

# Utjecaj socijalnog okruženja na odvažnost primorskih gušterica (*Podarcis siculus*) uzgojenih u zatočeništvu

---

Mihaljević, Maja

Master's thesis / Diplomski rad

2022

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:217:997436>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-19**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Biološki odsjek

Maja Mihaljević

**Utjecaj socijalnog okruženja na odvažnost  
primorskih gušterica (*Podarcis siculus*)  
uzgojenih u zatočeništvu**

Diplomski rad

Zagreb, 2022.

Ovaj rad je izrađen u Zavodu za animalnu fiziologiju Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta Zagrebu, pod mentorstvom izv. prof. dr. sc. Duje Lisičića, te komentorstvom Marka Glogoškog, mag. oecol. et prot. nat. 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

## Utjecaj socijalnog okruženja na odvažnost primorskih gušterica (*Podarcis siculus*) uzgojenih u zatočeništvu

Maja Mihaljević

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Socijalno okruženje može utjecati na različite značajke temperamenta životinja, ali malo je toga poznato o njegovom utjecaju na odvažnost. Kod gmazova je odvažnost najčešće promatrana značajka, dok je utjecaj socijalnog okruženja na ponašanje guštera općenito vrlo slabo istražen. Cilj ovog rada bio je utvrditi postoji li razlika u odvažnosti primorske gušterice (*Podarcis siculus*) između jedinki koje su kroz period od mjesec dana bile u socijalnom kontaktu s drugom jedinkom istog spola i onih koji su bili u socijalnoj izolaciji. Istraživanja su provedena na 76 jedinki uzgojenih u zatočeništvu, u testu otvorenog polja s ponuđenim skloništima i u testu simuliranog napada predatora. Uspoređena su vremena provedena u skloništu i u centralnoj zoni, latencija sakrivanja u skloništu i vrijednost odvažnosti izražena reakcijama na simulirani napad testiranih guštera. Rezultati nisu pokazali statistički značajne razlike između testiranih skupina guštera, ali je otvorena rasprava o smjerovima daljnjih istraživanja.

Ključne riječi: ponašanje, socijalno okruženje, test otvorenog polja, sramežljivost, simulirani napad predatora

(33 stranice, 13 slika, 5 tablica, 87 literaturnih navoda, jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici.

Mentor: izv. prof. dr. sc. Duje Lisičić

Komentor: Marko Glogoški, mag. oecol. et prot. nat.

Ocjenitelji: izv. prof. dr. sc. Duje Lisičić

izv. prof. dr. sc. Anamaria Štambuk

izv. prof. dr. sc. Jasna Lajtner

Rad prihvaćen: 8.9.2022.

# BASIC DOCUMENTATION CARD

---

University of Zagreb  
Faculty of Science  
Division of Biology

Master thesis

## Influence of social environment on boldness of Italian wall lizards (*Podarcis siculus*) raised in captivity

Maja Mihaljević

Rooseveltova trg 6, 10000 Zagreb, Croatia

Social environment can influence different temperament traits in animals, yet little is known about its influences on boldness. In reptiles, boldness is the most often researched trait, while the social environment influences on lizard behaviour are not well studied. The aim of this study was to determine the differences in boldness of the Italian wall lizard (*Podarcis siculus*) between individuals who have been exposed to social contact with a conspecific of the opposite sex in a period of one month and the individuals who were socially isolated. 76 lizards raised in captivity were tested using the open field test with refuges and simulated predatory attack test. Time spent in refuge and in central zone, as well as latency to hide and a boldness score expressed through simulated predatory attack reactions were compared between the tested lizard groups. While the results did not show a statistically significant difference, new future research directions are discussed.

Key words: behaviour, social environment, open field test, shyness, simulated predatory attack

(33 pages, 13 figures, 5 tables, 87 references, original in: Croatian)

Thesis is deposited in Central Biological Library.

Mentor: Assoc. Prof. Duje Lisičić, PhD

Co-mentor: Marko Glogoški, mag. oecol. et prot. nat.

Reviewers: Assoc. Prof. Duje Lisičić, PhD

Assoc. Prof. Anamaria Štambuk, PhD

Assoc. Prof. Jasna Lajtner, PhD

Thesis accepted: 8.9.2022.

# SADRŽAJ

<b>1</b>	<b>UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>Primorska gušterica</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1.1</b>	<b>Sistematika vrste</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1.2</b>	<b>Rasprostranjenost vrste</b> .....	<b>2</b>
<b>1.1.3</b>	<b>Biologija vrste</b> .....	<b>4</b>
<b>1.1.4</b>	<b>Mjere zaštite i status ugroženosti vrste</b> .....	<b>5</b>
<b>1.2</b>	<b>Projekt GENRALIZ</b> .....	<b>5</b>
<b>1.3</b>	<b>Istraživanje ponašanja</b> .....	<b>6</b>
<b>1.3.1</b>	<b>Odvažnost</b> .....	<b>6</b>
<b>1.3.2</b>	<b>Test otvorenog polja</b> .....	<b>7</b>
<b>1.3.3</b>	<b>Utjecaj socijalnog okruženja na ponašanje</b> .....	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>CILJ ISTRAŽIVANJA</b> .....	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>MATERIJALI I METODE</b> .....	<b>10</b>
<b>3.1</b>	<b>Terenski rad</b> .....	<b>10</b>
<b>3.2</b>	<b>Uvjeti držanja u laboratoriju</b> .....	<b>10</b>
<b>3.3</b>	<b>Testiranje odvažnosti</b> .....	<b>11</b>
<b>3.4</b>	<b>Analiza video snimki</b> .....	<b>13</b>
<b>3.5</b>	<b>Statistička obrada podataka</b> .....	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>REZULTATI</b> .....	<b>16</b>
<b>5</b>	<b>RASPRAVA</b> .....	<b>22</b>
<b>6</b>	<b>ZAKLJUČAK</b> .....	<b>25</b>
<b>7</b>	<b>LITERATURA</b> .....	<b>26</b>
<b>8</b>	<b>PRILOG</b> .....	<b>34</b>
<b>9</b>	<b>ŽIVOTOPIS</b> .....	<b>40</b>

# 1 UVOD

## 1.1 Primorska gušterica

### 1.1.1 Sistematika vrste

Primorska gušterica, *Podarcis siculus* (Rafinesque-Schmaltz, 1810) je pripadnik roda *Podarcis* (Tablica 1.), jednog od prevladavajućih skupina gmazova južne Europe (Harris i Arnold, 1999). Prema Senczuk i sur. (2019) taj rod obuhvaća 25 vrsta, dok prema Speybroeck i sur. (2020) obuhvaća 24 vrste. Takva neslaganja rezultat su čestih izmjena unutar roda do kojih uz rastući broj molekularnih analiza dolazi zbog taksonomske kompleksnosti i dosad slabo definiranih odnosa među vrstama (Harris i Arnold 1999; Harris i sur. 2005; Arnold i sur. 2007).

**Tablica 1.** Taksonomija primorske gušterice

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

Unutar i između vrsta roda *Podarcis* postoje različiti stupnjevi morfološke i genetičke varijabilnosti, koje mogu biti uvjetovane poviješću vrsta, sličnim evolucijskim pritiscima ili su rezultat kratkoročnih promjena otočnih populacija (Carretero 2008). Tako neke morfološki slične vrste mogu imati veću različitost mitohondrijske DNA od morfološki različitijih i jasnije definiranih vrsta (Harris i Arnold 1999). Uz to je u prirodi zabilježena i hibridizacija među pojedinim vrstama koja može dodatno otežati definiranje vrsta (Capula 1993; 2002). Daljnje molekularne analize možda potvrde da ovaj rod sadrži komplekse vrsta (eng. „species complex“) pa će se broj vrsta vjerojatno nastaviti mijenjati u budućnosti (Harris i sur. 2005, Arnold i sur. 2007). Rod je moguće na temelju analiza mitohondrijske DNA podijeliti na četiri geografske regije unutar Europe: skupinu zapadnih otoka, balkansku skupinu, jugozapadnu skupinu i talijansku skupinu u koju ulazi i *P. siculus* (Harris i Arnold, 1999).

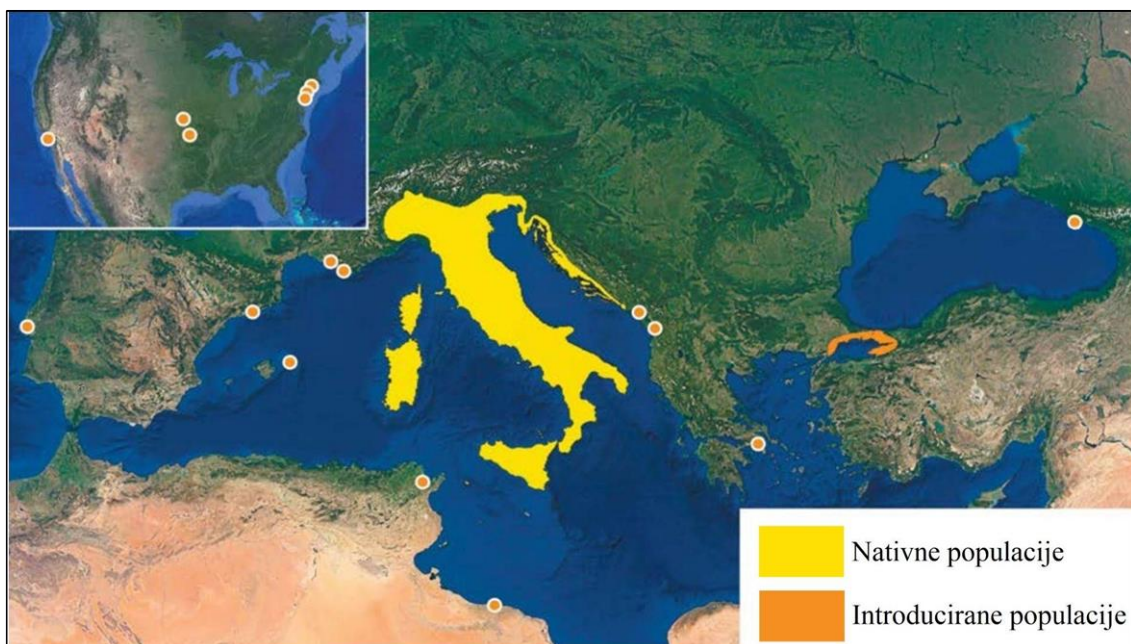
Unutar *P. siculus* postoji 52 podvrste (Podnar i sur. 2005), a prema Arnold i sur. (2007) *P. siculus* potencijalno sadrži dvije vrste. Visok broj podvrsta rezultat je složene evolucijske povijesti vrste praćene nizom fragmentacijskih događaja tijekom izmjene glacijala i interglacijala u ranom pleistocenu (pred 2.6 do 0.7 milijuna godina) i klimatskih promjena na prelazu ranog u srednji pleistocen te dodatnih manjih demografskih ekspanzija tijekom posljednjeg glacijala (Senczuk i sur. 2017; 2018; Podnar i sur. 2005).

