

# Socijabilnost u zatočeništvu populacija primorske gušterice, *Podarcis siculus* (Rafinesque, 1810), s otočica Pod Kopište i Pod Mrčaru

---

Gojak, Tomislav

Master's thesis / Diplomski rad

2020

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:217:987613>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-25**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno – matematički fakultet  
Biološki odsjek

**Tomislav Gojak**

**Socijabilnost u zatočeništvu populacija primorske gušterice, *Podarcis siculus* (Rafinesque, 1810), s otočića Pod Kopište i Pod Mrčaru**

**Diplomski rad**

Zagreb, 2020.

Ovaj rad je izrađen u Zavodu za animalnu fiziologiju Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta Zagrebu, pod vodstvom dr. sc. Duje Lisičića, doc. Rad je predan na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu radi stjecanja zvanja magistra eksperimentalne biologije.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

---

Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Biološki odsjek

Diplomski rad

Socijabilnost u zatočeništvu populacija primorske gušterice, *Podarcis siculus* (Rafinesque, 1810),  
s otočića Pod Kopište i Pod Mrčaru

Tomislav Gojak

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

1971. godine je 5 parova primorskih gušterica, *Podarcis siculus*, preneseno s nativnog otoka Pod Kopište na otok Pod Mrčara. Nakon 36 godina znanstvenici su se vratili na otočiće i otkrili da je primorska gušterica istrijebila autohtonu kršku guštericu (*Podarcis melisellensis*). Utvrdili su razlike u morfologiji, anatomiji i fiziologiji, ali i u ponašanju između jedinki *P. siculus* na ta dva otočića. Cilj ovog rada bio je utvrditi razlike u socijabilnosti između populacija te spolova unutar i između tih dviju otočnih populacija. Istraživanje je provedeno na 42 jedinke *P. siculus* s Pod Mrčare i 50 jedinki s Pod Kopišta. U testiranju su istovremeno sudjelovale dvije jedinke različitog spola s istog otoka. Jedinke koje su ulazile u testiranje pripadale su paru koji je proveo nekoliko mjeseci zajedno u zatočeništvu u kontroliranim uvjetima. Istraživanje je provedeno 3-komornim testom socijabilnosti u kojem su izmjerene različite varijable izabrane kao pokazatelji socijabilnosti, na primjer vrijeme provedeno u odjeljcima i uz kavez prikazanog guštera te broj kontakata i prijelaza između odjeljaka. Istraživanje je pokazalo da su mužjaci socijabilniji od ženki, a da u socijabilnosti između populacija s različitih otoka nema razlike.

( 29 stranica, 8 slika, 4 tablice, 63 literaturni navod, jezik izvornika: hrvatski jezik)

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici

Ključne riječi: primorska gušterica (*Podarcis siculus*), socijabilnost, 3-komorni test socijabilnosti, linearni model, interakcijski efekt

Voditelj: dr. sc. Duje Lisičić, doc.

Ocjenitelji:

Rad prihvaćen:

## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

University of Zagreb  
Faculty of Science  
Division of Biology

Graduation Thesis

Sociability in captivity in populations of Italian Wall Lizard (*Podarcis siculus*) from two neighbouring islands Pod Kopište and Pod Mrčaru

Tomislav Gojak

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

In 1971., five pairs of Italian wall lizard, *Podarcis siculus*, were transferred from their native island Pod Kopište onto Pod Mrčara island. After 36 years scientists came back to the islands and discovered that translocated Italian wall lizard wiped out the indigenous Dalmatian wall lizard (*Podarcis melisellensis*). They found differences in morphology, anatomy, physiology, but also behavioral changes between individuals on these two islands. The study aimed to determine differences in aggression between populations and genders within and between these two island populations. The research was carried out on 42 individuals of *P. Siculus* from Pod Mrčara and 50 individuals from Pod Kopište. Two individuals of a different gender from the same island population were tested at the same time. Individuals in the trial were a pair that spent 7 months together in captivity in a controlled environment. 3-chambered sociability test was used to calculate different variables selected as indicators for sociability, for example time spent in different compartments and near the cage with the presented individual, as well as the number of contacts and transitions between compartments. Results have shown that males have higher sociability levels than females, but no difference was found between island populations.

(29 pages, 8 figures, 4 tables, 63 references, original in: Croatian)

Thesis deposited in the Central Biological Library

Key words: Italian wall lizard (*Podarcis siculus*), sociability, 3-chambered sociability test, linear model, interaction effect

Supervisor: dr.sc. Duje Lisičić, doc.

Reviewers:

Thesis accepted:

## SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1. Primorska gušterica (<i>Podarcis siculus</i> Rafinesque, 1810)</b> .....	<b>1</b>
1.1.1. Sistematika vrste .....	1
1.1.2. Rasprostranjenost vrste .....	2
1.1.3. Biologija vrste.....	2
1.1.4. Ugroženost i mjere zaštite vrste.....	3
<b>1.2. Translokacijski pokus na otocima u Lastovskom arhipelagu</b> .....	<b>4</b>
<b>1.3. Socijalnost i socijabilnost</b> .....	<b>5</b>
<b>2. CILJEVI STRAŽIVANJA</b> .....	<b>8</b>
<b>3. MATERIJALI I METODE</b> .....	<b>9</b>
<b>3.1. Terenski dio istraživanja</b> .....	<b>9</b>
<b>3.2. Laboratorijski rad</b> .....	<b>9</b>
3.2.1. Održavanje guštera u zatočeništvu .....	9
3.2.2. 3-komorni test socijabilnosti.....	10
<b>3.3. Analiza video snimki</b> .....	<b>11</b>
<b>3.4. Statistička obrada podataka</b> .....	<b>12</b>
3.4.1. Uvod .....	12
3.4.2. Obrada .....	13
<b>4. REZULTATI</b> .....	<b>15</b>
<b>4.1. Razlike između populacija s različitih otoka</b> .....	<b>15</b>
<b>4.2. Razlike između spolova</b> .....	<b>15</b>
<b>4.3. Utjecaj interakcije</b> .....	<b>15</b>
<b>5. RASPRAVA</b> .....	<b>22</b>
<b>6. ZAKLJUČAK</b> .....	<b>25</b>
<b>7. LITERATURA</b> .....	<b>26</b>
<b>8. PRILOZI</b> .....	<b>31</b>

## 1. UVOD

### 1.1. Primorska gušterica (*Podarcis siculus* Rafinesque, 1810)

#### 1.1.1. Sistematika vrste

Primorska gušterica, latinskog naziva *Podarcis siculus* gušter je iz porodice *Lacertidae* (Tablica 1.) te roda *Podarcis* (Wagler, 1830). Taj se rod sastoji od 23 vrste, većinom rasprostranjenih u južnoj Europi (Arnold i sur., 2007). Gušteri tog roda jedni su od najvažnijih predstavnika mediteranske herpetofaune, prvenstveno zbog velikog udjela u njenoj biomasi (Harris & Arnold, 1999).

Provedena su mnoga istraživanja molekularne i genetičke varijabilnosti vrsta ovoga roda (Harris & Arnold, 1999; Arnold i sur., 2007), dok ih je nešto manje u obzir uzelo morfološku varijabilnost (Bruner & Costantini, 2007). Zbog visoke inter- i intra- populacijske morfološke varijabilnosti (Arnold & Ovenden, 2002), mediteranski otočni gušteri roda *Podarcis* dobar su model za proučavanje iste – a ta varijabilnost može poslužiti prilikom otkrivanja mikroevolucijskih procesa divergencije i adaptacije (Harris & Arnold, 1999).

Zbog tih često velikih morfoloških razlika između populacija opisane su mnoge podvrste, posebice na otocima unutar granica rasprostranjenosti vrste. Dokazana rapidna morfološka divergencija nakon kolonizacije novih otoka nekih vrsta guštera ponekad zna dovesti do pogrešaka u sistematici (Losos i sur., 1997).

Mnoge podjele unutar vrsta gušterica roda *Podarcis* ne podupiru molekularne analize jer su morfološke karakteristike korištene za imenovanje novih podvrsta usko vezane uz klimatske i okolišne faktore (Oliverio i sur., 2001).

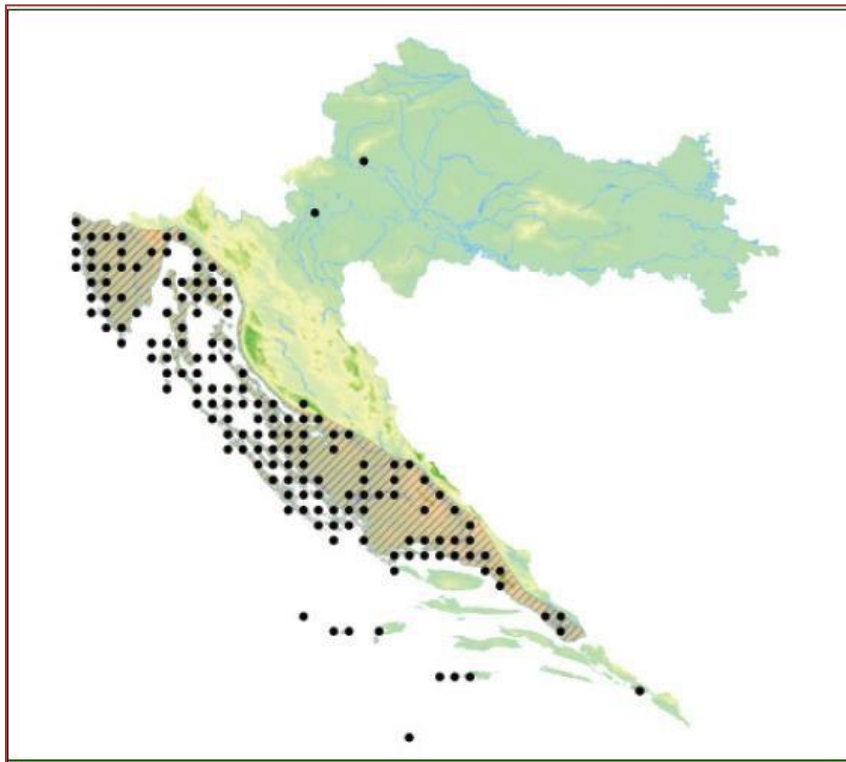
**Tablica 1.** Taksonomija primorske gušterice

Sistematska kategorija	Naziv
Carstvo	Animalia
Koljeno	Chordata
Potkoljeno	Vertebrata
Razred	Reptilia
Red	Squamata
Porodica	Lacertidae
Rod	Podarcis
Vrsta	Podarcis siculus

### 1.1.2. Rasprostranjenost vrste

Kao autohtona vrsta, naseljava Apeninski poluotok i veliki broj otoka u Tirenskom i Jadranskom moru te istočno jadransko obalno područje. U Hrvatskoj je rasprostranjena uzduž jadranske obale od Istre do Neuma, na području Dalmacije te na mnogim otocima. (Slika 1.) Literaturno su u Hrvatskoj opisane 24 podvrste primorske gušterice na osnovu morfoloških razlika (Breljih i Džukić, 1974). Međutim, analize koje je proveo Thorpe (1980) razlikuju samo dvije osnovne grupe – sjevernu i južnu. Podnar i sur. (2005), proveli su niz genetičkih istraživanja koja su uključila većinu hrvatskih podvrsta. Rezultati su pokazali razlike između nekoliko skupina primorske gušterice na području Hrvatske – haplokladovi Adria, Catanzaro, dolina rijeke Po i Sušac (Jelić i sur., 2015).

*Podarcis siculus* odličan je kolonizator, uspješno je unesena i aklimatizirana na mnoge lokalitete. Takve populacije mogu se pronaći na nekim područjima u Francuskoj, Portugalu, Sjevernoj Africi, Turskoj, Španjolskoj i u Americi (Oliverio i sur., 2001).



**Slika 1.** Potencijalna rasprostranjenost i nalazišta primorske gušterice u Hrvatskoj (Preuzeto iz Crvene knjige vodozemaca i gmazova Hrvatske 2015)

### 1.1.3. Biologija vrste

Primorska gušterica može narasti do veličine 9 cm od vrha njuške do nečisnice. Obojenost vrsta je vrlo varijabilna. Dorzalni dio može biti pretežito zelene, zeleno-smeđe, maslinaste ili



svijetlosmeđe boje sa svjetlijim odnosno tamnijim linijama ili pak nizom točaka. Poznate su i uniformirano obojane jedinke, odnosno bez šara. Ventralni dio najčešće je sivkaste boje. Na rubnim trbušnim pločicama prisutne su plave točkice, a kod nekih jedinki može se pojaviti i žuto ili narančasto obojenje (Jelić i sur., 2015). Prisutan je spolni dimorfizam. Mužjaci su veći od ženki - imaju duži rep te veću i širu glavu; imaju i dulje stražnje udove te bolje razvijene bedrene pore (Arnold i sur., 2007; Vervust i sur., 2007).

Naseljava mnogo različitih staništa, od morske obale, makije, suhих kamenitih pašnjaka, suhozida, sve do livada, rubova šuma i naselja (Crnobrnja-Isailović i sur., 2009), a može je se naći i do 2 000 m nadmorske visine na krškim planinama (Jelić i sur., 2015). Ektotermna je vrsta, kao i ostali gmazovi. Hibernira od početka studenog do početka ožujka (Vitt i Caldwell 2014a).

Primarno je insektivorna vrsta - hrani se beskralježnjacima, pretežno člankonošcima kao što su pauzi i kornjaši, međutim pronađeni su rijetki slučajevi prehrane biljem (Vitt i Caldwell 2014b). U rijetkim slučajevima, najčešće na malim otocima, zabilježen je kanibalizam odraslih na mladim jedinkama. Predatori su joj ptice, zmije i sisavci (Capula i Aloise 2011; Grano i sur., 2011).

