenim rezultatima analize, ženke u prosjeku imaju veći broj leđnih ploica (dorsalia) u poprenom nizu na najširem dijelu tijela. Iako u literaturi ne postoje podaci o spolnom dimorfizmu temeljeni na broju leđnih ploica, moguće je da su kod ženki ploice manje, te da je najširi dio tijela na kojem su brojane leđne ploice u poprenom nizu širi nego kod mužjaka. Prema Henle i Klaveru (1986) broj leđnih ploica varira od 46 – 90. Slično je i sa brojem sljepoočnih ploica (temporalia) gdje je kod ženki u prosjeku njihov broj veći, nego kod mužjaka.

Broj ploica 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 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 u estala kod oba spola što i ne iznenađuje, jer je prisutan velik broj predatora kao što su mačke, razne vrste ptica i zmije.

## **5. ZAKLJU AK**

A) Iz rezultata istraživanja parnih meristi kih osobina glave i femoralnih pora na stražnjim nogama za utvr ivanje asimetrije kod prou avane populacije primorske gušterice izvedeni su sljede i zaklju ci:

Na razini pojedine jedinke postoji razlika u broju odgovaraju ih plo ica sa lijeve i desne strane glave, te u broju femoralnih pora na lijevoj i desnoj stražnjoj nozi

Na razini populacije razlika izme u lijeve i desne strane glave u broju odgovaraju ih plo ica, te u broju femoralnih pora na lijevoj i desnoj stražnjoj nozi nije utvr ena

Uzroci nepostojanja asimetrije na razini populacije nisu utvr eni.

B) Iz rezultata istraživanja biometrijskih, meristi kih i kvalitativnih zna ajki izvedeni su sljede i zaklju ci za prou avanu populaciju:

Mužjaci su u istraživanom uzorku ve i za sve analizirane biometrijske parametre od ženki:

Prosje na dužina glave i tijela mužjaka iznosi 69.65, a ženki 63.83 mm

Prosje na dužina stražnje desne noge kod mužjaka iznosi 38.60, a ženki 32.17 mm

Prosje na dužina glave mužjaka iznosi 18.23, a ženki 14.73 mm

Prosje na visina glave mužjaka iznosi 8. 14, a ženki 7. 30 mm

Prosje na širina glave mužjaka iznosi 11.31, a ženki 8.76 mm

Od analiziranih meristi kih parametara razlika me u spolovima postoji u broju kod:

Trbušnih ljudsaka u popre nom nizu (ventralia) gdje kod ženki prosje an broj iznosi 26, a kod mužjaka 23 plo ice

Le nih ljudsaka u popre nom nizu (dorsalia) gdje kod ženki prosje an broj iznosi 58, a kod mužjaka 56 plo ica

Broju sljepoo nih ljudsaka glave (temporalia) gdje kod ženki prosje an broj iznosi 49, a mužjaka 45 plo ica

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 maseteri ne ploice (*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): Hanabuch 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 stres sin insular populations, Amphibia-Reptilia. 26:149-158
- Downes, S., Bauwens,D. (2002):An expirical 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 *Psammodromus 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 Eremiinae, 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., Tvrkovic, 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 morphgology: 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 (*Amphibolurus 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