Podnar i sur. (2005) su 52 podvrste *P. siculus* na temelju analize mitohondrijske DNA podijelili na 6 haplogrupa od kojih 3 odgovaraju populacijama obale Jonskog mora, Sardinije, Sicilije, Kalabrije i krajnjeg juga Italije. Preostale 3 haplogrupe odgovaraju rasprostranjenosti *P. siculus campestris* i njoj srodnim podvrstama: (1) Toskana–sjeverni dio zapadne Italije; (2) Sušac–otoci srednje i južne Dalmacije, dobro odvojena od svih ostalih populacija na Jadranu; (3) *CampestrisSicula*–sjeverna Italija i većina Jadranskog dijela rasprostranjenosti vrste te dijelovi jugozapadne Italije. Skupinu *CampestrisSicula* su razdvojili na još dvije skupine od čega Po skupina obuhvaća dolinu rijeke Po i sjever Jadrana, a Adria skupina obuhvaća ostatak područja rasprostranjenosti te vrste u Hrvatskoj. Prema tome, podvrste u Hrvatskoj se mogu podijeliti na tri genetički razdvojene skupine: Sušac, Po i Adria.

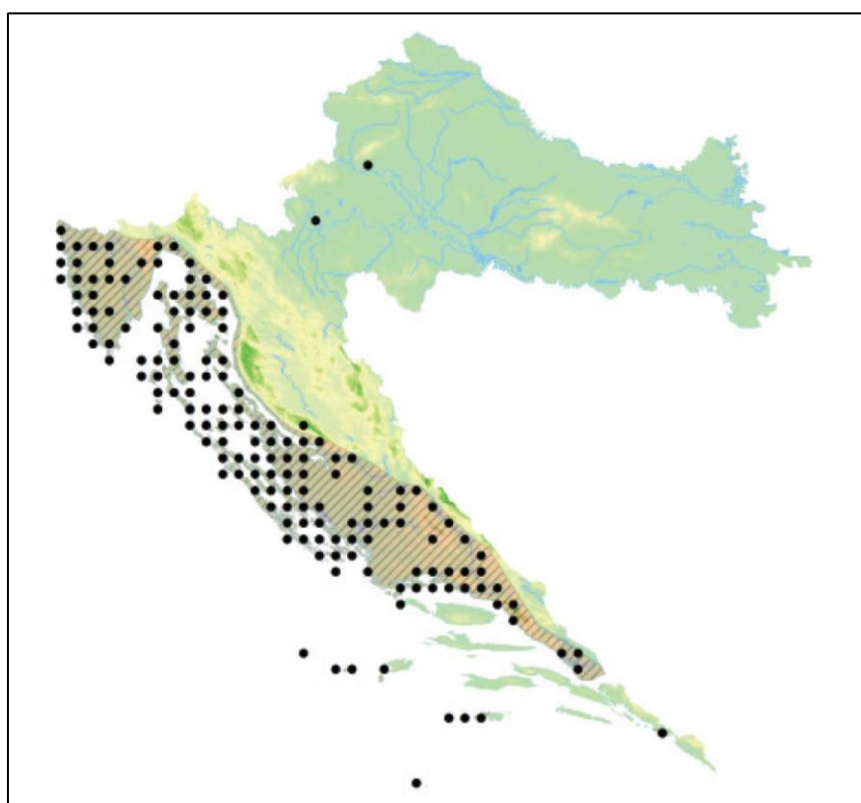
### **1.1.2 Rasprostranjenost vrste**

Nativno je rasprostranjena u Italiji, na Siciliji, Sardiniji i Korzici, otocima toskanskog arhipelaga i duž istočne obale Jadrana i nekih otoka, od Slovenije do Crne gore (Crnobrnja-Isailović i sur. 2009). Uspješan je kolonizator i prenesena je na mnoga mjesta utjecajem čovjeka (Capula, 1994) pa su tako zabilježene introducirane populacije na jugu Francuske, iberijskom poluotoku, na otoku Menorca u Balearima, Turskoj i u Tunisu (Crnobrnja-Isailović i sur. 2009). Unesena je i u Grčku (Christopoulos, 2018), Rusiju (Tuniyev i sur. 2020) te na više lokaliteta u SAD-u (Kraus, 2009). Područje rasprostranjenosti vrste prikazano je na Slici 1. Hrvatsku obalnim pojasom u kontinuitetu od Istre do Neuma nastanjuje 23 podvrste *P. siculus* i jedna izolirana populacija podvrste *P. siculus ragusae* koja nastanjuje samo dubrovačke zidine (Jelić i sur. 2015). Rasprostranjenost *P. siculus* u Hrvatskoj prikazana je na Slici 2.





**Slika 1.** Područje rasprostranjenosti primorske gušterice u svijetu (preuzeto i prilagođeno prema Tuniyev i sur. 2020)



**Slika 2.** Područje vjerojatne rasprostranjenosti primorske gušterice u Hrvatskoj (preuzeto iz Jelić i sur. 2015).

### 1.1.3 Biologija vrste

Primorska gušterica može narasti do 9 cm od vrha njuške do nečisnice, ima duguljastu glavu i robusno tijelo. Vrlo je varijabilno obojena vrsta, raznih kombinacija boja i leđnih uzoraka, čak i unutar populacija. Tipično zelena, maslinastozelena, svjetlo smeđa ili žućkasta s raznim varijacijama tamnijeg prugastog, točkastog ili mrežastog uzorka, ponekad i bez uzorka. Trbuh im je najčešće bjelkast ili sivkast, gotovo uvijek bez tamnih točaka. Na rubnim trbušnim pločicama mogu biti prisutne plave točkice, a kod nekih populacija jedinke mogu imati trbuhe crvene ili narančaste boje. Zabilježen je i melanizam kod otočnih populacija (Arnold i sur. 1978). Postoji spolni dimorfizam i mužjaci su veći od ženki, imaju dulje stražnje udove i dulji rep, veće i šire glave i razvijenije bedrene pore. (Arnold i sur. 1978, Vogrin 2005, Vervust i sur. 2007). Jedinica primorske gušterice prikazana je na Slici 3.



**Slika 3.** Primorska gušterica s Palagruže (fotografija: Karmela Adžić).

Oportunist je zbog svoje široke ekološke tolerancije i velikog potencijala rasprostranjivanja (Nevo i sur. 1972; Gorman i sur. 1975). Nastanjuje travnata otvorena staništa, makije, rubove cesta, livade i polja, živicu, grmlje, pjeskovita područja uz morske obale. Uz to, dobro tolerira urbana staništa i prisutnost ljudi. Premda se ne penje često kao srodne vrste, dobar je penjač pa će nastaniti i zidove i stijene ako ih nije zauzela neka spretnija vrsta. Izrazito je dobar trkač i u bijegu može pretrčati veću udaljenost (Arnold i sur. 1978; Crnobrnja-Isailović i sur. 2009; Jelić i sur. 2015).

Najčešće se hrani beskralježnjacima, uglavnom člankonošcima, oportunistički, ovisno o staništu koje naseli (Rugiero 1994; Zuffi i Giannelli 2013). U manjoj mjeri se hrani i biljem (Arnold i sur. 1978; Herrel i sur. 2008), a zabilježeni su i rijetki slučajevi kanibalizma, hranjenja malim kralježnjacima

(Rugiero, 1994; Capula i Aloise 2011) i voćem (Mačát i sur. 2015). Predatori primorske gušterice su ptice grabežljivice, galebovi, zmije i sisavci (Capula i Aloise 2011; Grano i sur. 2011).

Poput ostalih gmazova, ektotermna je vrsta. Zagrijava se sunčanjem ili kontaktom preko zagrijanih površina, a od početka studenog do početka ožujka, kada je hladnije, hibernira. Sezona parenja im je u travnju i svibnju, a mužjaci se bore za teritorij i u to vrijeme su posebno agresivni (De Falco i sur. 2004; Ando i sur. 1990). Oviparna je vrsta i ženke polažu od 2 do 12 jaja, a mogu imati i do 5 legla godišnje. Mužjaci postaju spolno zreli u dobi od jedne godine, a ženke između jedne i dvije godine (Jelić i sur. 2015).

#### **1.1.4 Mjere zaštite i status ugroženosti vrste**

Na područjima na koja je unesena je u kompeticiji s nativnim vrstama guštera te ih često potiskuje (Nevo i sur. 1972; Gorman i sur. 1975; Capula, 1992, 2002; Ribeiro i Sá-Sousa, 2018), na globalnoj razini smatra se invazivnom, a IUCN status joj je najmanje zabrinjavajuća (eng. “least concern”, LC) (Crnobrnja-Isailović i sur. 2019). Na razini Europe se zbog velikog broja endemskih podvrsta nalazi se na Dodatku IV Direktive o zaštiti prirodnih staništa i divlje faune i flore Europske unije (Direktiva o staništima) i na Dodatku II Konvencije o zaštiti europskih divljih vrsta i prirodnih staništa. U Hrvatskoj nije zakonom zaštićena zbog velike brojnosti populacija i invazivnosti, ali dvije podvrste, jadranska primorska gušterica (*P. siculus adriaticus*) i dubrovačka primorska gušterica (*P. siculus ragusae*), su ocijenjene kao gotovo ugrožene (eng. „near threatened“, NT) i tretiraju se kao zasebne konzervacijske jedinice (Jelić i sur., 2012).

## **1.2 Projekt GENRALIZ**

Svoj diplomski rad izradila sam u sklopu projekta GENRALIZ, “Genomički aspekti brze evolucije primorske gušterice (*Podarcis sicula*)”, pod vodstvom izv. prof. dr. sc. Anamarije Štambuk. Projekt je financiran od HRZZ-a, bavi se istraživanjem fenotipskih promjena otočnih populacija te vrste. Cilj projekta je utvrditi jesu li razlike u veličinama glava, postojanju cekalnih valvi i ponašanju dviju populacija primorske gušterice (Herrel i sur. 2008; Vervust i sur. 2007) nakon provođenja recipročno translokacijskog eksperimenta na krškoj gušterici (*Podarcis melisellensis*) i primorskoj gušterici kojeg su proveli Nevo i sur. (1972), rezultat brze evolucije ili fenotipske plastičnosti vrste. Gušteri u ovom radu ulovljeni su na otočićima Pod Mrčaru i Pod Kopište u Lastovskom arhipelagu i održavani su u laboratoriju u sklopu tog projekta.

## 1.3 Istraživanje ponašanja

### 1.3.1 Odvažnost

Réale i sur. (2007) i Gosling (2001) su u svojim preglednim radovima naglasili nedosljednost u terminologiji kod istraživanja značajki ponašanja i osobnosti ili temperamenta životinja. Réale i sur. (2007) su u svom preglednom radu ujedinili pojmove temperament, osobnost i individualnost te ih definirali kao ideju da su bihevioralne razlike između pojedinaca konzistentne kroz vrijeme i/ili u različitim situacijama. To znači da razlike između jedinki neke skupine (npr. populacije, vrste ili roda) ostaju većinski nepromijenjene kroz neki vremenski period i/ili s obzirom na okolišne uvjete. Životinjski dijelimo na 5 kategorija: (1) sramežljivost-odvažnost (eng. “shyness-boldness”), (2) istraživanje-izbjegavanje (eng. “exploration-avoidance”), (3) aktivnost (eng. “activity”), (4) agresivnost (eng. “aggressivity”) i (5) socijabilnost (eng. “sociability”) (Reale i sur. 2007).