Ženke koje se pare prvi put imaju 1 – 2 legla godišnje, dok ih kasnije mogu imati i do 5. Po leglu ženka liježe 2 – 12 jaja, najčešće 5 – 6 . Mužjaci su spolno zreli u prosjeku nakon jedne godine, a ženke nakon 1 – 2 godine. Agresivna je i teritorijalna vrsta, osobito prema drugim gušterima iz porodice *Lacertidae*. Mužjaci su posebno agresivni za vrijeme parenja, u travnju i svibnju, kad se bore za ženke. Tijekom parenja, mužjaci čeljustima uhvate ženku za bokove (Jelić i sur., 2015).

U usporedbi s ostalim vrstama manjih gušterica dobra je trkačica te često prelazi veće udaljenosti od skloništa. Više se zadržava pri tlu – penjanje joj nije toliko snažna odlika (Jelić i sur., 2015). Diurnalna je životinja, tj. kreće se, hrani i razmnožava tijekom dana, čime izbjegava predatore aktivne noću. Oportunistička je vrsta, okarakterizirana visokom ekološkom valentnošću i velikim kapacitetom za brzo rasprostranjivanje (Nevo i sur., 1972).

Opasna je invazivna vrsta, zbog ekološke valentnosti i brzine rasprostranjivanja nerijetko istiskuje autohtone vrste; u slučaju naseljavanja otoka često dolazi do izumiranja autohtonih vrsta (Lo Cascio i Corti 2006). Zabilježena su i tri slučaja prirodne hibridizacije primorske gušterice s drugim vrstama iz roda *Podarcis*: s *P. tiliguerta* nedaleko Sardinije, s *P. raffonei* na Aeolijskom otoku i s *P. wagleriana* na otoku Marettimo (Capula 1993; 2002; Gorman 1975).

#### **1.1.4. Ugroženost i mjere zaštite vrste**

Kao autohtona vrsta, primorska gušterica uvrštena je u Crvenu knjigu vodozemaca i gmazova Republike Hrvatske, a status vrste je naveden kao “najmanje zabrinjavajući” (eng. least concern - LC). *P. siculus ragusae* i *P. siculus adriaticus* tretiraju se kao zasebne konzervacijske jedinice sa

specifičnim uzrocima ugroženosti te su zbog toga za njih date zasebne procjene ugroženosti. Podvrste *P. siculus ragusae* i *P. siculus adriaticus* ocijenjene su kao gotovo ugrožene (eng. near threatened - NT).

Nalazi se na Dodatku IV Direktive o zaštiti prirodnih staništa i divlje faune i flore Europske unije te na Dodatku II Konvencije o zaštiti europskih divljih vrsta i prirodnih staništa radi brojnih endemskih podvrsta diljem svog areala. U Hrvatskoj, zbog velike gustoće populacije i invazivnosti, nije zaštićena te ne postoje predložene mjere očuvanja (Jelić i sur., 2015).

## **1.2. Translokacijski pokus na otocima u Lastovskom arhipelagu**

Otoci Pod Mrčara i Pod Kopište smješteni su u Jadranskom moru sjeverozapadno od otoka Lastovo. Međusobno su udaljeni oko 5 kilometara te nisu naseljeni. Dio su Lastovskog arhipelaga koji je 2006. proglašen i parkom prirode.

Izraelski znanstvenik Eviatar Nevo je sa svojim suradnicima 1971. godine napravio recipročan prijenos - 5 muško-ženskih parova primorske je gušterice *P. siculus* s nativnog otoka Pod Kopište na otok Pod Mrčara te 5 muško-ženskih parova krške gušterice *Podarcis melisellensis* s otoka Pod Mrčara na otok Pod Kopište kako bi proučio kompeticiju između tih dvaju vrsta (Nevo i sur., 1972).

Nakon 36 godina, Herrel se sa svojim suradnicima vratio na prije spomenute otoke kako bi zabilježio rezultate te translokacije. Prebačene jedinke krške gušterice na otoku Pod Kopište nisu se održale, dok su s nativnog otoka Pod Mrčara sve jedinke nestale. Prebačene jedinke primorske gušterice pronađene su na oba otoka što je dokazano analizom mitohondrijske DNA. Nadalje, primijetili su mnoge morfološke razlike između dviju opstalih populacija primorske gušterice. Jedinke s otoka Pod Mrčara imale su veće glave, veću čeljust i snažniji zagriz te dulje tijelo i veću masu od jedinki s otoka Pod Kopište. Uzrok tome bila je promjena u prehrani - prelazak s pretežno karnivornog na pretežno herbivorni način prehrane. Kao posljedicu takvog načina prehrane novoosnovane populacije primorskih gušterica imale su cekalne zaliske (Herrel i sur., 2008; Vervust i sur., 2010).

Vervust i sur. (2007) usporedili su mikrostanista te pritisak predatora na jedinke. Otoci su približno iste veličine i oba su izgrađena od organskog vapnenca. U središtu otoka nalazi se površina prekrivena vegetacijom, dok su na rubnim dijelovima otoka gole stijene. Međutim, vegetacija na otoku Pod Kopište rjeđa je i niža. Zbog toga jedinke s otoka Pod Mrčara moraju proći manju udaljenost do skloništa, obilnija vegetacija im pruža bolji zaklon od predatora stoga imaju kraće noge od jedinki sa susjednog otoka.

Povoljnije stanište uzrok je i većoj gustoći populacije na otoku Pod Mrčara. Jedinke su ujedno imale i slabiji odgovor na predatore te su bile manje agresivne, izostavivši time i borbu za teritorij, od onih s otoka Pod Kopište. Na razliku u veličini populacija utjecale su i populacije galeba

klaukavca (*Larus michahellis*) koji ima veću gnijezdeću koloniju na otoku Pod Mrčara (Radovanović, 1956) – gušća vegetacija toj vrsti galeba predstavlja dobro sklonište za jaja pa tjera druge vrste ptica s otoka (Vervust i sur., 2007). Vidljivo je da su rapidne fenotipske promjene utjecale na strukturu i dinamiku populacija, ali i na ekologiju ponašanja vrste (Herrel i sur., 2008).

### 1.3. Socijalnost i socijabilnost

Temperament je skup konstantnih individualnih bihevioralnih razlika koje se ponavljaju kroz različite vremenske intervale različite situacije. Ovaj česti fenomen uključuje mnogobrojne kategorije i svojstva kao što su agresivnost, izbjegavanje noviteta, spremnost na rizik, socijalnost. Proučavanje temperamenta ključno je za animalnu psihologiju, bihevioralnu genetiku, farmakologiju i stočarstvo, ali relativno malo studija proučavalo je ekologiju i evoluciju temperamenta. Svako svojstvo temperamenta potencijalno se može izmjeriti pomoću seta korelacijskih bihevioralnih ili psiholoških varijabli (Réale i sur., 2007).

Socijalnost opisuje količinu motivacije jedinke da formira dugotrajne ili kratkotrajne grupe, najčešće s jedinkama iste vrste (Boutreau i sur., 2007). Postoji velik broj potencijalnih prednosti za jedinku u grupi: lakša i učinkovitija obrana od predatora, brže pronalaženje određenih resursa, lakše pronalaženje partnera, itd. (Silk i sur., 2007). Usprkos tome, postoje i mnogi rizici: brži prijenos patogena i parazita, veća kompeticija za spomenute resurse i partnere, itd. (Krause i sur., 2002).

Socijabilnost je pojam kojim se opisuje količina motivacije jedinke da ostane u bliskom kontaktu s drugim jedinkama iste vrste (Sibbald i sur., 2006). Kada se mjeri, na razini grupe najčešće se u obzir uzimaju podudarnost ponašanja jedinki i socijalna kohezija, odnosno razina povezanosti i solidarnosti među jedinkama neke populacije (Rook & Huckle, 1995), ali i fizička udaljenost jedinke od drugih unutar grupe (Sibbald i sur., 2005). Na individualnoj razini u obzir se uzima razina motivacije da jedinka stupi u kontakt s drugom jedinkom iste vrste (Hovland i sur., 2011) i bihevioralne posljedice izolacije (Ball, 2003).

Važan aspekt karakteristika koje se promatraju u istraživanju životinjskog temperamenta je i njihova konzistencija kroz vrijeme i specifične uvjete. (Bates, 1986). Konstantne individualne razlike u aspektima ponašanja poput agresije ili socijabilnosti, odnosno razlike u osobnosti, pronađene su kod mnogih kralješnjaka (Bell i sur., 2009).

Jedinke iste vrste ne samo da imaju međusobno različite razine socijabilnosti, već je i mijenjaju s obzirom na okolišne faktore. Ta bihevioralna plastičnost može biti slična između jedinki iste vrste, na taj način održavajući konstantne razlike između ličnosti kroz određeni gradijent okoliša, ili pak jako varirati (Dingemanse i sur., 2010). Nadalje, jedinke mogu pokazivati različitu plastičnost samo u jednom aspektu temperamenta, a ne u svima (Biro i sur., 2010).

Gustoća populacije utječe na količinu dostupnih resursa i kompeticiju između jedinki pa samim time i na adaptivni fitnes socijalnosti (Cote i sur., 2008). Visoke gustoće populacija utječu na selekciju protiv temperamenta s visokom razinom agresije (Duckworth & Badyaev, 2007) i temperamenta s niskom razinom socijalnosti (Cote i sur., 2008). Ukoliko se poveća gustoća populacije jedinke koji pokazuju veće razine socijalnosti imat će veći fitnes i selekcija će utjecati na povećanje frekvencije tog fenotipa u populaciji (Heino i sur., 1998).

Populacije s visokom gustoćom pod utjecajem snažnog antropogenog faktora ili povećanja predacije pogodnije su za jedinke s nižom razinom socijalnosti – takve jedinke češće će nastanjivati područje i na taj način smanjiti “trošak” bihevioralnog odgovora na taj utjecaj i time će adaptivna vrijednost takvih jedinki porasti (Creel & Christianson, 2008). To direktno utječe na emigraciju ovisnu o gustoći populacije i samim time na stabilnost populacije (Cote & Clobert, 2007). Procesi unutar populacije pokrenuti različitim sposobnostima habituacije i povećanja adaptivne vrijednosti jedinki niže razine socijalnosti dovode do disperzije jedinki s višom razinom socijalnosti, što na područjima visokih gustoća populacije ne bi trebao biti slučaj (Ellenberg i sur., 2009).

Distribucija mužjaka i ženki u populaciji ovisi i o tipu dostupnih resursa – dok će gustoća mužjaka biti veća na područjima s većom dostupnošću ženki, gustoća ženki u populaciji biti će veća na mjestima s povoljnim lokacijama za gniježđenje ili polaganje jaja i većom dostupnošću hrane (Clutton-Brock & Parker, 1992). Ženke će stoga pokazivati više razine socijalnosti u odnosu na mužjake u populaciji kako bi mogle optimalnije koristiti zajedničke resurse i lokacije za polaganje jaja te da bi se efikasnije sunčale. Biti će i socijalnije u kontaktu s dominantnim ženkama da smanje vjerojatnost da prilikom korištenja zajedničkih resursa dođe do konflikta (Strickland i sur., 2014).

Kod vrsta poput hijene gdje mužjaci disperziraju iz roditeljskih skupina nakon spolne zrelosti, ženke pokazuju više razine socijalnosti. Taj trend se može pronaći i kod drugih vrsta gdje jedinke određenog spola napuštaju skupinu nakon nekog trenutka životnog ciklusa poput rođenja ili dostizanja spolne zrelosti – jedinke koje ostaje u skupini pokazuje više razine socijalnosti (Seyfarth & Cheney, 2012).

Razlike u socijalnosti najčešće su vidljive i za vrijeme sezone parenja, osobito u mužjaka. Za vrijeme sezone parenja mužjaci pokazuju niže razine socijalnosti. Povećava im se teritorij kako bi se preklapao s teritorijem što više ženki. Puno manje toleriraju mužjake iste vrste i pokazuju povećanu razinu agresije zbog kompeticije za spolne partnerice. No van sezone parenja mužjaci nemaju nikakvu prednost od dodatnog parenja pa im se i teritorij kojeg brane smanjuje, a opadaju i razine agresije prema drugim mužjacima. Smanjenjem sveukupne aktivnosti, a time i vjerojatnost predacije, i antagonističkog ponašanja prema drugim mužjacima povećavaju vjerojatnost da će se pariti i iduće sezone (Aragón i sur., 2001).

Alternativne reproduktivne taktike također mogu utjecati na razinu socijalnosti. Tako npr. mužjak nakon uspješne kopulacije može "čuvati" ženku. Dužina trajanja čuvanja, ali i vjerojatnost da će do njega doći ovisi o raznim faktorima. Gustoća populacija, omjer spolova, vjerojatnosti da mužjak koji čuva ženku izgubio dio teritorija ili se ozlijedi tijekom čuvanja i mogućnost ponovnog parenja samo su neki od aspekata koji utječu na tu pojavu. Do pojave „čuvanja“ ženke najčešće dolazi u uvjetima visokih gustoća populacije s velikim udjelom mužjaka, kada postoji mala šansa da će mužjak izgubiti teritorij zbog smanjene mobilnosti prilikom čuvanja ženke te mala šansa da se mužjak ozlijedi prilikom borbe s drugim mužjacom koji se želi pariti sa ženkom koju čuva (Alcock, 1994).

Socijalnost se u laboratorijskim uvjetima najčešće istražuje 3-komornim testom socijalnosti (eng. *3-chambered sociability test*) ili testovima otvorenog polja (eng. *open field test*). Najčešće se broji vrijeme provedeno uz kavez u kojem je jedinka iste vrste i broj interakcija s jedinkom u kavezu - postavljenim na suprotni kraj polja od jedinke u pokusu (Lindzey et al 1965). U 3-komornom testu socijalnosti polje je podijeljeno na 3 jednaka odjeljka između kojih je prolaz koji se može po želji otvoriti ili zatvoriti, a u krajnjim dijelovima su kavezi – za bazalna istraživanja jedan s jedinkom iste vrste a drugi prazan (Yang i sur., 2011).