Odvažnost-sramežljivost predstavlja reakciju pojedinca na bilo kakvu riskantnu, ali ne i nepoznatu ili novu situaciju, na primjer reakciju na čovjeka ili potencijalnog predatora. Odvažnost i sramežljivost predstavljaju dva ekstrema ekspresije odvažnosti kao značajke temperamenta pa ih smatramo različitim fenotipovima jedne značajke, a ne kao dvije zasebne značajke. Ipak, kako je gore navedena definicija odvažnosti relativno nova, među starijim znanstvenim radovima se često mogu pronaći testovi odvažnosti koji koriste razne druge poput „pitomost“, „krotkost“, „strašljivost“ itd. (Réale i sur. 2007).

Neka istraživanja pokazuju da odvažnost može biti koreliran s fitnessom, na primjer Réale i Festa-Bianchet (2003) tvrde da za godinu visoke predacije odvažniji mufloni *Ovis canadensis* imaju veće šanse za preživljavanje. Rehage i Sih (2003) teoretiziraju da odvažnost u kombinaciji s ostalim fiziološkim značajkama vrste može imati utjecaja na sposobnost rasprostranjivanja, pa čak i na invazivni potencijal vrste.

Najčešće korištene metode mjerenja odvažnosti su testovi otvorenog polja, reakcija na novi/nepoznati predmet/okoliš (eng. „novel object“, „novel environment“) i testovi iznenađenja (eng. „startle test“). Korištene metode su još uvijek predmet rasprava jer je prema gore navedenoj definiciji odvažnosti prilikom testiranja bolje izbjegavati bilo kakve životinji nepoznate situacije kako bi se odvažno ponašanje što bolje odvojilo od istraživačkog ponašanja (Yuen i sur. 2017). Među gušterima i gmazovima općenito je odvažnost ili riskantno ponašanje (eng. “risk-taking”) najčešće istraživana značajka osobnosti (Waters i sur. 2017).

López i sur. (2005) su utvrdili da kod guštera postoje poveznice između korištenja skloništa i odvažnosti. U svom istraživanju su pokazali da postoji gradijent od odvažnih guštera vrste *Lacerta monticola* koji malo vremena provode u skloništu nakon simuliranih napada predatora i rjeđe koriste

sklonište kod manje rizičnih napada do sramežljivih jedinki kojima treba više vremena da ponovno izađu i češće se sakrivaju čak i kod manje rizičnih napada. Ta je koreliranost vjerojatno posljedica činjenice da su skloništa guštera, elementi staništa koji smanjuju ili potpuno sprečavaju ulazak predatora i ulov plijena koji se sakrio (Martín i Lopez 2015), često hladnija nego okružujuće stanište. Gušteri bijegom u skloništa propuštaju priliku za termoregulaciju, parenje ili hranjenje, a duljina boravka u skloništu utječe na njihov fitness (Cooper i Cooper Jr. 1999; Amo i sur. 2007; Ward-Fear i sur. 2018). Carter i sur. (2010) su pokazali da odvažniji gušteri vrste *Agama planiceps* provode više vremena zagrijavajući se i krećući od sramežljivih jedinki, ali naspram njih imaju veći stupanj gubitka repa što ukazuje da više vremena provedenog zagrijavajući se dolazi s većim rizikom. Martín i López (1999) su na primjeru zidne gušterice (*Podarcis muralis*) demonstrirali da jedinke izložene ponavljajućim napadima predatora i više vremena provode u skloništu sporije rastu od jedinki koje nisu izložene čestim napadima što je ponovno indikator smanjenja fitnessa kod nepotrebnog korištenja skloništa. Prema Stapley i Keogh (2004), gušteri vrste *Eulamprus heatwolei* koji su dulje sakriveni nakon napada predatora imaju veći pad temperature tijela, nego oni koji su brže izašli, a teritorijalni mužjaci duljim boravkom u skloništu riskiraju smanjenje fitnessa zbog povećanja vjerojatnosti da se na njihovom teritoriju sa ženkama pare drugi mužjaci. Očekivano je da će gušteri balansirati vrijeme utrošeno na skrivanje s rizicima koji dolaze uz korištenje okolišnih resursa kako bi maksimalno povećali fitness (Martín i López 1999; Martín 2001).

Na terenu i u vanjskim nastambama je najčešća metoda istraživanja odvažnosti približavanje jedinci i bilježenje udaljenosti početka bijega (eng. "flight initiation distance") (Carter i sur. 2010), vrijeme provedeno u skloništu (Martín i Lopez 1999) ili pak položaja guštera u odnosu na sklonište (Cooper 2012; López i sur. 2005). Uz navedene metode, kao alternativu mjerenjima odvažnosti na otvorenom, Le Galliard i sur. (2015) su za mjeru odvažnosti uzeli vrijeme koje je gušterima trebalo da u testu otvorenog polja izađu iz skloništa nakon simuliranih napada predatora, tj. dodira guštera kistom.

### **1.3.2 Test otvorenog polja**

Test otvorenog polja (eng. „open field test“) je uobičajeni test mjerenja eksploracije i generalne aktivnosti laboratorijskih štakora i miševa. Moguće je mjeriti mnoge varijable poput prijedene udaljenosti, raznih pokreta poput stajanja na stražnjim nogama kod glodavaca i razina tigmotaksije (pozitivnog odgovora životinje na stimulus kontakta ili dodira), tj. vremena koje životinja provede uz rub arene (Gould i sur. 2009). Viša razina tigmotaksije laboratorijskih glodavaca veže se uz povišene razine anksioznosti (Simon i sur. 1994), a u eksperimentu na gušteru *Tropidurus oreadicus*, Maximino i sur. (2014) su pokazali da anksiozniji gušteri također pokazuju više razine tigmotaksije i kruženja rubom otvorenog poljem (eng. „circling“). Zbog toga se ovakvi testovi često primjenjuju i u istraživanju ponašanja guštera.

### 1.3.3 Utjecaj socijalnog okruženja na ponašanje

Utjecaj socijalnog okruženja na razne značajke ponašanja je relativno dobro istražen kod socijalnih životinja, ptica i sisavaca. Socijalne životinje žive i/ili međusobno interagiraju, ponekad u složenim i strukturiranim socijalnim skupinama (Wey i sur. 2007). Socijalna izolacija može imati različite učinke na odvažnost. Na primjer, (Einon i sur. 1981; Fone 2008) su uočili povećanje neofobije kod štakora (*Rattus norvegicus*). Čimpanze (*Pan troglodytes*) rano odvojene od majki i držane u izolaciji su plašljivije, manje socijalno aktivne, manje dominantne i podložnije stresu u odnosu na čimpanze odrasle u skupinama (Reimers i sur. 2007).

S druge strane, mnogi radovi se bave ponašanjem jedinke u odnosu na grupu u kojoj se trenutno nalazi. Na primjer, Kerman i sur. (2018) su pokazali da je odvažnost zebe vrste *Taeniopygia guttata* veća kod jedinki testiranih u izolaciji. Jolles i sur. (2016) su na vrsti *Gasterosteus aculeatus* pokazali da su jedinke držane u izolaciji privremeno odvažnije od onih držanih u skupini; Piyapong i sur. (2010) su pokazali da socijalno okruženje utječe samo na mužjake vrste *Poecilia reticulata* i da su odvažniji u skupini, Ólafsdóttir i Magellan (2016) su na vrsti *Gasterosteus aculeatus* pokazali da je ta vrsta odvažnija kada je u jatu nego kada je sama, a Magnhagen i Staffan (2005) su na vrsti *Perca fluviatilis* pokazali da ribe prilagođavaju razinu odvažnosti prema odvažnosti jata. Rezultati istraživanja životinja u skupinama ili parovima zapravo izražavaju razinu konformizma (eng. „conformity“) tj. prilagođavanja ponašanja tako da odgovara ponašanju većini u grupi, ili socijalnog olakšavanja (eng. „social facilitation“), tj. ubrzavanja ponašanja ili izvođenja potpuno novih načina ponašanja u prisustvu grupe (Webster i Ward, 2011). Malo je radova koji govore o utjecaju socijalnog okruženja na individualno ponašanje kod životinja koje nisu socijalne pa tako i na gmazovima, iako u posljednje vrijeme postaje jasnije da brojni gmazovi pokazuju razne oblike socijalne komunikacije, čak i u embrionalnom stadiju (Doody i sur. 2012).

## **2 CILJ ISTRAŽIVANJA**

Glavni cilj istraživanja je utvrditi mijenja li se odvažnost primorske gušterice s obzirom na njeno socijalno iskustvo.

Hipoteza istraživanja je da će u testu otvorenog polja i testu simuliranih napada predatora gušteri koji su bili izloženi socijalnom kontaktu kroz mjesec dana pokazivati više razine odvažnosti od guštera držanih u izolaciji.

## 3 MATERIJALI I METODE

### 3.1 Terenski rad

U sklopu projekta „Genomički aspekti brze evolucije primorske gušterice (*Podarcis sicula*) (GENERALIZ)“ znanstvenici su u ožujku 2017. godine uz dozvolu Ministarstva zaštite okoliša i energetike te etičkog povjerenstva ulovili roditeljsku generaciju primorske gušterice. Ukupno je metodom lova pomoću omče ulovljeno 92 guštera, 50 jedinki (22 mužjaka i 28 ženki) s otočića Pod Kopište i 42 jedinke (26 mužjaka i 16 ženki) s otočića Pod Mrčaru. Ulovljeni gušteri su u individualno označenim platnenim vrećama u što kraćem roku dopremljeni u prostorije Zoološkog vrta grada Zagreba.

### 3.2 Uvjeti držanja u laboratoriju

Gušteri su u zoološkom vrtu bili držani u kontroliranim uvjetima klime (dnevne temperature 28-30 °C i noćne temperature 20-22 °C, vlažnosti zraka 40-60%), smješteni u staklene terarije dimenzija 60x40x40cm, u parovima suprotnih spolova. Svaki terarij je sadržavao UV lampu i lampu za grijanje, posudu za vodu i plastično sklonište sa supstratom Vermikulit za polaganje jaja, a prostorija je bila osvijetljena neonskim lampama koje su bile namještene tako da odgovaraju sezonskom vremenu izmjene dana i noći. Hranjeni su šturcima svakog drugog dana.

Krajem prosinca su jedinke postepeno pripremljene na hibernaciju. Fotoperiod je bio skraćen na tri sata, od 10:00 do 13:00 h i hranjenje je prekinuto, a temperatura prostorije je smanjena na 10-12 °C. Hibernacija je trajala kroz siječanj i veljaču, a do sredine ožujka je postepeno produžen fotoperiod i podignuta temperatura.

Nakon što su ženke polegle jaja, ona su prebačena u inkubator i inkubirana na 28 °C. Nakon izlijeganja, juvenilne jedinke su označene individualnim oznakama i smještene pojedinačno u plastične terarije dimenzija 40x30 cm. Održavane su godinu dana u istim prostorijama i u jednakim uvjetima kao prethodno navedena roditeljska generacija u zoološkom vrtu, a zatim su premještene u prostorije Zavoda za animalnu fiziologiju Biološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu. Tamo su jedinke bile smještene pojedinačno, u plastičnim terarijima dimenzija 40x30 cm, s podlogom od treseta, posudom za vodu i PVC cijevi s jedne strane zatvorene ljepljivom trakom. Cijev je gušterima služila kao sklonište, a za vrijeme provođenja pokusa je služila kako bi se gušteri iz terarija u njoj premjestili u arenu. Temperatura je danju bila 30 °C, a noću 20 °C, vlažnost zraka je bila 40-60%. Svjetlost je bila namještena tako da prati sezonsku izmjenu dana i noći. Voda je bila dostupna *ad libitum*, a hranjeni su šturcima posutim prahom s kalcijem i vitaminima, svaki drugi dan.

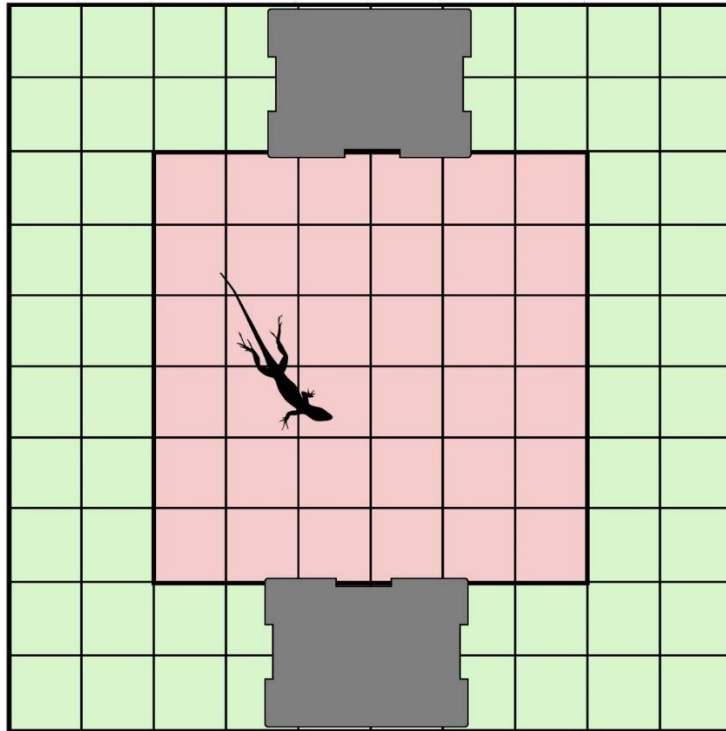


### 3.3 Testiranje odvažnosti

Ukupno sam testirala odvažnost 76 guštera (38 mužjaka i 38 ženki). Gušteri su bili tri različite F1 generacije potomaka guštera držanih u zoološkom vrtu, prva iz 2018. godine, druga iz 2019. i treća iz 2020 godine. Svaku sam generaciju podijelila na dvije skupine. Prva je kroz cijelo vrijeme trajanja eksperimenta, od izlijevanja, u terarijima držana u izolaciji, tj. pojedinačno. Druga je do prve faze eksperimenta bila održavana pojedinačno, dok su prije druge faze eksperimenta jedinke iz te skupine kroz period od trideset i pet dana bile smještene u terarij s jedinkom suprotnog spola. Prvu skupinu dalje u radu zovem asocijalnom, a drugu socijalnom, prema tome jesu li stupile u socijalni kontakt prije druge faze eksperimenta. Kroz tri godine testirano je ukupno 38 asocijalnih guštera (18 mužjaka i 20 ženki) i 38 socijalnih guštera (20 mužjaka i 18 ženki). Snimanja prve faze eksperimenta, tj. nultog dana, provedena su 17.10.2018., 24.10.2018., 7.11.2018., 16.10.2019., 23.10.2019., 13.11.2019. i 11.11.2020, a druge faze eksperimenta, tj. trideset petog dana, provedena su 21.11.2018., 28.11.2018., 12.12.2018., 27.11.2019., 4.12.2019., 18.12.2019. i 16.12.2020.

Guštera smo pomoću kista polako naveli u PVC cijev, rukom prekrili otvor cijevi i prenijeli cijev u arenu. Guštere smo pustili iz cijevi u arenu. Nakon 5 minuta aklimatizacije, pokrenuli smo snimanje i snimali test otvorenog polja s ponuđenim skloništima 20 minuta. Nakon toga smo ponovno pokrenuli snimanje i kroz 5 minuta snimali ponašanje kod simuliranog napada predatora. Nakon snimanja smo guštera kistom ponovno naveli u PVC cijev te pomoću nje guštera vratili u pripadajući terarij. Između svakog testiranja prebrisali smo papirnatim ubrusom i 30%-tnom otopinom etanola sve površine arene i skloništa kako bi uklonili miris prethodne jedinke.

Testove ponašanja proveli smo u areni testa otvorenog polja. Arena je bila kutija od neprozirnog bijelog pleksiglasa dimenzija 50x50x50 cm, otvorenog krova. Na dnu arene je nacrtana rešetka od 100 kvadrata dimenzija 5x5 cm kako bi pomoću njih u programu namjestili zone kretanja. Dvije zone kretanja su bile periferna i centralna zona. Periferna zona se protezala uz rub arene u širini dva kvadrata, centralna zona je bila preostala površina dimenzije 6x6 kvadrata u sredini arene (Slika 4.). Iznad središta arene, na 50 cm visine, smo postavili žarulju grijalicu i kameru. Žarulja je tlo centralnog dijela arene održavala na 30 °C, a uz rub arene je temperatura tla iznosila 26 °C. Temperaturu prostorije smo podesili na 20 °C, što je puno niže od preferirane temperature tijela primorske gušterice u laboratorijskim uvjetima (između 28.4 °C i 38.8 °C (Avery 1978; Ortega 2016)) kako bi guštere potaknuli na zagrijavanje u centralnoj zoni. Zagrijavanje kod gmazova predstavlja riskantno ponašanje jer su jedinke koje se zagrijavaju na otvorenom prostoru izloženije napadima predatora (Downes i Hoefler 2004; Kashon i Carlson 2018). Na dva suprotna kraja arene, unutar periferne zone, smjestili smo dva neprozirna plastična skloništa s po tri ulaza, dva paralelna sa zidom uz koji je bilo naslonjeno sklonište i trećim koji je bio orijentiran prema centralnom dijelu arene.

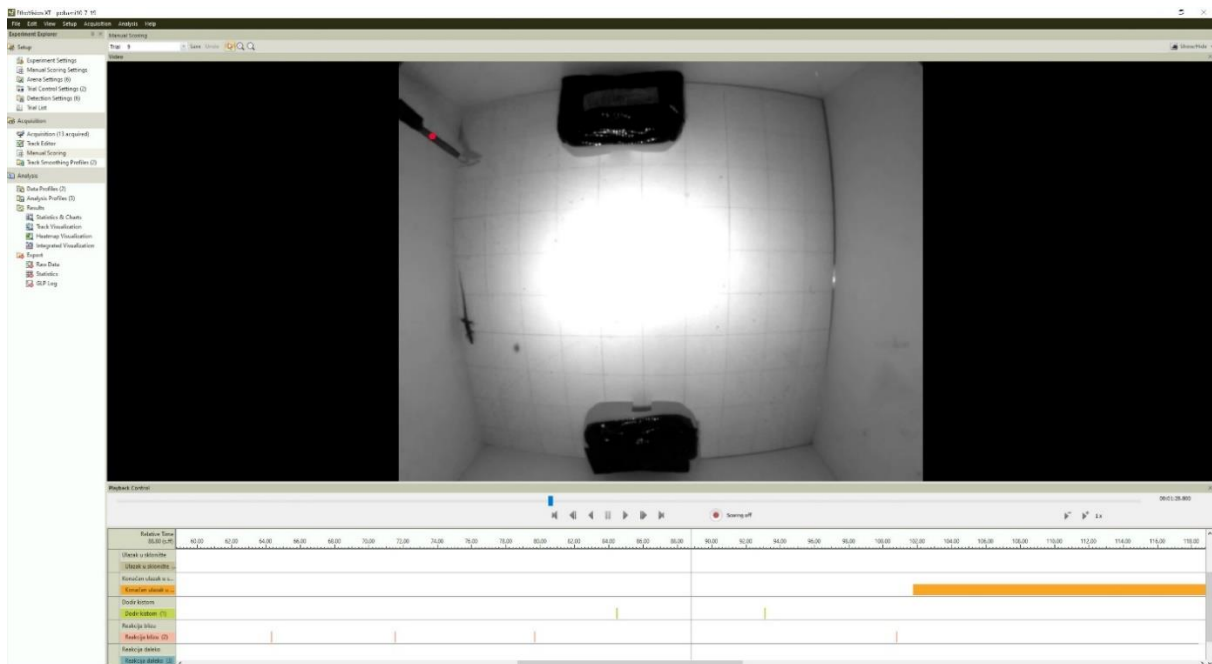


**Slika 4.** Shematski prikaz arene testa otvorenog polja. Sivo obojena su ponuđena skloništa, zeleno obojena je periferna zona, a crveno obojena centralna zona.

U testu otvorenog polja s ponuđenim skloništima smo kroz 20 minuta snimali kretanje guštera kroz arenu i ulaske i izlaske iz skloništa. U testu simuliranog napada predatora snimali smo reakcije guštera kroz period do maksimalno 5 minuta. Simulirani napad predatora je predstavljao srednje velik lepezasti kist na dugom štapiću kojim se prilazilo životinji. Prilaženje kista izvodili smo umjerenom brzinom do trenutka kada je gušter reagirao na njega. U trenutku kada je reagirao, zaustavili smo prilaženje kista i pričekali 5 sekundi, odnosno dok se gušter nije smirio nakon reakcije. Ukoliko gušter nije reagirao na prilaženje kista, nastavili smo prilaženje kista do nove reakcije guštera i zatim pričekali 5 sekundi do sljedećeg prilaženja. Najbliži prilaz bio bi dodir guštera vrhom kista. Taj postupak smo ponavljali kroz 5 minuta ili dok se životinja nije sakrila u sklonište na dulje od 5 sekundi bez da je provirila glavu iz skloništa. Snimanje je prekinuto nakon 5 minuta od početka simulacije napada, nakon što je gušter izašao iz skloništa poslije sakrivanja ili 5 minuta nakon što gušter koji se sakrio u sklonište nije izašao van. Ako je gušter prije početka drugog dijela pokusa bio u skloništu, laganim kuckanjem po skloništu smo ga potjerali van, a ako ni nakon 5 minuta nije izašao iz skloništa, podigli smo sklonište i pričekali da gušter izađe izvan prostora skloništa, spustili sklonište na mjesto i započeli test odvažnosti simuliranim napadom predatora prema prethodno navedenim smjernicama.

### 3.4 Analiza video snimki

Snimke ponašanja guštera iz pokusa analizirala sam programima namijenjenima za analiziranje kretanja i ponašanja životinja, Noldus EthoVision XT 13 (snimke iz 2018. i 2019.) i Noldus EthoVision XT 15 (snimke iz 2020.). Svi pokusi izvedeni su prema standardiziranom protokolu i svaki je video snimljen na jednak način, a sve su postavke duljina trajanja snimke i identifikacijske oznake jedinki u pokusu namještene i upisane neposredno prije snimanja. Protokol rada u programu detaljno je opisan u Prilogu 1. Nakon toga sam pregledala sve snimke i ručno označila varijable ponašanja (Slika 5.).