## 2. CILJEVI STRAŽIVANJA

Glavni cilj istraživanja je utvrditi razliku u socijalnosti između populacija *P. siculus* s Pod Mrčara i Pod Kopište – odnosno između spolova unutar i između ovih dviju populacija primorske gušterice standardiziranim testom ponašanja (3-komorni test socijalnosti).

Specifični ciljevi su:

1. Utvrditi razlike u socijalnosti ove dvije populacije primorske gušterice
2. Istražiti razlike u socijalnosti prema spolu unutar i između ovih dviju populacija.

Hipoteze istraživanja su da su jedinke populacije *P. siculus* s otoka Pod Mrčara socijalnije od jedinki populacije s otoka Pod Kopište te da su ženke *P. siculus* socijalnije od mužjaka.

### 3. MATERIJALI I METODE

#### 3.1. Terenski dio istraživanja

Kao dio projekta pod naslovom „Genomički aspekti brze evolucije primorske gušterice (*Podarcis siculus*) - GENRALIZ“ voditeljice doc.dr.sc Anamarije Štambuk i financiranog od strane Hrvatske zaklade za znanost, uz dozvolu Ministarstva zaštite okoliša i energetike te etičkog povjerenstva, metodom lova pomoću omče ulovili smo ukupno 42 jedinke (26 mužjaka i 16 ženki) s otoka Pod Mrčara i 50 jedinki (22 mužjaka i 28 ženki) s otoka Pod Kopište. Pomoću dugog štapa na čijem je kraju zavezana omča od flaksa guštera se pokuša uhvatiti oko vrata. Nakon što mu se omča uspješno prebaci preko glave, povuče se štap, a ulovljenog guštera se stavi u individualno obilježenu platnenu vreću, te ga se što prije dopremilo u prethodno uređene prostorije za održavanje ovih guštera u Zoo vrtu u Zagrebu.

#### 3.2. Laboratorijski rad

##### 3.2.1. Održavanje guštera u zatočeništvu

Ulovljene jedinke držane su u muško-ženskim parovima u staklenim terarijima s UV lampom i lampom za grijanje, posudom s vodom i skloništem, plastičnom posudom s poklopcem na kojem se nalazi rupa, u kontroliranim uvjetima klime (temperatura 28-30 °C danju i 20-22 °C noću te vlažnost zraka 40-60%) u prostorima Zoološkog vrta grada Zagreba. Hranjeni su šturcima svaki drugi dan. Za vrijeme trajanja istraživanja socijabilnosti, jedinke smo premjestili u prostorije Zavoda za animalnu fiziologiju Biološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta. Ondje su životinje bile pojedinačno u plastičnim terarijima s podlogom od treseta, posudicom s vodom i plastičnom tubom jednog otvorenog kraja, a drugog zalijepljenog ljepljivom trakom, koja im je služila kao sklonište. Terariji su se nalazili u prostoriji s vlažnošću zraka od 40-60% svjetlost je pratila prirodnu izmjenu dana i noći, a temperatura zraka je danju iznosila 30 °C, a noću 20 °C. Jedinke su hranjene šturcima svaki drugi dan.

Po dolasku u Zoo vrt svaki gušter je premjeren, pregledano mu zdravstveno stanje, potvrđen je spol jedinke, te je individualno obilježen potkožnim bojama za označavanje životinja (VIE tags, Northwest Marine Tehnology, Inc). Jedinke su imenovane s obzirom na otok s kojeg su uzete, spol i brojčanu oznaku. Mužjaci s otoka Pod Mrčara imali su oznaku PM-M (Pod Mrčara-Male), a ženke su imale oznaku PM-F (Pod Mrčara-Female). Mužjaci s otoka Pod Kopište imali su oznaku PK-M (Pod Kopište-Male), a ženke su imale oznaku PK-F (Pod Kopište-Female). Na taj niz slova dodan je i redni broj, od 1 nadalje, za dobivanje šifre svakog individualnog guštera za njihovo lakše raspoznavanje u evidenciji, pokusu i transportu (npr. PKM2). Određeni su parovi jedinki različitih spolova koji su stavljeni u zajednički terarij. U njemu su provele sedam mjeseci zajedno prije testiranja socijabilnosti – gušteri su ulovljeni u 3. mjesecu dok je istraživanje provedeno od 10. do 12. mjeseca iste godine.

### 3.2.2. 3-komorni test socijabilnosti

3-komorni test socijabilnosti (eng. *3-chambered sociability test*) je jedan od najčešće korištenih testova za istraživanje temperamenta životinja. Prilagođen je za istraživanje socijabilnosti kod otočnih populacija primorske gušterice.

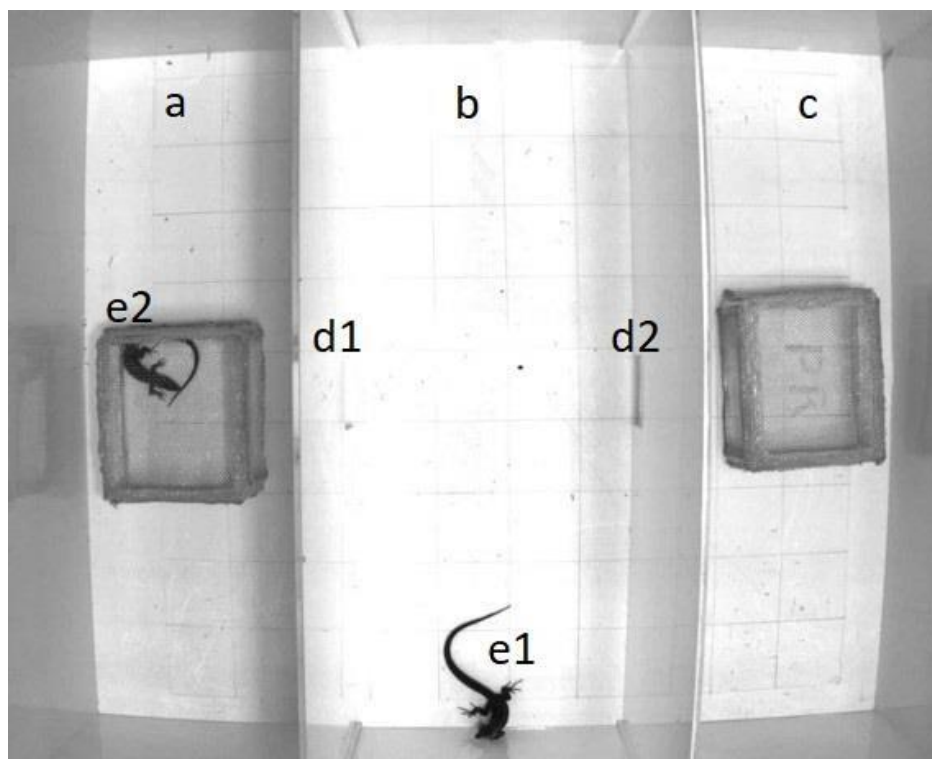
Kutija je napravljena od pleksiglasa, sa svijetlim, neprozirnim zidovima i otvorenim krovom te je podijeljena na 3 jednaka odjeljka. (slika 2.) Između odjeljaka nalazi se neproziran zid i prolaz zatvoren vratašcima od prozirne plastike. U rubnim odjeljcima postavljeni su kavez od žice – u jednom odjeljku jedan kavez koji će ostati prazan, a u nasuprotnom odjeljku jedan kavez u kojem će se nalaziti jedinka primorske gušterice. Iznad kutije postavljena je kamera i lampa za osvjetljenje. Kutija je bila i bez dna, a plastična ploča na kojoj se nalazila bila je podijeljena na kvadrate. Na dan pokusa temperatura je u prostoriji bila postavljena na 30°C.

Testirane su istovremeno dvije jedinke različitog spola s istog otoka, dvije jedinke koje su ulazile u pokus pripadale su paru koji je proveo nekoliko mjeseci zajedno u zatočeništvu. Prije početka pokusa prva jedinka para se pomoću laganog usmjeravanja štapićem navela da uđe u svoje plastično sklonište, koje je poslužilo kao prijenosno sredstvo od terarija do kutije za test – ovo je izložena jedinka koja je ustvari dio postava pokusa. Jedinka je istim štapićem usmjeravana na kretanje po odjeljku s namjerom da ostavi svoj miris. Nakon toga je ulovljena u žičani kavez koji je postavljen u središte odjeljka.

Druga jedinka para jednako je tako usmjerena da uđe u svoje sklonište, a zatim je prenesena do središnjeg odjeljka kutije – ovo je fokalna jedinka kojoj se mjeri socijabilnost. U tom trenutku, u jednom rubnom odjeljku bio je postavljen prazan žičani kavez, a u drugom rubnom odjeljku je bio kavez s jedinkom primorske gušterice.

Nakon što je prošlo 5 minutno vrijeme aklimatizacije, pokrenut je program za snimanje videa EthoVision XT 13 i vrlo su oprezno otvorena plastična vratašca između odjeljaka – pritom se pazilo da gušter ne primijeti osobu koja ih otvara. Svaki je pokus trajao 20 minuta. Nakon završetka pokusa, svaka je jedinku navedena da uđe natrag u svoje plastično sklonište i vraćena u odgovarajući terarij. Poslije svakog pokusa kavez, vratašca i zidovi kutije su temeljito očišćeni 30%-tnim alkoholom i papirnatim ubrusom kako bi se uklonio sav miris prethodnih jedinki.





**Slika 2.** 3-komorni test socijabilnosti prilagođen za jedinke gušterice *P. siculus* za vrijeme trajanja pokusa. Testirana jedinka označena je s “e1“, a jedinka izložena u kavezu s “e2“. Odjeljak s praznim kavezom (“PRAZNO“) označen je slovom “c“, središnji odjeljak (“SREDINA“) u koji je gušter čija se socijabilnost mjerila prvotno pušten slovom “b“, a odjeljak (“PUNO“) gdje se u kavezu nalazio gušter s kojim je bio sparen slovom “a“. Između odjeljaka nalaze se dva prolaza označena s “d1“ i “d2“.

### 3.3. Analiza video snimki

Nakon izvođenja pokusa video snimke analizirane su koristeći program Noldus EthoVision XT 13. Ovaj program služi za analizu ponašanja životinja prema unaprijed zadanim parametrima koje želimo promatrati. Postavke duljine trajanja video snimke, kao i unos podataka, odnosno oznake jedinki u pokusu, treba biti obavljen neposredno prije početka snimanja.

Svaki video dodatno se analizirao, dodavši ovisne varijable čije su se vrijednosti pratile. (Tablica 2.) Program ima mogućnost vlastoručnog određivanja i praćenja vrijednosti unaprijed odabranih varijabli. Za prijelaz iz jednog odjeljka u drugi uzeo sam trenutak kada je glava jedinke u pokusu u potpunosti prešla kroz prolaz između njih. Analogno tome, kada je gušterova glava ušla u područje udaljeno manje od 1,5 kvadrata sa svake strane kaveza počeo sam mjeriti vrijeme provedeno uz kavez s drugom jedinkom ili uz prazan kavez. Varijable “PRAZNO“ i “UZ PRAZNO“ te varijable „PUNO“ i „UZ PUNO“ nisu međusobno isključive, što znači da se vrijednost tih varijabli povećavala istodobno ukoliko se gušter nalazio u odgovarajućem području

odjeljka i pri tome u blizini kaveza. Kontaktom sam smatrao svako pomicanje glave jedinke u pokusu prema jedinki u kavezu, bez obzira na reakciju jedinke u kavezu. Ukoliko je taj kontakt bio produžen ponovno sam zabilježio vrijednost varijable “KONTAKT“ nakon svake 3 sekunde koje je gušter proveo pokazivajući interes za jedinku u kavezu, ne mičući glavu iz njenog smjera. Nakon obrade video snimki program dobivene vrijednosti po kategorijama spremi u obliku Excel tablice.

**Tablica 2.** Kategorije odabrane i praćene prilikom obrade video snimki u programu Noldus

Varijabla	Opis varijable
PRAZNO	Vrijeme koje je jedinka u pokusu provela u odjeljku s praznim kavezom
SREDINA	Vrijeme koje je jedinka u pokusu provela u središnjem odjeljku
PUNO	Vrijeme koje je jedinka u pokusu provela u odjeljku s drugom jedinkom
UZ PRAZNO	Vrijeme koje je jedinka u pokusu provela uz prazan kavez
UZ PUNO	Vrijeme koje je jedinka u pokusu provela uz kavez s drugom jedinkom
FREKVENCIJA PRAZNO	Broj prelazaka jedinke u pokusu iz središnjeg odjeljka (SREDINA) u odjeljak s praznim kavezom
FREKVENCIJA SREDINA	Broj prelazaka jedinke u pokusu iz drugog odjeljka (ili iz PUNO ili iz PRAZNO) u središnji
FREKVENCIJA PUNO	Broj prelazaka jedinke u pokusu iz središnjeg odjeljka (SREDINA) u odjeljak s drugom jedinkom
LATENCIJA PRAZNO	Vrijeme koje je prošlo 5 sekundi nakon otvaranja vratašca na odjeljcima do prvog ulaska jedinke u pokusu u odjeljak s praznim kavezom
LATENCIJA PUNO	Vrijeme koje je prošlo 5 sekundi nakon otvaranja vratašca na odjeljcima do prvog ulaska jedinke u pokusu u odjeljak s drugom jedinkom
KONTAKT	Broj pokušaja jedinke u pokusu da ostvari kontakt s jedinkom u kavezu dok je uz njega okrećući glavu u njenom smjeru. U slučaju produženog kontakta broj se povećavao svake 3 sekunde

EthoVision XT 13. Jedinkom u pokusu je nazvana ona jedinka koja nije bila u kavezu.