**Slika 5.** Korisničko sučelje programa Ethovision XT 13 prilikom označavanja reakcija na simulirani napad predatora.

Varijable koje sam označavala u testu otvorenog polja s ponuđenim skloništem bile su boravak u centralnoj zoni arene i boravak u skloništu. U testu simuliranog napada predatora označavala sam latenciju konačnog ulaska u sklonište i tri kategorije reakcija na simulirani napad predatora: s veće udaljenosti, s male udaljenosti i dodir kistom. Označavane varijable s opisom prikazane su u Tablici 2.

**Tablica 2.** Varijable označavane u programu

Dio eksperimenta	Naziv varijable	Opis varijable
Test otvorenog polja s ponuđenim skloništima	Boravak u centralnoj zoni	Vrijeme koje je gušter proveo u centralnoj zoni arene
	Boravak u skloništu	Vrijeme koje je gušter proveo u jednom od dva ponuđena skloništa, mjereno od trenutka prelaska stražnjim nogama preko linije otvora skloništa na ulasku i izlasku
Simulirani napad predatora	Latencija konačnog ulaska u sklonište	Vrijeme koje je prošlo od početka snimanja do trenutka kada je gušter ušao u jedno od ponuđenih skloništa (stražnjim nogama prešao liniju ulaska u sklonište) i u njemu ostao dulje od 5 sekundi bez provirivanja glave
	Reakcija na simulirani napad predatora	Gušter vidljivo reagira na simulirani napad, okreće se od kista ili značajno ubrza kretanje i bježi

Najodvažnije jedinke bile su one koje su najviše vremena provodile u centralnoj zoni arene, najmanje vremena provodile u skloništu, kojima je latencija konačnog ulaska bila najveća i koje su imale najveću zbrojenu vrijednost reakcija na simulirani napad predatora. Zbrojenu vrijednost reakcija dobila sam tako što sam svakoj od tri kategorije varijable reakcije pridružila brojevanu vrijednost (Tablica 3.) i pomnožila ju s ukupnim brojem reakcija svake jedinke. Svaka kategorija reakcije imala je dvostruko veću vrijednost od prethodne.

**Tablica 3.** Vrijednosti i opisi kategorija reakcija guštera

Naziv varijable	Kategorija varijable	Opis kategorije	Vrijednost reakcije
Reakcija na simulirani napad predatora	S veće udaljenosti	Gušter bježi s udaljenosti veće ili jednake vlastitoj duljini tijela s repom	1
	S male udaljenosti	Gušter bježi s udaljenosti manje od vlastite duljine tijela s repom	2
	Dodir kistom	Gušter dotaknut kistom u bilo kojoj točki tijela zbog nedostatka reakcije na simulirani napad	4

Nakon pregledavanja snimki sam prikupljene podatke izvezla u obliku Microsoft Excel tablica i sve tablice povezala u jednu koja je sadržavala sve mjerene varijable i zbrojene vrijednosti kategorija reakcija guštera.

### **3.5 Statistička obrada podataka**

Neparametrijske statističke testove Kruskal-Wallis i Wilcoxon signed-rank sam provela na razini značajnosti  $p < 0.05$  pomoću online kalkulatora: <https://www.socscistatistics.com/>. Kruskal-Wallis testom sam provjerila postoje li statistički značajna odstupanja među četiri nezavisna uzorka (asocijalne ženke, asocijalni mužjaci, socijalne ženke i socijalni mužjaci) u pojedinim varijablama izmjerenim prije socijalizacije i zatim u istim varijablama izmjerenim nakon socijalizacije. Wilcoxon signed-rank testom za zavisne uzorke sam usporedila promjene varijabli izmjerenih prije socijalizacije i poslije socijalizacije unutar svake od četiri grupe (asocijalnih ženki, asocijalnih mužjaka, socijalnih ženki i socijalnih mužjaka).

## 4 REZULTATI

Kruskal-Wallis test na razini značajnosti  $p < 0.05$  nije pokazao statistički značajnu razliku među uspoređenim grupama za nijednu od mjerenih varijabli. Grupe su: asocijalni mužjaci, asocijalne ženke, socijalni mužjaci i socijalne ženke. Te sam usporedbe napravila prvo na izmjerenim vrijednostima nultog dana eksperimenta, a zatim i na izmjerenim vrijednostima trideset petog dana eksperimenta (Tablica 4).

Tablica 4. Rezultati usporedbe Kruskal-Wallis testom s dobivenim p-vrijednostima. Vrijednosti varijable uspoređene su među četiri skupine (asocijalni mužjaci, asocijalne ženke, socijalni mužjaci i socijalne ženke) nultog dana eksperimenta i trideset petog dana eksperimenta.

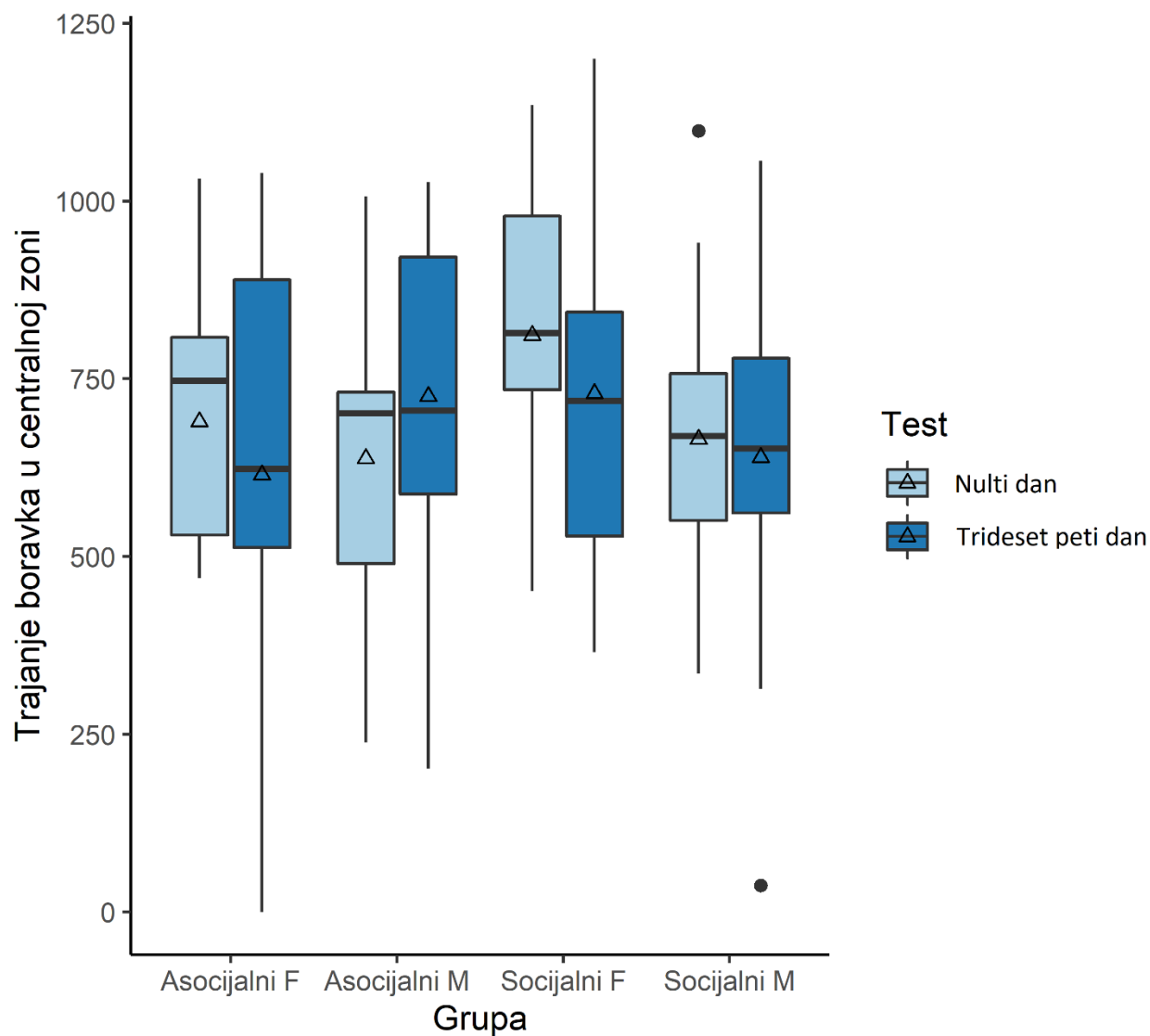
Uspoređivane skupine	Varijabla	Faza testa	p-vrijednost
Asocijalni mužjaci Asocijalne ženke Socijalni mužjaci Socijalne ženke	Duljina boravka u skloništu	Nulti dan	0.529
		Trideset peti dan	0.187
	Duljina boravka u centralnoj zoni	Nulti dan	0.471
		Trideset peti dan	0.869
	Latencija konačnog ulaska u sklonište	Nulti dan	0.933
		Trideset peti dan	0.972
	Vrijednost reakcije na simulirani napad	Nulti dan	0.463
		Trideset peti dan	0.998

Wilcoxon signed-rank test na razini značajnosti  $p < 0.05$  također nije pokazao statistički značajnu promjenu unutar mjerenih varijabli kroz dva mjerenja unutar bilo koje od četiri grupe (asocijalne ženke, asocijalni mužjaci, socijalne ženke i socijalni mužjaci). Rezultati Wilcoxon signed-rank testa prikazani su u Tablici 5.

Tablica 5. Rezultati usporedbe Wilcoxon signed-rank testom s dobivenim p-vrijednostima. Uspoređene su promjene vrijednosti varijabli kroz faze testiranja (nulti dan i trideset peti dan eksperimenta) unutar asocijalne skupine ženki, asocijalne skupine mužjaka, socijalne skupine ženki i socijalne skupine mužjaka.

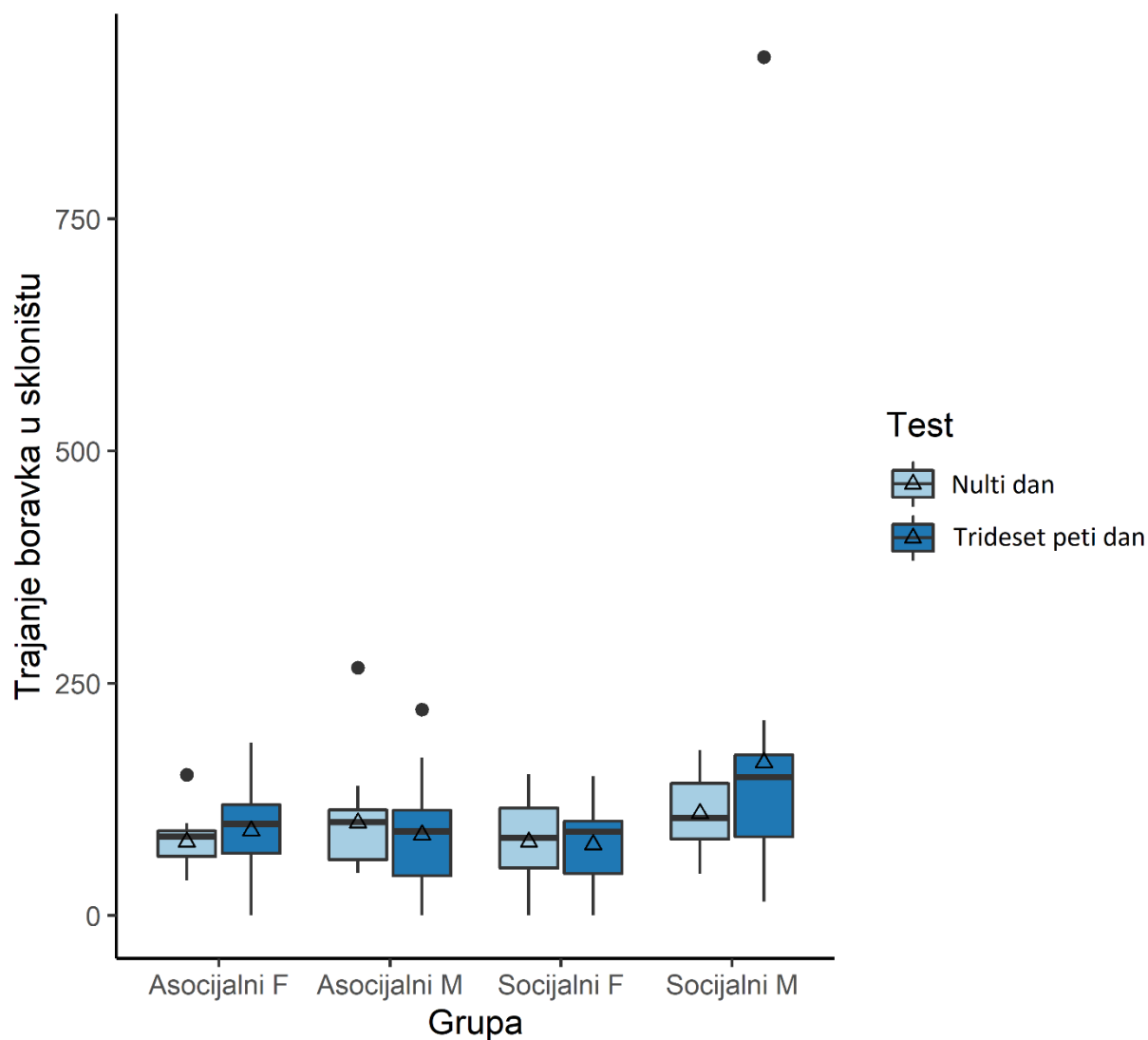
Varijabla	Socijalnost	Spol	p-vrijednost
Duljina boravka u skloništu	Asocijalni	Ženke	0.841
		Mužjaci	0.347
	Socijalni	Ženke	0.430
		Mužjaci	0.190
Duljina boravka u centralnoj zoni	Asocijalni	Ženke	0.646
		Mužjaci	0.057
	Socijalni	Ženke	0.184
		Mužjaci	0.542
Latencija konačnog ulaska u sklonište	Asocijalni	Ženke	0.728
		Mužjaci	0.912
	Socijalni	Ženke	0.841
		Mužjaci	0.418
Vrijednost reakcije na simulirani napad	Asocijalni	Ženke	0.497
		Mužjaci	0.757
	Socijalni	Ženke	0.960
		Mužjaci	0.168

Rezultate mjerenja varijabli prikazala sam boxplot dijagramima. Slika 6. i Slika 7. prikazuju varijable mjerene u testu otvorenog polja s ponuđenim skloništem, a Slika 8. i Slika 9. varijable mjerene u testu simuliranog napada predatora.

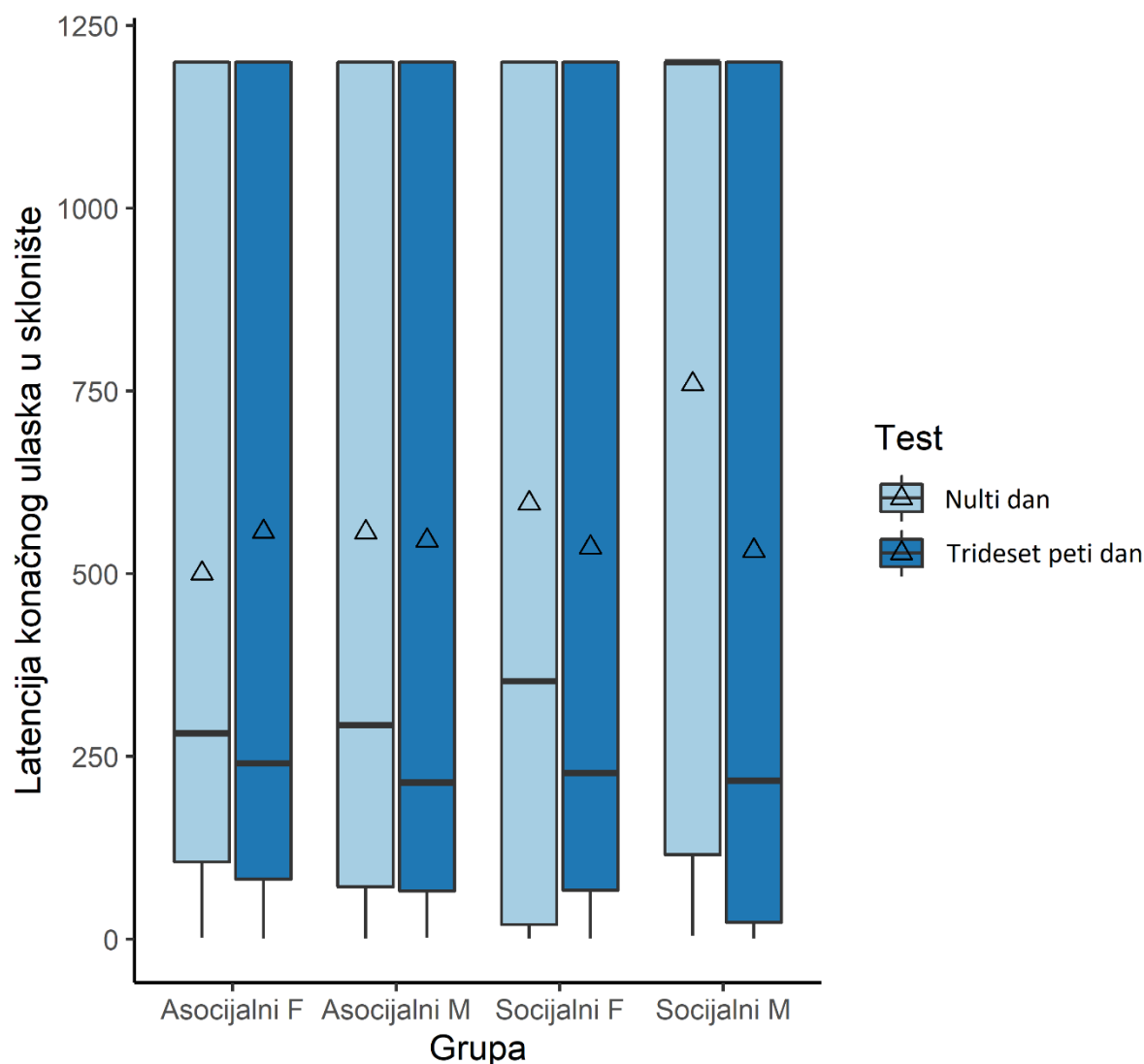


**Slika 6.** Grafički prikaz trajanja boravka u centralnoj zoni izraženog u sekundama. Za svaku grupu, Asocijalni F, Asocijalni M, Socijalni F i Socijalni M prikazana su mjerenja nultog dana i trideset petog dana. Slovo F označava ženke, a M mužjake. Horizontalne linije prikazuju medijan, trokut prikazuje srednju vrijednost, pravokutnici boxplot dijagrama obuhvaćaju vrijednosti između prvog i trećeg kvartila, a vertikalne linije (eng. „whiskers“) prikazuju minimalnu vrijednost i maksimalnu vrijednost. Ekstremne vrijednosti koje su više od 1.5 interkvartilnog razmaka udaljene od medijana (eng. „outliers“) prikazane su točkama.

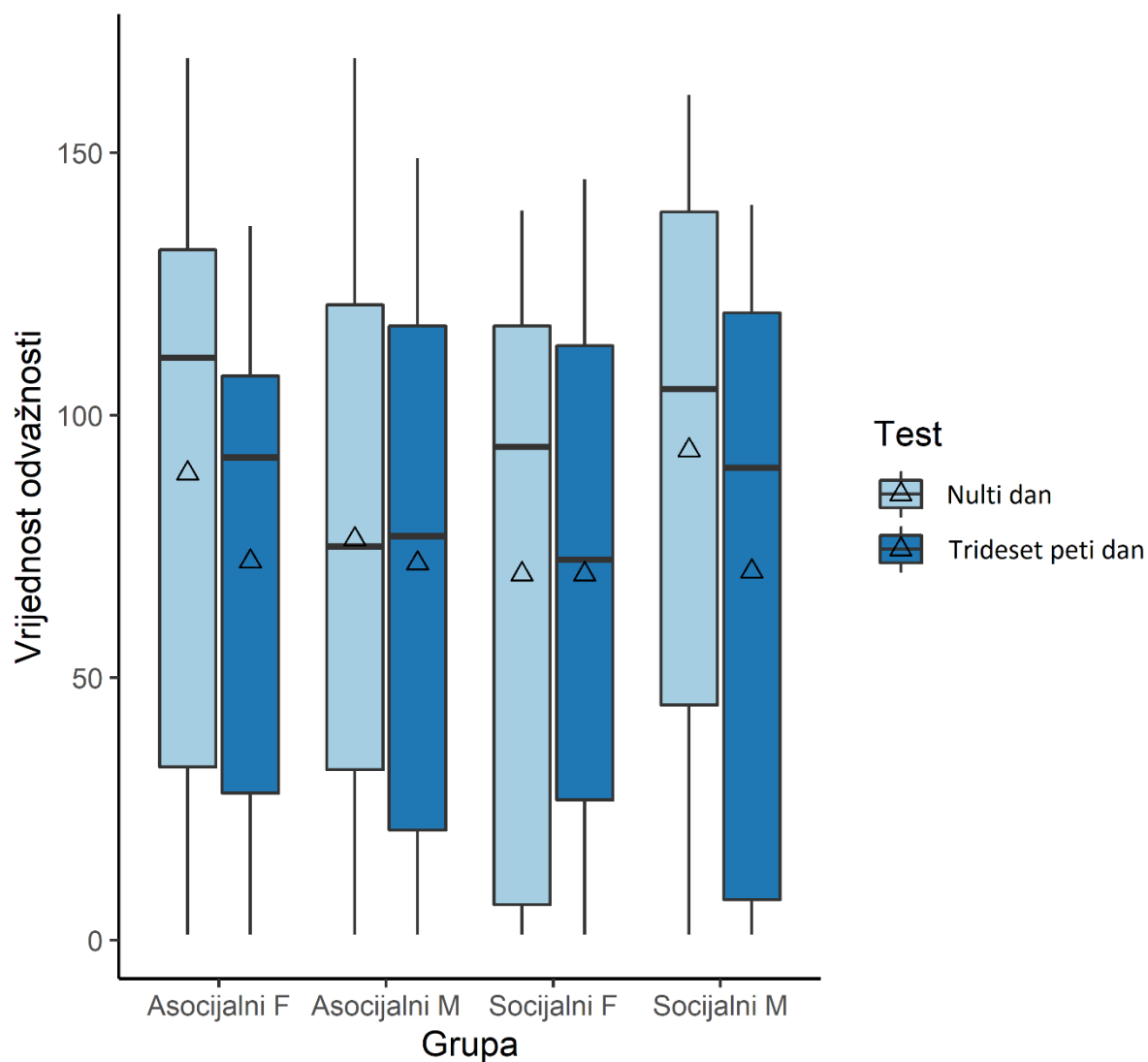




**Slika 7.** Grafički prikaz ukupnog trajanja boravka u skloništu izraženog u sekundama. Za svaku grupu, Asocialni F, Asocialni M, Socijalni F i Socijalni M prikazana su mjerenja nultog dana i trideset petog dana. Slovo F označava ženke, a M mušjake. Horizontalne linije prikazuju medijan, trokut prikazuje srednju vrijednost, pravokutnici boxplot dijagrama obuhvaćaju vrijednosti između prvog i trećeg kvartila, a vertikalne linije (eng. „whiskers“) prikazuju minimalnu vrijednost i maksimalnu vrijednost. Ekstremne vrijednosti koje su više od 1.5 interkvartilnog razmaka udaljene od medijana (eng. „outliers“) prikazane su točkama.