### 3.4. Statistička obrada podataka

#### 3.4.1. Uvod

Linearni model naziv je koji obuhvaća različite statističke modele koji zavisnu varijablu definiraju kao linearnu funkciju jedne ili više nezavisnih varijabli. Valjanost statističke analize

provedene prema nekom linearnom modelu ovisi o ispunjenju tri pretpostavke koje se odnose na pogreške, odnosno razlike između procjena i opažanja. Pretpostavlja se da su pogreške međusobno neovisne, da je njihova distribucija je normalna, s prosječnom vrijednošću nula i da su varijance pogrešaka unutar svih kategorija jednake. Ukoliko je bilo koja od ovih pretpostavki narušena, zaključci doneseni na temelju rezultata provedene analize nisu valjani.

Osnovni alat za provjeru ovih pretpostavki su dijagnostički grafikoni reziduala. (prilog 3.-6.) Najjednostavniji dijagnostički grafikon prikazuje odnos između procjena i pogrešaka, odnosno reziduala, na temelju kojeg se mogu provjeriti sve navedene pretpostavke. Za provjeru pretpostavke normalne distribucije reziduala koristi se graf distribucije reziduala, a za provjeru pretpostavke homogenosti varijanci graf disperzije reziduala.

Ukoliko se utvrdi da pri analizi podataka te pretpostavke nisu zadovoljene, podaci se mogu modificirati – transformacijom, ali i izbacivanjem atipičnih podataka (eng. *outlier*).

Osnovni model analize varijance podrazumijeva da na zavisnu varijablu djeluje jedna nezavisna, kategorijska varijabla, odnosno faktor. U višefaktorijskim se pokusima istražuje djelovanje dvaju ili više nezavisnih varijabli na zavisnu varijablu.

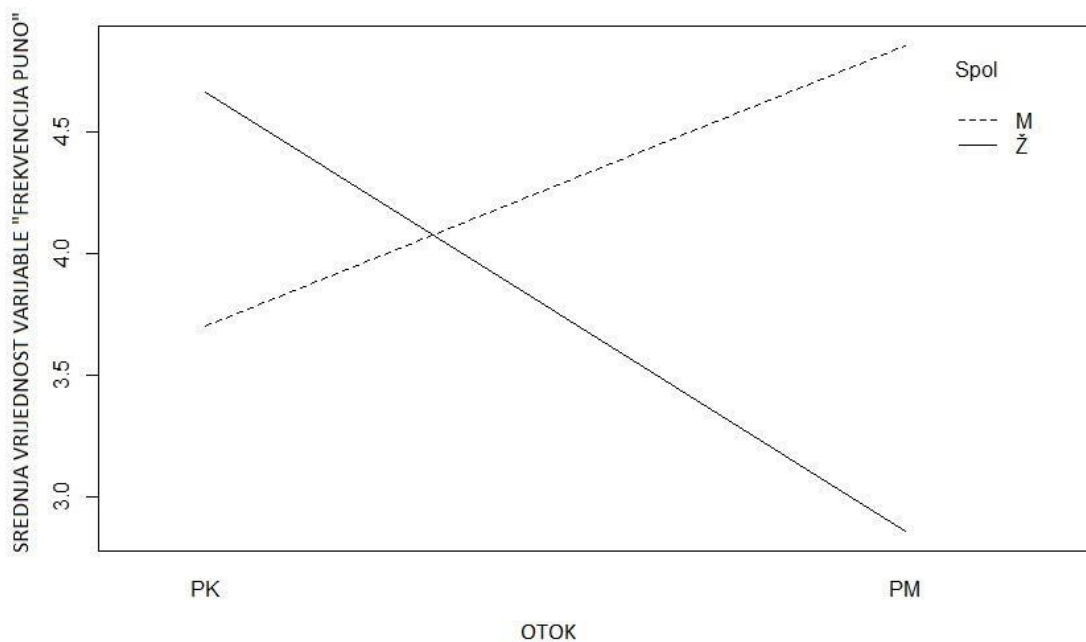
### 3.4.2. Obrada

Dobivene podatke sam statistički obradio u programu “R Studio“. Koristeći program testirao sam odnose između nezavisnih varijabli (spola i otoka populacije) unutar svih odabranih kategorija ponašanja, koristeći linearne modele.

Vrijednosti varijabli za koje sam mjerio određeno vrijeme (npr. “PUNO“, “PRAZNO“, itd.) prvo su preračunate u postotak, u odnosu na vrijeme trajanja cijelog pokusa (1200s), a zatim transformirane koristeći angularnu transformaciju. Transformirane vrijednosti obradio sam koristeći opći linearni model.

Prije nego što sam odabrao oblik općeg linearnog modela izradio sam graf interakcije (slika 3.), koji prikazuje interakciju između nezavisnih varijabli. Interakcijski efekt pojavljuje se kada vrijednost jedne varijable ovisi o vrijednosti druge, u ovom slučaju kada utjecaj nezavisne varijable (npr. pripadnost populaciji) na zavisnu (neka od odabranih kategorija) ovisi i o drugoj nezavisnoj varijabli (npr. spol). Ukoliko je graf pokazao da postoji interakcija odabrao sam multiplikativni oblik modela – testirao sam statistički značajan utjecaj spomenute interakcije nezavisnih varijabli na zavisnu. Ukoliko na grafu nije bila vidljiva interakcija odabrao sam aditivni oblik modela koji u obzir ne uzima interakciju između nezavisnih varijabli.

Varijable koje su se odnosile na frekvencije (npr. “KONTAKT“, “FREKVENCIJA PUNO“, itd.) obradio sam koristeći generalizirani linearni model. Jednako kao i za varijable obrađene općim linearnim modelom prvo sam izradio graf interakcije i s obzirom na dobivene rezultate odabrao oblik modela. Dobivene  $p$ -vrijednosti spremio sam u obliku Excel tablice.



**Slika 3.** Graf interakcije faktora "Otok" i "Spol" varijable "FREKVENCIJA PUNO". Križanje pravaca ukazuje na postojanje značajne interakcije dvaju faktora. Da su pravci paralelni te interakcije ne bi bilo. Slovima "PM" označene su jedinke s otoka Pod Mrčaru, a slovima "PK" jedinke s otoka Pod Kopište.

## 4. REZULTATI

Sve varijable zadovoljile su sve pretpostavke za valjanost statističke analize - međusobno su neovisne, njihova distribucija je normalna te su njihove varijance unutar svih kategorija jednake. Linearnom regresijskom analizom dobio sam vjerojatnost da opažena razlika unutar skupina postoji uz pretpostavku da je nulta hipoteza točna – odnosno  $p$ -vrijednosti razlika zabilježenih vrijednosti odabranih varijabli između skupina. Ako je pronađena interakcija između nezavisnih varijabli koristio sam multiplikativni model (tablica 3.), a ako nije pronađena aditivni (tablica 4.).

### 4.1. Razlike između populacija s različitih otoka

Značajna razlika ( $p < 0,05$ ) između populacija s različitih otoka pojavila se samo u jednoj varijabli, "FREKVENCIJA PUNO" pokazujući više vrijednosti za populaciju Pod Mrčare. Graf interakcije i dobiveni podaci ukazuju da se broj ulaza i izlaza iz odjeljka s jedinkom u kavezu povećava ukoliko je testirana jedinka mužjak s otoka Pod Mrčara (slika 4.).

Između ostalih varijabli nema značajne razlike u dobivenim vrijednostima populacija s različitih otoka.

### 4.2. Razlike između spolova

Značajna razlika ( $p < 0,05$ ) između spolova pojavila se između nekoliko varijabli. Varijable "KONTAKT", "LATENCIJA PUNO" pokazuju da su mužjaci bili socijabilniji od ženki (slika 6.-7.). Kategorija "UZ PUNO" granične je značajnosti, s vrijednošću  $p = 0,053$ . Mužjaci s oba otoka su dakle trebali manje vremena da uđu u odjeljak s jedinkom u kavezu, više su vremena provodili u tom odjeljku i više su vremena provodili pokraj kaveza te u više navrata stupali u kontakt s jedinkom u kavezu. Varijabla "PUNO" statistički je značajna zbog niske razine socijabilnosti ženki s otoka Pod Mrčaru (slika 8.). Za sve ostale odjeljke osim za onaj s drugom jedinkom vrijednosti  $p$  nisu značajne.

### 4.3. Utjecaj interakcije

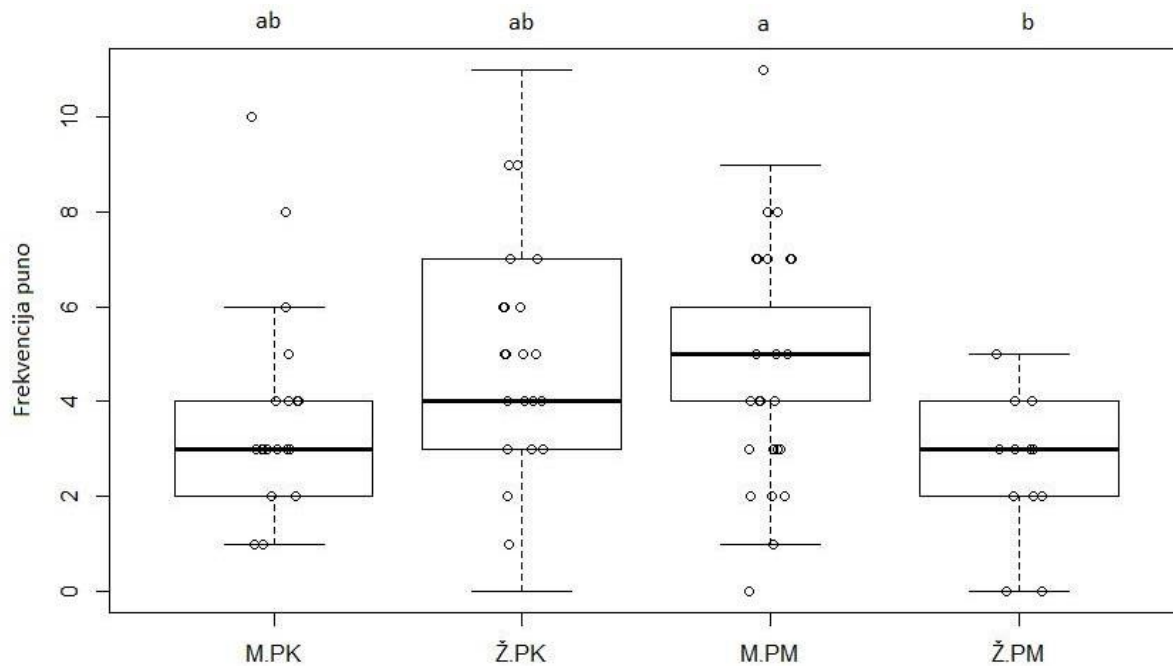
Statistički značajne razlike pronađene su u varijablama "FREKVENCIJA PUNO" i "FREKVENCIJA SREDINA", a  $p$ -vrijednosti interakcije kod ostalih varijabli, iako nisu statistički značajne ( $p < 0,05$ ), pokazuju isti trend za vrijednosti  $p < 0,1$ . To je pokazatelj da su se mužjaci generalno više kretali po kutiji i između odjeljaka s drugom jedinkom, ali je ta razlika statistički značajna samo ako se u obzir uzme da su s otoka Pod Mrčara (slika 4.-5.). Jednako tako više su se približavali žičanom kavezu, iako ta razlika nije statistički značajna.

**Tablica 3.** Rezultati dobiveni multiplikativnim oblikom modela (grafovi interakcije pokazali postojanje interakcije); znakom “\*\*” označena je interakcija varijabli. Podebljane su vrijednosti  $p < 0.05$ .

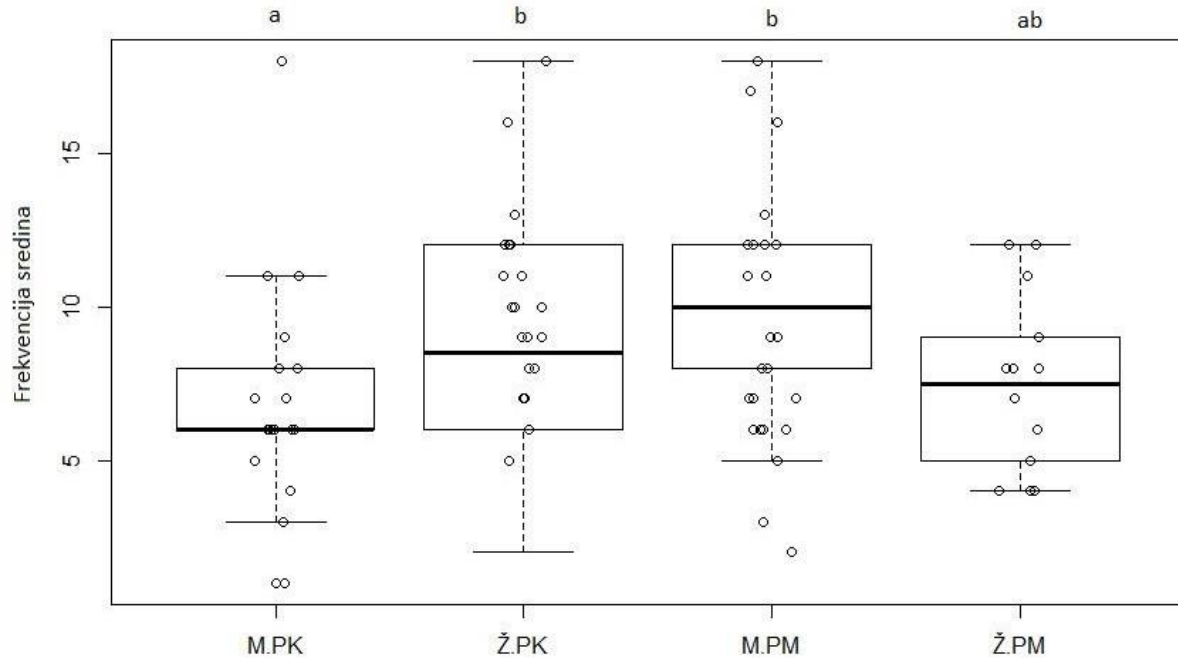
Varijabla	Faktor	p-vrijednost
FREKVENCIJA PUNO	Otok	<b>0.0009</b>
	Spol	<b>0.0060</b>
	Otok*Spol	<b>0.0005</b>
FREKVENCIJA PRAZNO	Otok	0.8530
	Spol	0.3750
	Otok*Spol	0.1530
FREKVENCIJA SREDINA	Otok	0.1372
	Spol	0.1733
	Otok*Spol	<b>0.0166</b>
FREKVENCIJA UZ PRAZNO	Otok	0.3292
	Spol	0.4081
	Otok*Spol	0.0904
FREKVENCIJA UZ PUNO	Otok	0.1319
	Spol	0.4702
	Otok*Spol	0.0733
UZ PRAZNO	Otok	0.5724
	Spol	0.9459
	Otok*Spol	0.0717

**Tablica 4.** Rezultati dobiveni aditivnim oblikom modela (grafovi interakcije pokazali ne postojanje interakcije); Podebljane su vrijednosti  $p < 0.05$ .

Varijabla	Faktor	p-vrijednost
KONTAKT	Otok	0.5481
	Spol	<b>0.0033</b>
LATENCIJA PRAZNO	Otok	0.9789
	Spol	0.1269
LATENCIJA PUNO	Otok	0.9061
	Spol	<b>0.0424</b>
PRAZNO	Otok	0.4001
	Spol	0.1866
SREDINA	Otok	0.3819
	Spol	0.3869
PUNO	Otok	0.1674
	Spol	<b>0.0341</b>
UZ PUNO	Otok	0.1148
	Spol	0.0525

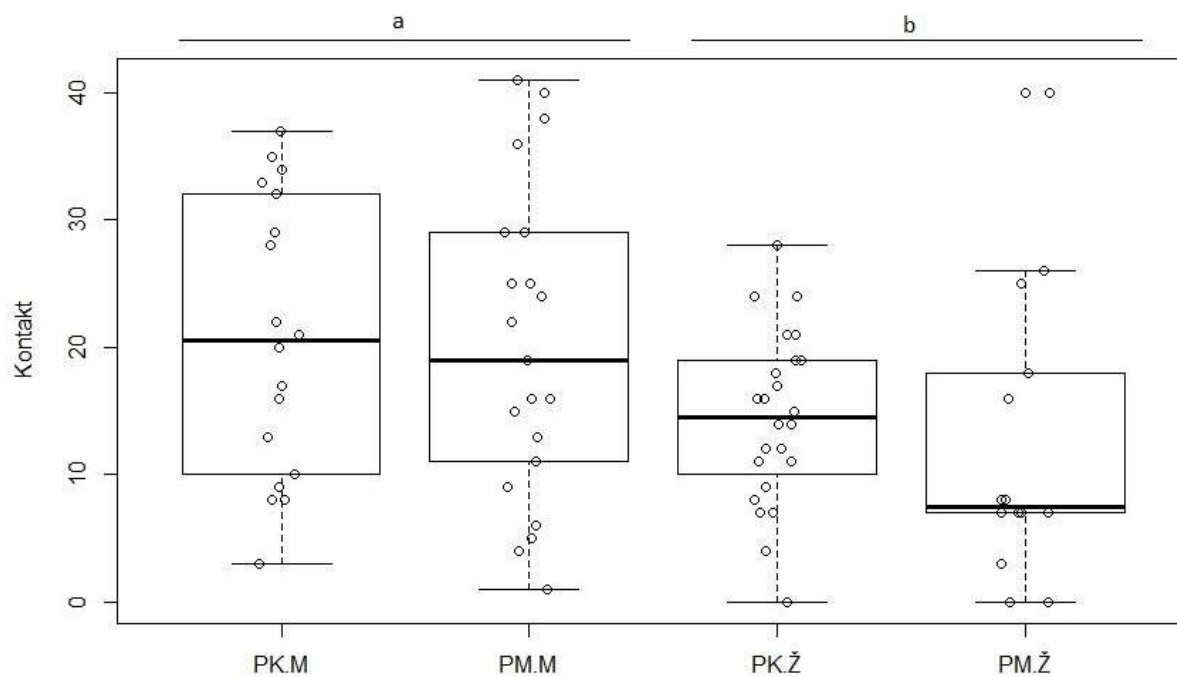


**Slika 4.** Grafički prikaz rezultata dobivenih multiplikativnim linearnim modelom za broj prelazaka jedinke u pokusu u odjeljak s jedinkom u kavezu (“FREKVENCIJA PUNO“). Na x osi prikazane su populacije i spolovi unutar populacija (M.PK – mušjaci Pod Kopište, Ž.PK – ženke Pod Kopište, M.PM – mušjaci Pod Mrčaru, Ž.PM – ženke Pod Mrčaru). Pravokutnik obuhvaća podatke od gornjeg (gornji rub) do donjeg (donji rub) kvartila, a zadebljana linija unutar pravokutnika označava medijan. Horizontalne linije iznad i ispod pravokutnika (tzv. „whiskers“) pokazuju maksimum, odnosno minimum seta podataka bez *outliera*. Točke predstavljaju individualne vrijednosti. Različita slova iznad stupaca označavaju statistički značajnu razliku dobivenu *post hoc* testom s *Tukey* korekcijom.

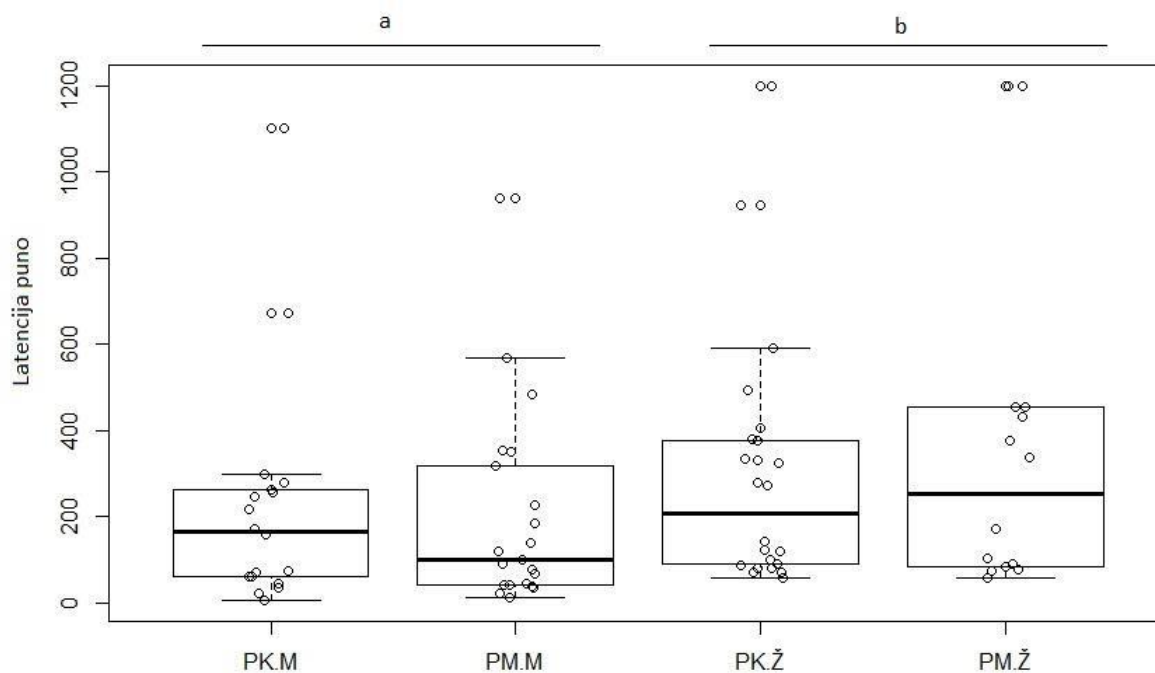


**Slika 5.** Grafički prikaz rezultata dobivenih multiplikativnim linearnim modelom za broj prelazaka jedinke u pokusu u središnji odjeljak (“FREKVENCIJA SREDINA“). Na x osi prikazane su populacije i spolovi unutar populacija (M.PK – mužjaci Pod Kopište, Ž.PK – ženke Pod Kopište, M.PM – mužjaci Pod Mrčaru, Ž.PM – ženke Pod Mrčaru). Pravokutnik obuhvaća podatke od gornjeg (gornji rub) do donjeg (donji rub) kvartila, a zadebljana linija unutar pravokutnika označava medijan. Horizontalne linije iznad i ispod pravokutnika (tzv. „whiskers“) pokazuju maksimum, odnosno minimum seta podataka bez *outliera*. Točke predstavljaju individualne vrijednosti. Različita slova iznad stupaca označavaju statistički značajnu razliku dobivenu *post hoc* testom s *Tukey* korekcijom.

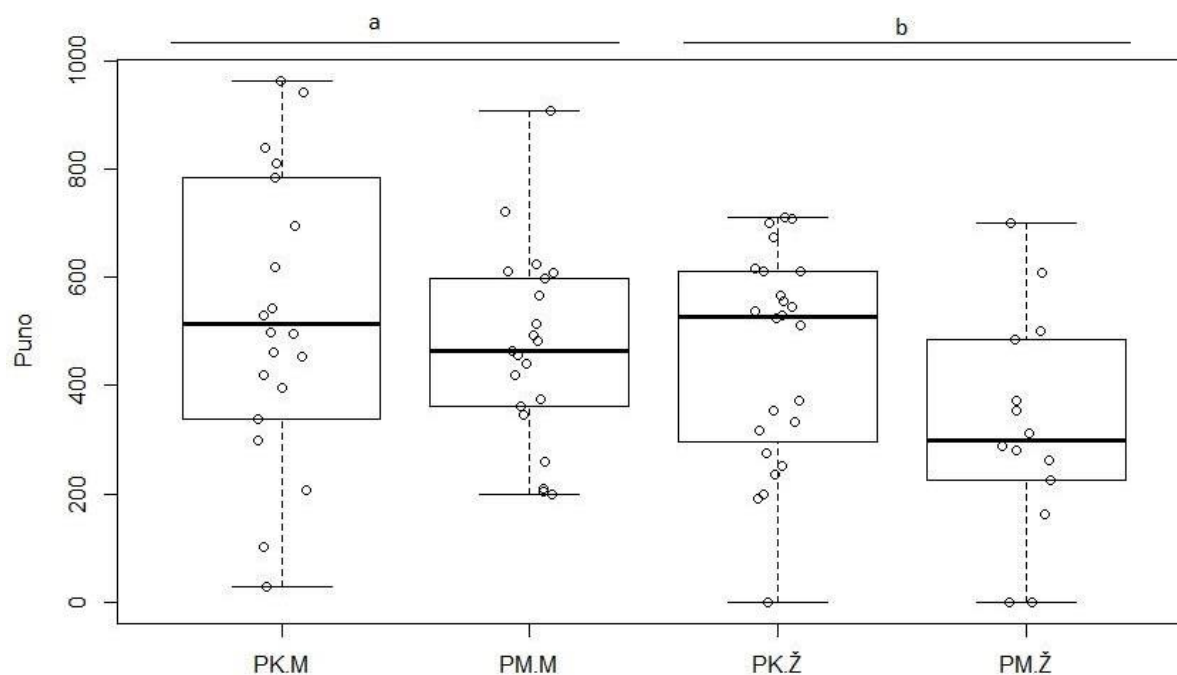




**Slika 6.** Grafički prikaz rezultata dobivenih aditivnim linearnim modelom za broj kontakata između jedinke u testiranju i jedinke u kavezu (“KONTAKT”). Na x osi prikazane su populacije i spolovi unutar populacija (PK.M – mužjaci Pod Kopište, PK.Ž – ženke Pod Kopište, PM.M – mužjaci Pod Mrčaru, PM.Ž – ženke Pod Mrčaru). Pravokutnik obuhvaća podatke od gornjeg (gornji rub) do donjeg (donji rub) kvartila, a zadebljana linija unutar pravokutnika označava medijan. Horizontalne linije iznad i ispod pravokutnika (tzv. „whiskers“) pokazuju maksimum, odnosno minimum seta podataka bez *outliera*. Točke predstavljaju individualne vrijednosti. Različita slova iznad stupaca označavaju statistički značajnu razliku.



**Slika 7.** Grafički prikaz rezultata dobivenih aditivnim linearnim modelom za vrijeme potrebno da gušter iz središnjeg odjeljka prijeđe u odjeljak s jedinkom u kavezu (“LATENCIJA PUNO“). Na x osi prikazane su populacije i spolovi unutar populacija (PK.M – mužjaci Pod Kopšte, PK.Ž – ženke Pod Kopište, PM.M – mužjaci Pod Mrčaru, PM.Ž – ženke Pod Mrčaru). Pravokutnik obuhvaća podatke od gornjeg (gornji rub) do donjeg (donji rub) kvartila, a zadebljana linija unutar pravokutnika označava medijan. Horizontalne linije iznad i ispod pravokutnika (tzv. „whiskers“) pokazuju maksimum, odnosno minimum seta podataka bez *outliera*. Točke predstavljaju individualne vrijednosti. Različita slova iznad stupaca označavaju statistički značajnu razliku.