**Slika 8.** Grafički prikaz latencije ulaska u sklonište izraženog u sekundama. Za svaku grupu, Asocijalni F, Asocijalni M, Socijalni F i Socijalni M prikazana su mjerenja nultog dana i trideset petog dana. Slovo F označava ženke, a M mušjake. Horizontalne linije prikazuju medijan, trokut prikazuje srednju vrijednost, pravokutnici boxplot dijagrama obuhvaćaju vrijednosti između prvog i trećeg kvartila, a vertikalne linije (eng. „whiskers“) prikazuju minimalnu vrijednost i maksimalnu vrijednost. Ekstremne vrijednosti koje su više od 1.5 interkvartilnog razmaka udaljene od medijana (eng. „outliers“) prikazane su točkama.



**Slika 9.** Grafički prikaz vrijednosti odvažnosti. Za svaku grupu, Asocialni F, Asocialni M, Socijalni F i Socijalni M prikazana su mjerenja nultog dana i trideset petog dana. Slovo F označava ženke, a M mušjake. Horizontalne linije prikazuju medijan, trokut prikazuje srednju vrijednost, pravokutnici boxplot dijagrama obuhvaćaju vrijednosti između prvog i trećeg kvartila, a vertikalne linije (eng. „whiskers“) prikazuju minimalnu vrijednost i maksimalnu vrijednost. Ekstremne vrijednosti koje su više od 1.5 interkvartilnog razmaka udaljene od medijana (eng. „outliers“) prikazane su točkama.

## 5 RASPRAVA

U ovom radu sam testirala postojanje razlika u odvažnosti između dvije grupe guštera starih godinu dana, od kojih je jedna grupa bila izložena socijalnom kontaktu kroz mjesec dana, a druga nije. Neparometrijski testovi nisu pokazali statistički značajne razlike između socijalne i asocijalne grupe guštera, kao niti između mužjaka i ženki unutar socijalne ili asocijalne grupe ni u jednoj od testiranih varijabli (duljini boravka u centralnoj zoni, duljini boravka u skloništu, latenciji konačnog ulaska u sklonište i reakcijama na simulirani napad predatora). Prema tome, socijalno iskustvo u ovom istraživanju nije utjecalo na odvažnost guštera.

Riley i sur. (2017) su usporedili istraživačko ponašanje, odvažnost, socijabilnost i agresivnost vrste guštera *Egernia striolata*, između jedinki koje su odrasle u izolaciji ili uz drugu jedinku. Odvažnost su mjerili kao vrijeme koje je gušter proveo u skloništu prije ponovnog izlaska nakon simuliranog napada predatora kistom, slično kao i u mojem istraživanju. Međutim, ni oni nisu pronašli razlike u odvažnosti, kao ni u agresivnosti guštera, iako su otkrili da su izolirane jedinke bile socijabilnije. U svom radu navode kako je socijalno okruženje ove vrste varijabilno i vrsta je fakultativno socijalna, što znači da i u prirodi može odrasti i preživjeti sama te im socijalno okruženje možda zbog toga ne utječe na ponašanje. Ipak, zamijetili su povećanje odvažnosti kroz vrijeme kod dominantne jedinke iz para guštera, dok kod izoliranih jedinki nije bilo temporalnih promjena odvažnosti. Podređene jedinke iz para postajale su agresivnije s vremenom i bile su najmanje socijabilne. Kod izoliranih jedinki nisu zamijetili promjene značajki temperamenta kroz vrijeme. Time su pokazali da odvažnost i agresivnost nisu temporalno stabilne značajke u ovisnosti o socijalnom kontekstu kod te vrste guštera. Kao nastavak na svoj prethodni rad, Riley i sur. (2018) su pokazali da socijalno okruženje ne utječe ni na sposobnost socijalnog učenja *E. striolata*. S obzirom na takve rezultate, kao i na rezultate mojeg rada, nije isključena mogućnost da je odvažno ponašanje kontekstualno generalna značajka temperamenta kod guštera, barem kada je u pitanju socijalni kontekst.

S druge strane, Ballen i sur. (2014) su pokazali da socijalno iskustvo juvenilnih kameleona vrste *Chamaeleo calypttratus*, tj. prisutnost drugog guštera tijekom odrastanja utječe na agresivnost guštera. Neki radovi, npr. na velikoj sjenici (*Parus major*) (Verbeek i sur. 1996), na glodavcu vrste *Dipodomys merriami* (Hurtado i Mabry, 2017) ili na psima (Scandurra i sur. 2018) pokazuju da agresivnost pozitivno korelira s odvažnošću. S obzirom da su kameleoni koji su bili u izolaciji tijekom eksperimenata bili podređeniji u socijalnim interakcijama s drugim gušterima i imali manju uspješnost pri traženju hrane, nije isključena mogućnost smanjenja socijabilnosti i odvažnosti (Ballen i sur. 2014). Za razliku od mog rada, ovaj je eksperiment proveden na juvenilnim jedinkama kroz prva dva mjeseca nakon izlijevanja i socijalne jedinke su bile smještene u terarije s po još tri jedinke, a sama odvažnost nije testirana.

Stamps (1978; 1983) je utvrdio da juvenilni gušteri *Anolis aeneus* mogu često dolaziti u kontakt jedni s drugima i uspostavljati dominaciju, displejevima kompleksnijim čak i od displejeva odraslih mužjaka i ženki, no zasad nema radova koji procjenjuju ima li uspjeh u takvim nadmetanjima utjecaja na kasniji uspjeh u dominaciji kod odraslih jedinki. Također su pokazali i da postoji više razina varijacije agresivnog ponašanja kod divljih juvenilnih jedinki nego kod odraslih jedinki što ukazuje na promjene ponašanja kroz vrijeme.

O socijalnim interakcijama primorske gušterice nemamo dostupnih radova pa bi bilo vrijedno istražiti promjene socijalnog okruženja kroz život gušterica u divljini, a eksperimente u laboratorijima dizajnirati tako da se juvenilni gušteri smještaju u socijalne skupine ili pojedinačno od samog izlijevanja te pratiti promjene odvažnosti kroz prvih par mjeseci života. Također bi bilo zanimljivo pratiti razlike u odvažnostima jedinki u različitim stadijima života i vidjeti je li odvažnost, poput agresivnosti, varijabilnija među mladim nego odraslim jedinkama.

Još jedan od mogućih razloga nepostojanja utjecaja socijalnog okruženja na odvažnost primorske gušterice mogao bi biti nedostatak selekcije koja bi favorizirala odvažnost životinja koje su odrasle ili žive u skupinama, tj. na većim gustoćama naseljenosti. Visoka gustoća populacija i niska stopa predacije su selekcijski pritisci tipični na otocima (Taverne i sur. 2019). Život u skupinama smanjuje vjerojatnost predacije za pojedinu jedinku (Alexander 1974; Wrona i Dixon 1991; Buckley 2007). To znači da bi pri većim gustoćama populacije, jedinke koje su bile u socijalnom kontaktu te su zbog toga odvažnije, bolje kompetirale za resurse čak i u riskantnim situacijama uz minimalan rizik predacije. Pri nižim gustoćama populacija, jedinke koje rijetko stupaju u socijalni kontakt i zbog toga su sramežljivije imale bi veći fitnes jer bi u odnosu na odvažnije jedinke manje vjerojatno postale plijenom (Carter 2010). Kako su predatorski pritisci na Pod Mrčaru i Pod Kopište slabiji prema Vervust i sur. (2007) koji su utvrdili da na njima nema kopnenih predatora, gustoća populacije i izloženost socijalnom kontaktu možda ne igraju ulogu u ukupnom fitnesu pojedine jedinke. Prema tome bi bilo vrijedno usporediti razlike u razinama odvažnosti između kopnenih i otočnih populacija primorske gušterice u odnosu na gustoću populacija, učestalosti predacije i učestalosti stupanja u socijalni kontakt.

Nema niti razlike u ponašanju između mužjaka i ženki što je suprotno radovima koji govore da su mužjaci generalno odvažniji od ženki (npr. kod pasa (Starling i sur. 2013); (Scandurra i sur. 2018), jastoga *Cherax destructor* (Biro i sur. 2014), ribe *Poecilia reticulata* (Harris i sur. 2010)). Razlog tome su možda sezonske promjene razina hormona kod guštera vezane uz njihov reproduktivni ciklus.

Primorska gušterica u divljini ima ciklus koji se može podijeliti na 4 faze: (1) Sredinom ožujka nakon što izađu iz zimskih skloništa, aktiviraju se gonade, kod mužjaka počinje spermatogeneza, razvijaju se sekundarne spolne karakteristike i mužjaci su posebno agresivni i ulaze u borbe za teritorij za parenje s drugim mužjacima. Na prelazu travnja i svibnja počinje udvaranje i parenje koje traje

nekoliko tjedana; (2) Na prelazu lipnja i srpnja, dok su temperature još povoljne za reprodukciju javlja se refraktorni period, prestaje spermatogeneza i povlače se sekundarne spolne karakteristike; (3) U rujnu se reaktivira spermatogeneza, ali ne i spermijacija; (4) Od kraja studenog do veljače ili ožujka prestaje spermatogeneza i gušteri ulaze u semi-hibernaciju (Filosa 1973; De Falco i sur. 2004; Andò i sur. 1990).

De Falco i sur. (2004) su uz reproduktivni ciklus primorske gušterice povezali promjene u razinama kortikosterona, a Andò i sur. (1990) u razinama testosterona. Razine tih hormona kod mužjaka najviše su u ožujku i travnju, u sezoni parenja, a počinju opadati krajem ljeta prema studenome i prosincu kada uglavnom postižu najniže vrijednosti. Oba rada pokazuju godišnji ciklus aktivacije žlijezdi guštera. Neki radovi povezuju ove hormone s razinama odvažnosti ili istraživačkog ponašanja kod drugih životinja. Na primjer, Raynaud i Schradin (2014) su pokazali da odvažnost vrste miša *Rhabdomys pumilio* pozitivno korelira s razinama testosterona i da miševi više vremena provode u centralnoj zoni u testu otvorenog polja. Katekolamini se povezuju s agresivnim ponašanjem kod laboratorijskih štakora (De Boer i sur. 1990). Kod guštera su Thakeret i sur. (2009) pokazali da postoji indirektna negativna korelacija između odvažnosti i razine kortikosterona vrste *Urosaurus ornatus* kod koje su mjerili udaljenost početka bijega i vrijeme provedeno u skloništu nakon izlaganja pogledu živog predatora, tj. pokazali su da povišena razina kortikosterona pojačava antipredatorski odgovor te vrste.