**Slika 8.** Grafički prikaz rezultata dobivenih aditivnim linearnim modelom za vrijeme provedeno u odjeljku s jedinkom u kavezu (“PUNO“). Na x osi prikazane su populacije i spolovi unutar populacija (PK.M – mušjaci Pod Kopište, PK.Ž – ženke Pod Kopište, PM.M – mušjaci Pod Mrčaru, PM.Ž – ženke Pod Mrčaru). Pravokutnik obuhvaća podatke od gornjeg (gornji rub) do donjeg (donji rub) kvartila, a zadebljana linija unutar pravokutnika označava medijan. Horizontalne linije iznad i ispod pravokutnika (tzv. „whiskers“) pokazuju maksimum, odnosno minimum seta podataka bez *outliera*. Točke predstavljaju individualne vrijednosti. Različita slova iznad stupaca označavaju statistički značajnu razliku.

## 5. RASPRAVA

Vrijednosti rezultata istraživanja pokazala su da se populacije *P. siculus* s Pod Kopište i Pod Mrčara uglavnom ne razlikuju u odabranim kategorijama povezanim sa socijabilnošću. Samo u jednoj kategoriji pronašli smo statistički značajnu razliku, koja je bila pod utjecajem interakcije otoka sa kojeg potječe populacija i spola. Iako nema statistički značajne razlike, rezultati istraživanja pokazuju trend koji ukazuju da postoji interakcija spola i otoka, odnosno da mužjaci s otoka Pod Mrčara pokazuju nešto više vrijednosti parametara povezanih sa socijabilnosti od ostalih mužjaka i ženki.

Između spolova pronađena je značajna razlika, mužjaci su u svim kategorijama vezanima uz odjeljak s jedinkom u kavezu pokazali veće vrijednosti pa možemo zaključiti da su više socijalni od ženki, dok između vrijednosti povezanih s ostalim odjeljcima nije bilo značajne razlike.

Mnoga istraživanja danas proučavaju različite aspekte socijabilnosti i njihove posljedice na ekofiziologiju životinja. Razlike u socijalnosti guštera vrste *Lacerta vivipara* uvelike su promijenile disperziju mladunaca, a i utjecale na fitnes i preživljavanje odraslih jedinki. Mužjaci s nižim razinama socijabilnosti bolje su preživljavali u uvjetima niske gustoće populacije, dok su socijabilnije ženke imale više uspjeha u razmnožavanju. (Cote i sur., 2008) Na otoku Pod Mrčara gustoća populacije jedinki je viša nego na otoku Pod Kopište, stoga su jedinke češće dolazile u kontakt (Vervust i sur., 2007). To može biti uzrok viših vrijednosti u varijablama povezanih za socijabilnost kod mužjaka sa Pod Mrčare (još jednom ističem da ove razlike, osim kod jedne varijable, nisu pokazale statističku značajnost). Hipoteza specijalizacije socijalnih niša predviđa da se neke razlike u socijabilnosti pojavljuju zbog razlika u socijalnom okruženju u kojem se jedinka nalazi (Ward & Webster, 2016). Ta prostorno-vremenska varijacija u okolišnim uvjetima mogla bi biti važan faktor u očuvanju takvih varijabilnosti u socijabilnosti, naročito između spolova jedinki iste vrste (Cote i sur., 2008).

Sindrom tempa života (eng. *pace-of-life syndrome*) predlaže da srodne vrste ili populacije iste vrste pod utjecajem različitih ekoloških uvjeta imaju razvijen nov, različit set metaboličkih, hormonalnih i imunoloških osobina. Varirajuće karakteristike temperamenta, poput socijabilnosti, između takvih populacija mogu se pripisati tom sindromu. Aktivna, odvažna jedinka koja površno istražuje okoliš i ima niske razine socijabilnosti prema tom modelu većinu energije potroši na reprodukciju (Réale i sur., 2010). Te osobine neće imati selektivnu prednost u slučaju visoke gustoće populacije (Cote i sur., 2008). Mužjaci s otoka Pod Mrčara zbog toga su možda pokazali najviše razine socijabilnosti. Seleksijski pritisak, zbog prisutnosti visoke gustoće populacije, mogao je povećati udio socijabilnijih mužjaka u toj populaciji.

Socijabilnost često varira između spolova (Wolf & Weissing, 2010). Mužjaci se pretežito natječu za mogućnost pristupa ženki, dok se ženke natječu za druge resurse poput hrane (Sterck i sur., 1997). Te razlike u ponašanju mogu dovesti do razlika u socijabilnosti jer se selektivni pritisak na spolove može mijenjati s obzirom na povećanje adaptivne vrijednosti tih razlika (Dingemanse

& Wolf, 2010). Agresija i briga za mlade samo su neki aspekti velike razlike socijabilnosti između spolova (Schuett i sur., 2010).

Mužjaci su pokazali veće razine socijabilnosti od ženki. Puno su brže prilazili kavezu s jedinkom i duže se zadržavali uz njega. Naime, moguće je i da mužjaci u populaciji sa velikom gustoćom i velikim udjelom mužjaka čuvaju ženke cijele godine (Parker, 1974). Ženka u kavezu bila je nekoliko mjeseci u terariju s mužjakom koji je s njom u pokusu. Unatoč tome što su pokusi izvedeni van sezone parenja (kroz jesen), mužjak se možda više vremena zadržavao bliže ženki kako bi povećao uspješnost parenja i osigurao očinstvo iduće sezone. Zbog visoke gustoće populacija i većeg broja mužjaka velika je vjerojatnost da će drugi mužjak naići na ženku koja se više ne čuva (Koshio, 1997). Moguće je da se zbog toga mužjaci puno više zadržavaju u dijelovima s kavezom u kojem je ženka.

Takvo ponašanje moglo bi biti i pokazatelj utjecaja agresije, a ne samo socijabilnosti. Agresivniji mužjaci će se duže zadržavati kod ženke i pokazivat će manje razine socijabilnosti, pogotovo ako je u populaciji veća frekvencija mužjaka koji mogu pokušati kopulirati sa ženkom koju drugi mužjak čuva (Baxter i sur., 2015).

Povećana razina socijabilnosti može biti povezana i s plastičnošću ponašanja guštera na svom teritoriju. Na otocima su gustoće populacija gušterice veće nego one na kopnu pa su mužjaci manje teritorijalni i razvili su veću razinu tolerancije na socijalne interakcije. Jednako tako moguće je da su mužjaci aktivniji u potrazi za potencijalnom partnericom, a i žele ih razlikovati od suparničkih mužjaka – zbog toga se moraju više kretati, a zbog gustoće i češće stupati u socijalne kontakte, dok ženke za to nemaju potrebe (Baird i sur., 2012).

Još jedna opcija je da se djelovanjem seksualne selekcije u populaciji osigurava visoka razina razlike između spolova, bez obzira na promjene u okolišnim uvjetima (Schuett i sur., 2010). No premalo se zna o nasljednosti temperamenta i utjecaju takvih varijacija na fitness jedinki pa su potrebna dodatna istraživanja na području adaptivne prednosti takvih varijacija u socijabilnosti.

Promjena načina prehrane također je mogla utjecati na socijabilnost (Herrel i sur., 2008; Vervust i sur., 2010). Zbog prelaska na pretežno herbivorni način prehrane i s obzirom na njenu dostupnost, jedinke s otoka pod Mrčaru imale su nižu razinu kompeticije za hranu, a samim time im se možda povećala i tolerantnost prema jedinkama iste vrste (Harris & Siefferman, 2014). Velika dostupnost hrane mogla je povisiti nosivi kapacitet okoliša i povećati maksimalne gustoće populacije, a samim time selekciju usmjeriti prema socijabilnijim jedinkama, s nižom razinom agresivnosti.

Za razliku od mužjaka ženke su pokazivale značajno niže razine socijabilnosti. Iako njihova razina socijabilnosti sigurno ovisi o mnogim faktorima, uglavnom su to resursi važni za preživljavanje ženki ili povećanje vjerojatnosti da će preživjeti njihovo leglo (Frère i sur., 2010).

Sezonska dostupnost hrane i dostupnost kvalitetnih mjesta za lijeganje jaja vjerojatno kod ženki utječu na razine socijalnosti. Puno uspješnije su ženke koje razinu socijalnosti mogu prilagoditi promjenama u okolišu i socijalnoj dinamici (Koski & Burkart, 2015).

## 6. ZAKLJUČAK

Iz svih rezultata dobivenih istraživanjem ponašanja dviju susjednih otočnih populacija *P. siculus* proizlaze sljedeći zaključci:

1. Mužjaci s otoka Pod Mrčaru pokazuju više razine socijalnosti od ženki i mužjaka s otoka Pod Kopište
2. Mužjaci gušterice *P. siculus* pokazuju statistički značajno više razine socijalnosti od ženki

Na temelju svega odbacujem hipotezu da je populacija *P. siculus* s otoka Pod Mrčara socijalnija od populacije s otoka Pod Kopište i zaključujem da mužjaci s Pod Mrčaru pokazuju povišenu razinu socijalnosti. Nadalje, odbacujem i hipotezu da su ženke *P. siculus* socijalnije od mužjaka i zaključujem da su mužjaci socijalniji od ženki.

## 7. LITERATURA

- Alcock, J. (1994). Postinsemination associations between males and females in insects: the mate-guarding hypothesis. *Annual Review of Entomology*, 39(1), 1-21.
- Aragón, P., López, P., & Martín, J. (2001). Seasonal changes in activity and spatial and social relationships of the Iberian rock lizard, *Lacerta monticola*. *Canadian Journal of Zoology*, 79(11), 1965-1971.
- Arnold, N. E., Arribas, O., Carranza, S. (2007). Systematics of the Palaearctic and Oriental lizard tribe Lacertini (Squamata: Lacertidae: Lacertinae), with descriptions of eight new genera. *Zootaxa* 1430: 1-86.
- Arnold, E.N., Oviden, D. (2002). *A Field Guide to the Reptiles and Amphibians of Britain and Europe*. Harper Collins, London.
- Baird TA, Baird TD, Shine R. (2012). Aggressive transition between alternative male social tactics in a long-lived Australian dragon (*Physignathus lesueurii*) living at high density. *PLoS One*. 7:e41819.
- Ball, N., 2003. Temperament traits in cattle: measurement and preliminary genetic analysis. Ph.D. Thesis, University of Edinburgh.
- Bates, J. E. (1986). The measurement of temperament. *The study of temperament: Changes, continuities and challenges*, 1-11.
- Baxter, C. M., Barnett, R., & Dukas, R. (2015). Aggression, mate guarding and fitness in male fruit flies. *Animal Behaviour*, 109, 235-241.
- Bell, A. M., Hankison, S. J. & Laskowski, K. L. (2009). The repeatability of behaviour: a meta-analysis. *Anim. Behav.* 77, 771 –783.
- Biro, P. A., Beckmann, C. & Stamps, J. A. (2010). Small within-day increases in temperature affects boldness and alters personality in coral reef fish. *Proc. R. Soc. B* 277, 71–77.
- Botreau, R., Veissier, I., Butterworth, A., Bracke, M. B., & Keeling, L. J. (2007). Definition of criteria for overall assessment of animal welfare. *ANIMAL WELFARE-POTTERS BAR THEN WHEATHAMPSTEAD-*, 16(2), 225.
- Brelih, S., Džukić, G. (1974). *Catalogus Faunae Jugoslaviae*. Academia Scientiarum et Artium Slovenica, Ljubljana
- Capula, M. (1993). Natural hybridization in *Podarcis sicula* and *Podarcis wagleriana* (Reptilia: Lacertidae). *Biochemical Systematics and Ecology* 21: 373-380.



- Capula, M. (2002). Genetic evidence of natural hybridization between *Podarcis sicula* and *Podarcis tiliguerta* (Reptilia: Lacertidae). *Amphibia – Reptilia* 23: 313-321.
- Capula, M., Aloise, G. (2011). Extreme feeding behaviours in the Italian wall lizard, *Podarcis siculus*. *Acta Herpetologica* 6(1): 11-14.
- Clutton-Brock, T. H., & Parker, G. A. (1992). Potential reproductive rates and the operation of sexual selection. *The Quarterly Review of Biology*, 67(4), 437-456.
- Costantini, D., and Bruner, E. (2007). Head morphological variation in *Podarcis muralis* and *Podarcis sicula*: a landmark-based approach. *Amphibia-Reptilia* 28, 4, 566-573
- Cote, J. & Clobert, J. 2007. Social personalities influence natal dispersal in a lizard. *Proc. R. Soc. Lond.* B274: 383–390.
- Cote, J., Dreiss, A., & Clobert, J. (2008). Social personality trait and fitness. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 275(1653), 2851-2858.
- Creel, S., & Christianson, D. (2008). Relationships between direct predation and risk effects. *Trends in ecology & evolution*, 23(4), 194-201.
- Crnobrnja-Isailović, J., Vogrin, M., Corti, C., Pérez-Mellado, V., Sá-Sousa, P., Cheylan, M., Pleguezuelos, J., Sindaco, R., Romano, A., Avci, A. (2008). *Podarcis siculus*. In: IUCN (2013): IUCN Red List of Threatened Species.
- Dingemanse, N. J., Kazem, A. J. M., Re’ale, D. & Wright, J. (2010). Behavioural reaction norms: animal personality meets individual plasticity. *Trends Ecol. Evol.* 25, 81–89.
- Dingemanse, N. J., & Wolf, M. (2010). Recent models for adaptive personality differences: a review. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1560), 3947-3958.
- Duckworth, R. A., & Badyaev, A. V. (2007). Coupling of dispersal and aggression facilitates the rapid range expansion of a passerine bird. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(38), 15017-15022.
- Ellenberg, U., Mattern, T., & Seddon, P. J. (2009). Habituation potential of yellow-eyed penguins depends on sex, character and previous experience with humans. *Animal Behaviour*, 77(2), 289-296.
- Frère C, Krützen M, Mann J, Watson-Capps J, Tsai Y, Patterson E, Connor R, Bejder L, Sherwin W. 2010. Home range overlap, matrilineal and biparental kinship drive female associations in bottlenose dolphins. *Anim Behav.* 80:481–486.
- Grano, M., Cattaneo, C. i Cattaneo, A. (2011). A case of cannibalism in *Podarcis siculus campestris* De Betta, 1857 (Reptilia, Lacertidae). *Biodiversity Journal* 2(3): 151–152.

- Gorman, G.C., Soulé, M., Yung Yang, S., Nevo, E. (1975). Evolutionary genetics of insular Adriatic lizards, *Evolution* 29: 52-71.
- Harris, D. James, and E. Nicholas Arnold (1999). "Relationships of Wall Lizards, *Podarcis* (Reptilia: Lacertidae) Based on Mitochondrial DNA Sequences." *Copeia*, vol. 1999, no. 3, pp. 749–754
- Harris, M. R., & Siefferman, L. (2014). Interspecific competition influences fitness benefits of assortative mating for territorial aggression in eastern bluebirds (*Sialia sialis*). *PLoS One*, 9(2).
- Heino, M., Metz, J. A., & Kaitala, V. (1998). The enigma of frequency-dependent selection. *Trends in Ecology & Evolution*, 13(9), 367-370.
- Herrel, A., Huyghe, K., Vanhooydonck, B., Backeljau, T., Breugelmans, K., Grbac, I., ... & Irschick, D. J. (2008). Rapid large-scale evolutionary divergence in morphology and performance associated with exploitation of a different dietary resource. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(12), 4792-4795.
- Hovland, A. L., Akre, A. K., Flø, A., Bakken, M., Koistinen, T., & Mason, G. J. (2011). Two's company? Solitary vixens' motivations for seeking social contact. *Applied animal behaviour science*, 135(1-2), 110-120.
- Jelić, D., Kuljerić, M., Koren, T., Treer, D., Šalamon, D., Lončar, M., Podnar Lešić, M., Janev Hutinec, B., Bogdanović, T., Mekinić, S., Jelić, K. (2015). *Crvena knjiga vodozemaca i gmazova Hrvatske*. Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb.
- Koshio, C. (1997). Mating strategies and variable mate guarding behavior of gypsy moth, *Lymantria dispar japonica* L., males (Lepidoptera; Lymantriidae). *Applied entomology and zoology*, 32(2), 273-281.
- Koski, S. E., & Burkart, J. M. (2015). Common marmosets show social plasticity and group-level similarity in personality. *Scientific reports*, 5, 8878.
- Krause, J., Ruxton, G. D., Ruxton, G. D., & Ruxton, I. G. (2002). *Living in groups*. Oxford University Press.
- Lindzey, G., Winston, H. D., & Roberts, L. E. (1965). Sociability, fearfulness, and genetic variation in the mouse. *Journal of personality and social psychology*, 1(6), 642.
- Lo Cascio, P., Corti, C. (2006). The micro-insular distribution of the genus *Podarcis* within the Aeolian Archipelago: historical vs. palaeogeographical interpretation. *Mainland and insular lacertid lizards: a mediterranean perspective* 91-102.
- Losos, J.B., Warheit, K.I., Schoener, T.W. (1997). Adaptive differentiation following experimental island colonization in *Anolis* lizards. *Nature*, 387, 70–73

- Nevo, E., Gorman, G., Soule, M., Yang, S. Y., Clover, R., Jovanović, V. (1972). Competitive exclusion between insular *Lacerta* species (Sauria, Lacertidae). *Oecologia (Berl.)*10: 183-190.
- Oliverio, M., Burke, R., Bologna, M. A., Wirz, A., & Mariottini, P. (2001). Molecular characterization of native (Italy) and introduced (USA) *Podarcis sicula* populations (Reptilia, Lacertidae). *Italian Journal of Zoology*, 68(2), 121-124.
- Parker, G. A. (1974). Courtship persistence and female-guarding as male time investment strategies. *Behaviour*, 48(1-4), 157-183.
- Podnar, M., Mayer, W., & Tvrtković, N. (2005). Phylogeography of the Italian wall lizard, *Podarcis sicula*, as revealed by mitochondrial DNA sequences. *Molecular Ecology*, 14(2), 575-588.
- Radovanović, M. (1956). Rassenbildung bei den Eidechsen auf Adriatischen Inseln. Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Mathematisch – Naturwissenschaftliche Klasse, Denkschriften, Band 1110, 2. Abhandlung. – Springer.
- Réale, D., Garant, D., Humphries, M. M., Bergeron, P., Careau, V., & Montiglio, P. O. (2010). Personality and the emergence of the pace-of-life syndrome concept at the population level. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1560), 4051-4063.
- Réale, D., Reader, S. M., Sol, D., McDougall, P. T., & Dingemanse, N. J. (2007). Integrating animal temperament within ecology and evolution. *Biological reviews*, 82(2), 291-318.
- Rook, A. J., & Huckle, C. A. (1995). Synchronization of ingestive behaviour by grazing dairy cows. *Animal Science*, 60(1), 25-30.
- Schuett, W., Tregenza, T., & Dall, S. R. (2010). Sexual selection and animal personality. *Biological Reviews*, 85(2), 217-246.
- Seyfarth, R. M. & Cheney, D. L. The Evolutionary Origins of Friendship. *Annu. Rev. Psychol.* 63, 153–177 (2012).
- Sibbald, A.M., Elston, D.A., Smith, D.J.F., Erhard, H.W., 2005. A method for assessing the relative sociability of individuals within groups: an example with grazing sheep. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 91, 57–73.
- Sibbald, A.M., Erhard, H.W., Hooper, R.J., Dumont, B., Boissy, A., (2006). A test for measuring individual variation in how far grazing animals will move away from a social group to feed. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 98, 89–99
- Silk, J. B. (2007). The adaptive value of sociality in mammalian groups. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 362(1480), 539-559.
- Sterck, E. H. M.; Steenbeek, R. (1997). Female dominance relationships and food competition in the sympatric Thomas langur and long-tailed macaque. *Behaviour*, 134: 749-774.

- Strickland, K., Gardiner, R., Schultz, A. J. and Frere, C. H. (2014). The social life of eastern water dragons: sex differences, spatial overlap and genetic relatedness. *Animal Behaviour* 97 53-61.
- Thorpe, R. S. (1980). Microevolution and taxonomy of European reptiles with particular reference to the grass snake *Natrix natrix* and the wall lizards *Podarcis sicula* and *P. melisellensis*. *Biological Journal of the Linnean Society*, 14(2), 215-233.
- Vervust, B., Grbac, I., Van Damme, R. (2007). Differences in morphology, performance and behaviour between recently divergent populations of *Podarcis sicula* mirror differences in predation pressure. *Oikos* 116: 1343-1352.
- Vervust, B., Pafilis, P., Valakos, E. D., Van Damme, R. (2010). Anatomical and physiological changes associated with a recent dietary shift in the lizard *Podarcis sicula*. *Physiological and Biochemical Zoology* 83: 632-642.
- Vitt, L. J., Caldwell, J. P. (2014a). Thermoregulation, performance and energetics. U: *Herpetology: An introductory biology of amphibians and reptiles*. 4. izd. Academic Press, London, str. 203-227.
- Vitt, L. J., Caldwell, J. P. (2014b). Foraging ecology and diets. U: *Herpetology: An introductory biology of amphibians and reptiles*. 4. izd. Academic Press, London, str. 291-318.
- Ward, A., & Webster, M. (2016). *Sociality: the behaviour of group-living animals*.
- Wolf, M., & Weissing, F. J. (2010). An explanatory framework for adaptive personality differences. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1560), 3959-3968.
- Yang, M., Silverman, J. L., & Crawley, J. N. (2011). Automated three-chambered social approach task for mice. *Current protocols in neuroscience*, 56(1), 8-26.

## 8. PRILOZI

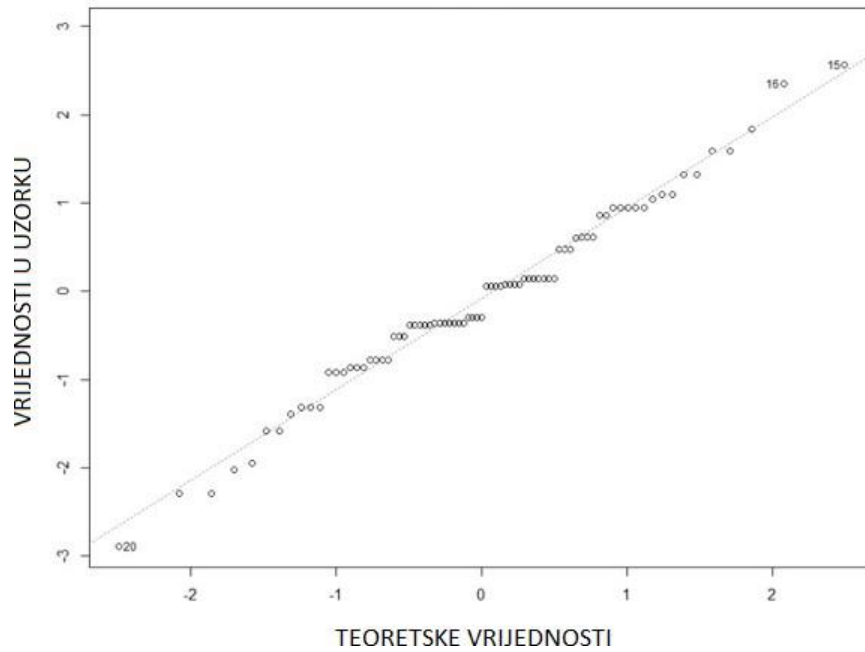
1. Tablica vrijednosti minimuma ("MIN"), maksimuma ("MAX"), medijana ("MED") te srednje vrijednosti i standardne devijacije (" $M \pm SD$ ") za sve varijable dobivene u 3-komornom testu socijalnosti populacije guštera P. Siculus s otoka Pod Mrčaru i Pod Kopište zasebno. Vrijednosti su organizirane po spolu, a prikazana je i vrijednost cjelokupne populacije s određenog otoka (kategorija "ukupno").
2. Tablica vrijednosti minimuma ("MIN"), maksimuma ("MAX"), medijana ("MED") te srednje vrijednosti i standardne devijacije (" $M \pm SD$ ") za sve varijable dobivene u 3-komornom testu socijalnosti populacije guštera P. Siculus s otoka Pod Mrčaru i Pod Kopište zajedno. Vrijednosti su organizirane po spolu, a prikazana je i vrijednost cjelokupne populacije, odnosno svih jedinki čija je socijalnost mjerena (kategorija "ukupno").
3. Graf distribucije pogrešaka regresijske analize varijable
4. Graf odnosa procjene i pogreške regresijske analize
5. Graf odnosa utjecaja i pogreške regresijske analize
6. Graf disperzije pogrešaka regresijske analize

**Prilog 1.** Tablica vrijednosti minimuma (“MIN“), maksimuma (“MAX“), medijana (“MED““ te srednje vrijednosti i standardne devijacije (“M ± SD“) za sve varijable dobivene u 3-komornom testu socijalnosti populacije guštera P. Siculus s otoka Pod Mrčaru i Pod Kopište zasebno. Vrijednosti su organizirane po spolu, a prikazana je i vrijednost cjelokupne populacije s određenog otoka (kategorija “ukupno“). Podebljanje su srednje vrijednosti varijabli kod kojih postoji statistički značajna razlika (p<0,05).

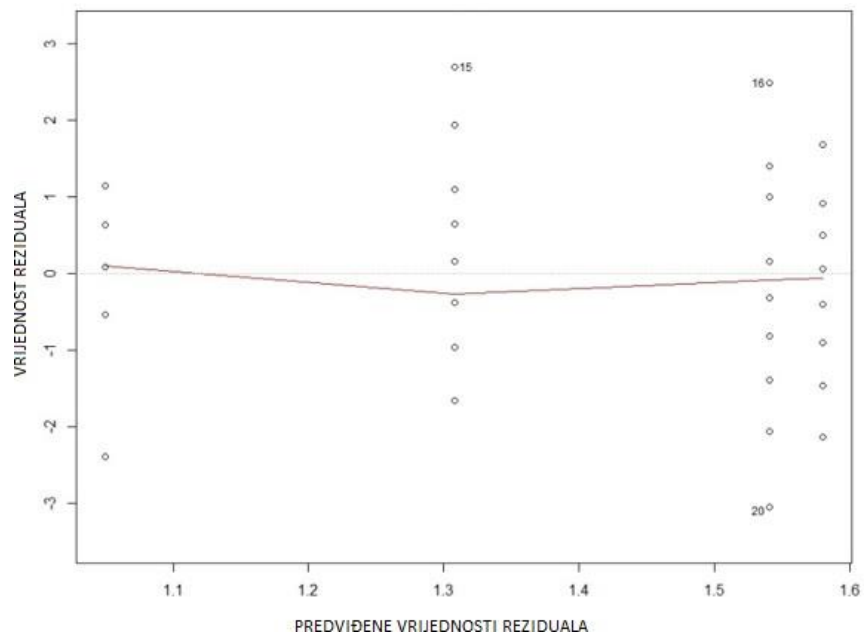
Varijabla	Vrijednost	Populacija					
		Pod Mrčaru			Pod Kopište		
		Mušjaci	Ženke	Ukupno	Mušjaci	Ženke	Ukupno
FREKVENCIJA SREDINA	MIN	5	4	4	1	2	1
	<small>IVIELU</small>	10	7.5	9	6	8.5	7
	MAX	18	12	18	20	18	20
	M ± SD	<b>10.14 ± 3.10</b>	<b>7.36 ± 2.87</b>	9.03 ± 3.28	<b>7.70 ± 4.53</b>	<b>9.29 ± 4.19</b>	8.57 ± 4.37
SREDINA	MIN	133.44	144	133.44	71.04	114.12	71.04
	<small>IVIELU</small>	240.48	344.4	254.88	208.1	242.88	241.44
	MAX	672.96	971.04	971.04	1171.2	1131.84	1171.2
	M ± SD	285.13 ± 137.16	386.28 ± 211.24	325.59 ± 175.09	287.15 ± 244.14	283.58 ± 209.87	285.21 ± 223.38
FREKVENCIJA PUNO	MIN	1	0	0	1	0	0
	<small>IVIELU</small>	5	3	4	3	4	4
	MAX	9	5	9	10	11	11
	M ± SD	<b>4.86 ± 2.06</b>	<b>2.86 ± 1.56</b>	4.06 ± 2.10	<b>3.70 ± 2.20</b>	<b>4.67 ± 2.63</b>	4.23 ± 2.47
PUNO	MIN	198.72	0	0	28.8	0	0
	<small>IVIELU</small>	463.04	300	419.04	496.56	527.72	517.88
	MAX	908.16	701.28	908.16	962.88	709.44	962.88
	M ± SD	<b>469.46 ± 179.03</b>	<b>325.27 ± 203.06</b>	411.78 ± 199.39	<b>521.03 ± 261.82</b>	<b>455.37 ± 195.27</b>	485.21 ± 227.55
FREKVENCIJA PRAZNO	MIN	1	1	1	0	1	0
	<small>IVIELU</small>	4	3	4	2.5	3.5	3
	MAX	9	6	9	9	8	9
	M ± SD	4.33 ± 1.83	3.50 ± 1.65	4.00 ± 1.78	3.10 ± 2.43	3.62 ± 1.86	3.39 ± 2.13
PRAZNO	MIN	94.56	11.52	11.52	0	68.16	0
	<small>IVIELU</small>	452.4	497.76	452.4	474.16	419.38	440.88
	MAX	697.92	892.32	892.32	802.56	799.68	802.56
	M ± SD	445.42 ± 142.80	488.45 ± 238.76	462.63 ± 185.07	391.82 ± 231.04	461.05 ± 202.99	429.58 ± 216.43
LATENCIJA PRAZNO	MIN	25.44	6.36	6.36	8.64	4.32	4.32
	<small>IVIELU</small>	206.68	174.96	192.96	185.04	139.92	174.16
	MAX	1061.28	774.24	1061.28	1200	1131.84	1200
	M ± SD	281.35 ± 245.41	220.53 ± 206.86	257.02 ± 229.57	320.96 ± 334.67	212.68 ± 239.77	261.90 ± 288.47
LATENCIJA PUNO	MIN	12.68	58.56	12.68	5.76	58.12	5.76
	<small>IVIELU</small>	98.56	253.68	119.04	164.5	207.8	164.5
	MAX	938.4	1200.48	1200.48	1101.6	1200	1200
	M ± SD	<b>202.50 ± 232.55</b>	<b>365.05 ± 386.27</b>	267.52 ± 308.85	<b>216.53 ± 259.28</b>	<b>293.00 ± 284.96</b>	258.24 ± 273.17
FREKVENCIJA UZ PUNO	MIN	1	0	0	1	0	0
	<small>IVIELU</small>	14	11	12	12.5	12	12
	MAX	39	20	39	22	39	39
	M ± SD	14.33 ± 8.34	9.86 ± 6.07	12.54 ± 7.74	11.95 ± 5.13	13.58 ± 8.91	12.84 ± 7.41
FREKVENCIJA UZ PRAZNO	MIN	2	0	0	0	1	0
	<small>IVIELU</small>	11	9.5	10	9	10	10
	MAX	35	17	35	27	23	27
	M ± SD	12.10 ± 6.51	8.79 ± 3.79	10.77 ± 5.76	9.25 ± 6.75	10.75 ± 6.07	10.07 ± 6.36
UZ PRAZNO	MIN	28.8	0	0	0	62.88	0
	<small>IVIELU</small>	198.8	107.02	146.88	154.08	185.76	177.6
	MAX	444.84	413.76	444.84	601.92	561.04	601.92
	M ± SD	197.07 ± 98.51	145.23 ± 106.43	176.34 ± 103.46	184.23 ± 158.84	213.98 ± 140.81	200.46 ± 148.25
UZ PUNO	MIN	87.84	0	0	28.32	0	0
	<small>IVIELU</small>	210.12	117.6	182.88	262.56	215.04	238.08
	MAX	449.4	521.76	521.76	566.88	517.44	566.88
	M ± SD	233.66 ± 107.05	166.39 ± 151.88	206.75 ± 129.14	276.24 ± 146.33	237.49 ± 131.84	255.10 ± 138.35
KONTAKT	MIN	1	0	0	3	0	0
	<small>IVIELU</small>	19	7.5	16	20.5	14.5	16
	MAX	41	40	41	37	28	37
	M ± SD	<b>20.19 ± 12.25</b>	<b>12.29 ± 11.44</b>	17.03 ± 12.40	<b>20.95 ± 10.60</b>	<b>14.46 ± 6.77</b>	17.41 ± 9.21

**Prilog 2.** Tablica vrijednosti minimuma (“MIN“), maksimuma (“MAX“), medijana (“MED“) te srednje vrijednosti i standardne devijacije (“M ± SD“) za sve varijable dobivene u 3-komornom testu socijalnosti populacije guštera P. Siculus s otoka Pod Mrčaru i Pod Kopište zajedno. Vrijednosti su organizirane po spolu, a prikazana je i vrijednost vrste, odnosno svih jedinki čija je socijalnost testirana (kategorija “ukupno“). Podebljanje su srednje vrijednosti varijabli kod kojih postoji statistički značajna razlika (p<0,05).

Varijabla	Vrijednost	<i>Podarcis siculus</i>		
		Mušjaci	Ženke	Ukupno
FREKVENCija SREDINA	MIN	1	2	1
	MED	8	8	8
	MAX	20	18	20
	M ± SD	<b>8.95 ± 4.01</b>	<b>8.58 ± 3.83</b>	8.77 ± 3.91
SREDINA	MIN	71.04	114.12	71.04
	MED	238.12	264.42	243.84
	MAX	1171.2	1131.84	1171.2
	M ± SD	286.11 ± 194.21	321.42 ± 213.49	303.10 ± 203.17
FREKVENCija PUNO	MIN	1	0	0
	MED	4	4	4
	MAX	10	11	11
	M ± SD	<b>4.29 ± 2.18</b>	<b>4.00 ± 2.44</b>	4.15 ± 2.30
PUNO	MIN	28.8	0	0
	MED	481.52	371.78	463.04
	MAX	962.88	709.44	962.88
	M ± SD	<b>494.61 ± 221.97</b>	<b>407.43 ± 205.51</b>	452.68 ± 217.31
FREKVENCija PRAZNO	MIN	0	1	0
	MED	3	3	3
	MAX	9	8	9
	M ± SD	3.73 ± 2.20	3.58 ± 1.76	3.66 ± 1.99
PRAZNO	MIN	0	11.52	0
	MED	456.48	431.28	452.4
	MAX	802.56	892.32	892.32
	M ± SD	419.27 ± 190.49	471.14 ± 214.07	444.22 ± 202.55
LATENCIJA PRAZNO	MIN	8.64	4.32	4.32
	MED	197.08	161.28	184.8
	MAX	1200	1131.84	1200
	M ± SD	300.67 ± 289.34	215.57 ± 225.36	259.74 ± 262.40
LATENCIJA PUNO	MIN	5.76	58.12	5.76
	MED	119.04	222	142
	MAX	1101.6	1200.48	1200.48
	M ± SD	<b>209.35 ± 242.95</b>	<b>319.54 ± 322.71</b>	262.35 ± 287.64
FREKVENCija UZ PUNO	MIN	1	0	0
	MED	13	11	12
	MAX	39	39	39
	M ± SD	13.17 ± 6.98	12.21 ± 8.10	12.71 ± 7.51
FREKVENCija UZ PRAZNO	MIN	0	0	0
	MED	10	10	10
	MAX	35	23	35
	M ± SD	10.71 ± 6.70	10.03 ± 5.37	10.38 ± 6.07
UZ PRAZNO	MIN	0	0	0
	MED	180	166.56	170.88
	MAX	601.92	561.04	601.92
	M ± SD	190.81 ± 129.92	188.65 ± 132.04	189.77 ± 130.10
UZ PUNO	MIN	28.32	0	0
	MED	238.56	186	214.56
	MAX	566.88	521.76	566.88
	M ± SD	254.43 ± 127.93	211.29 ± 141.84	233.68 ± 135.67
KONTAKT	MIN	1	0	0
	MED	20	13	16
	MAX	41	40	41
	M ± SD	<b>20.56 ± 11.33</b>	<b>13.66 ± 8.69</b>	17.24 ± 10.67

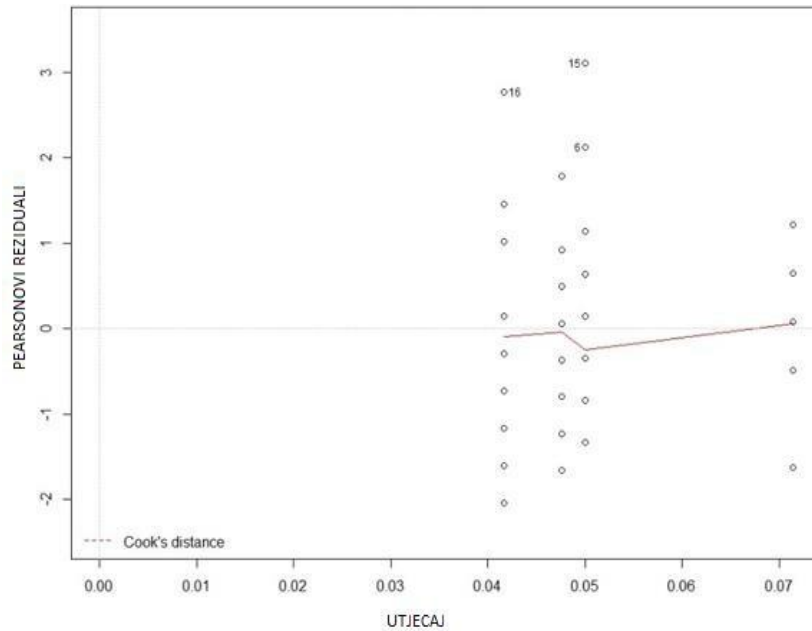


**Prilog 3.** Graf distribucije pogrešaka regresijske analize varijable jedan je od dijagnostičkih grafova reziduala. Provjerava distribuciju nekog seta podataka, točnije imaju li pogreške normalnu distribuciju – odnosno prate li pravac.

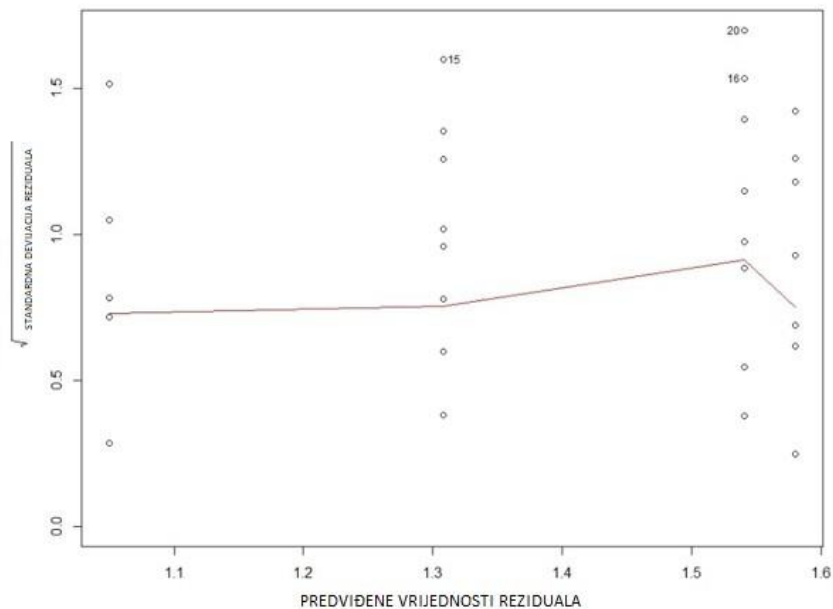


**Prilog 4.** Graf odnosa procjene i pogreške regresijske analize jedan je od dijagnostičkih grafova reziduala. Provjerava homogenost varijanci pogrešaka i pomaže pronalasku atipičnih podataka te ne-linearnih obrazaca pogrešaka. Dobiveni pravac bi trebao biti što ravniji.





**Prilog 5.** Graf odnosa utjecaja i pogreške regresijske analize jedan je od dijagnostičkih grafova reziduala. Ovaj graf pomaže pri pronalasku atipičnih podataka koji značajno utječu na rezultate. U ovom primjeru na grafu nema takvih podataka.



**Prilog 6.** Graf disperzije pogrešaka regresijske analize jedan je od dijagnostičkih grafova reziduala. Ovaj graf provjerava jednakost varijance. Dobiveni pravac trebao bi biti što ravniji.

## 9. ŽIVOTOPIS

### Osobni podaci

Ime i prezime: Tomislav Gojak

### Obrazovanje

2017.-danas	Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Diplomski studij Eksperimentalne biologije, Modul Zoologija
2013. - 2017.	Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Preddiplomski studij Biologije
2009. - 2013.	XV. Gimnazija, Zagreb
2001. - 2009.	Osnovna škola Vugrovec-Kašina

### Dodatne informacije

Materinji jezik: Hrvatski

Drugi jezik/ci: Engleski

Računalne vještine i kompetencije: Vrlo dobra računalna pismenost. Aktivno korištenje operacijskih sustava, Microsoft Office™ paketa (Word, Excel, PowerPoint), alata za obradu slike i videa (Adobe Photoshop, GIMP, Movie Maker, avidemux) i programa za statističku obradu RStudio.