S obzirom da su sva mjerenja odvažnosti u ovom radu provedena u listopadu, studenome i prosincu, moguće je da su se ženke i mužjaci izvan sezone parenja premalo fiziološki razlikovali da bi mjerenja odvažnosti pokazala značajne razlike u odvažnosti između spolova. Kod guštera *Egernia whitii* razina testosterona pozitivno korelirana s agresivnošću tijekom sezone parenja, a negativno korelirana izvan sezone parenja, dok kod ženki nije bilo opaženih razlika u odnosima testosterona i agresivnosti (While i sur. 2010). To pokazuje da se ponašanje kod guštera može mijenjati ovisno o reproduktivnom ciklusu, ali nema radova koji pokazuju takve promjene u odvažnosti. To ostavlja mjesta daljnjim istraživanjima korelacije hormona, reproduktivnog ciklusa i odvažnosti guštera.

## 6 ZAKLJUČAK

Provela sam istraživanje odnosa odvažnosti primorske gušterice i socijalnog okruženja. Na temelju rezultata provedenog istraživanja koji nisu pokazali statistički značajne razlike uspoređivanih grupa, odbacujem hipotezu da su gušteri izloženi socijalnom kontaktu odvažniji od guštera držanih u izolaciji. Uz to, nema statistički značajne razlike u odvažnosti između mužjaka i ženki. Potrebna su dodatna istraživanja na ovoj vrsti sa različitim režimima socijalnog kontakta kako bi dobili bolji uvid u utjecaj socijalnosti na odvažnost.

## 7 LITERATURA

- Alexander, R. D. (1974): The evolution of social behavior. *Annual review of ecology and systematics*, 5, 325-383.
- Amo, L., Lopez, P., Martín, J. (2007): Habitat deterioration affects antipredatory behavior, body condition, and parasite load of female *Psammodromus algirus* lizards. *Canadian Journal of Zoology*, 85(6), 743-751.
- Andò, S., Panno, M. L., Ciarcia, G., Imbrogno, E., Buffone, M., Beraldi, E., Sisci, D., Angelini, F., Botte, V. (1990): Plasma sex hormone concentrations during the reproductive cycle in the male lizard, *Podarcis s. sicula*. *Reproduction*, 90(2), str. 353-360.
- Arnold, E. N., Burton, J. A., Oviden, D. (1978): Field guide to the reptiles and amphibians of Britain and Europe. Collins, London.
- 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.
- Avery, R. A. (1978): Activity patterns, thermoregulation and food consumption in two sympatric lizard species (*Podarcis muralis* and *P. sicula*) from central Italy. *The Journal of Animal Ecology*, 143-158.
- Ballen, C., Shine, R., Olsson, M. (2014): Effects of early social isolation on the behaviour and performance of juvenile lizards, *Chamaeleo calyptratus*. *Animal Behaviour*, 88, 1-6.
- Biro, P. A., Adriaenssens, B., Sampson, P. (2014): Individual and sex-specific differences in intrinsic growth rate covary with consistent individual differences in behaviour. *Journal of Animal Ecology*, 83(5), 1186-1195.
- Buckley, L. B., Jetz, W. (2007): Insularity and the determinants of lizard population density. *Ecology letters*, 10(6), 481-489.
- Capula M (1993): Natural hybridization in *Podarcis sicula* and *P. wagleriana* (Reptilia: Lacertidae). *Biochemical Systematics and Ecology* 21, 373-80.
- Capula, M. (1994): Population genetics of a colonizing lizard: Loss of variability in introduced populations of *Podarcis sicula*. *Experientia*, 50(7), 691-696.



- Capula, M. (2002): Genetic evidence of natural hybridization between *Podarcis sicula* and *Podarcis tiliguerta* (Reptilia: Lacertidae). *Amphibia – Reptilia*, 23(3), 313–321.
- Capula, M. (1992): Competitive exclusion between *Podarcis* lizards from Tyrrhenian islands: Inference from comparative species distributions. In *Proc. Sixth Ord. Gen. Meeting Societas Europaea Herpetologica, Budapest* (Vol. 1991), 89-93.
- Capula, M., Aloise, G. (2011): Extreme feeding behaviours in the Italian wall lizard, *Podarcis siculus*. *Extreme Feeding Behaviours in the Italian Wall Lizard, Podarcis siculus*, 11-14.
- Carretero, M. A. (2008): An integrated Assessment of a group with complex systematics: the Iberomaghrebian lizard genus *Podarcis* (Squamata, Lacertidae). *Integrative Zoology*, 3(4), 247-266.
- Carter, A. J., Goldizen, A. W., Tromp, S. A. (2010): Agamas exhibit behavioral syndromes: bolder males bask and feed more but may suffer higher predation. *Behavioral Ecology*, 21(3), 655-661.
- Christopoulos, A. (2018): First record of *Podarcis erhardii* (Bedriaga, 1886) from Paros Island (Cyclades), Greece (Squamata: Lacertidae). *Herpetology Notes*, 11, 117-119.
- Cooper Jr, W. E. (2012): Risk, escape from ambush, and hiding time in the lizard *Sceloporus virgatus*. *Herpetologica*, 68(4), 505-513.
- Cooper, W. E., Cooper Jr., W. E. (1999): Tradeoffs between courtship, fighting, and antipredatory behavior by a lizard, *Eumeces laticeps*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 47, 54-59.
- 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.
- De Boer, S. F., Slangen, J. L., Van der Gugten, J. (1990): Plasma catecholamine and corticosterone levels during active and passive shock-prod avoidance behavior in rats: effects of chlordiazepoxide. *Physiology & Behavior*, 47(6), 1089-1098.
- De Falco, M., Sciarrillo, R., Virgilio, F., Fedele, V., Valiante, S., Laforgia, V., Varano, L. (2004): Annual variations of adrenal gland hormones in the lizard *Podarcis sicula*. *Journal of Comparative Physiology A*, 190(8), 675-681
- Doody J. S., Burghardt G. M., Dinets V. (2012): Breaking the social-non-social dichotomy: a role for reptiles in vertebrate social behavior research? *Ethology*. 119:95–103.

- Downes, S., Hofer, A. M. (2004): Antipredatory behaviour in lizards: interactions between group size and predation risk. *Animal behaviour*, 67(3), 485-492.
- Einon D. F., Humphreys A. P., Chivers S. M., Field S., Naylor V. (1981): Isolation has permanent effects upon the behavior of the rat, but not the mouse, gerbil, or guinea pig. *Dev. Psychobiol.* 14, 343–355.
- Filosa, S. (1973): Biological and cytological aspects of the ovarian cycle in *Lacerta sicula sicula* Raf. *Monitore Zoologico Italiano-Italian Journal of Zoology*, 7(3), 151-165.
- Fone, K. C., Porkess, M. V. (2008): Behavioural and neurochemical effects of post-weaning social isolation in rodents—relevance to developmental neuropsychiatric disorders. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 32(6), 1087-1102.)
- Gorman, G. C., Soule, M., Yang, S. Y., Nevo, E. (1975): Evolutionary genetics of insular Adriatic lizards. *Evolution*, 52-71.
- Gosling, S. D. (2001): From mice to men: what can we learn about personality from animal research?. *Psychological bulletin*, 127(1), 45.
- Gould, T. D., Dao, D. T., Kovacsics, C. E. (2009): The open field test. *Mood and anxiety related phenotypes in mice*. 42, 1-20.
- Harris, D. J., Arnold, E. N. (1999): Relationships of wall lizards, *Podarcis* (Reptilia: Lacertidae) based on mitochondrial DNA sequences. *Copeia*, 749-754.
- Harris, D., Pinho, C., Carretero, M., Corti, C., Böhme, W. (2005): Determination of genetic diversity within the insular lizard *Podarcis tiliguerta* using mtDNA sequence data, with a reassessment of the phylogeny of *Podarcis*. *Amphibia-reptilia*. 26(3), 401-407.
- Harris, S., Ramnarine, I. W., Smith, H. G., Pettersson, L. B. (2010): Picking personalities apart: estimating the influence of predation, sex and body size on boldness in the guppy *Poecilia reticulata*. *Oikos*, 119(11), 1711-1718.
- Herrel, A., Huyghe, K., Vanhooydonck, B., Backeljau, T., Breugelmans, K., Grbac, I., Van Damme, R., 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.
- Hurtado, G., Mabry, K. E. (2017): Aggression and boldness in Merriam's kangaroo rat: an urban-tolerant species?. *Journal of Mammalogy*, 98(2), 410-418.

- 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, str. 188-193.
- Jolles, J. W., Taylor, B. A., Manica, A. (2016): Recent social conditions affect boldness repeatability in individual sticklebacks. *Animal Behaviour*, 112, 139-145.
- Kashon, E. A., Carlson, B. E. (2018): Consistently bolder turtles maintain higher body temperatures in the field but may experience greater predation risk. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 72(1), 1-13.
- Kerman, K., Miller, L., Sewall, K. (2018): The effect of social context on measures of boldness: zebra finches (*Taeniopygia guttata*) are bolder when housed individually. *Behavioural processes*, 157, 18-23.
- Le Galliard, J. F., Paquet, M., Mugabo, M. (2015): An experimental test of density-dependent selection on temperament traits of activity, boldness and sociability. *Journal of Evolutionary Biology*, 28(5), 1144-1155.
- López, P., Hawlena, D., Polo, V., Amo, L., Martín, J. (2005): Sources of individual shy–bold variations in antipredator behaviour of male Iberian rock lizards. *Animal Behaviour*, 69(1), 1-9.
- Mačát, Z., Veselý, M., Jablonski, D. (2015): New case of fruit eating observation in *Podarcis siculus* (Rafinesque-Schmaltz, 1810) (Lacertidae) from Croatia. *Biharean Biologist*, 9(2), 158-159.
- Magnhagen C, Staffan F. (2005): Is boldness affected by group composition in young-of-the-year perch (*Perca fluviatilis*). *Behavioral Ecology and Sociobiology* 57, 295–303.
- Martín, J. (2001): When hiding from predators is costly: Optimization of refuge use in lizards. *Etologia* 9, 9–13.
- Martín, J., López, P. (1999): An experimental test of the costs of antipredatory refuge use in the wall lizard, *Podarcis muralis*. *Oikos*, 84(3), 499-505.
- Martín, J., P. López. (2015): Hiding time in refuge. In *Escaping Predators: An Integrative View of Escape Decisions*, ed. W. E. Cooper and D. T. Blumstein, Cambridge: Cambridge University Press, str. 227-267.
- Maximino, C., Carvalho, C. M., Morato, S. (2014): Discrimination of anxiety-versus panic-like behavior in the wall lizard *Tropidurus oreadicus*. *Psychology & Neuroscience*, 7, 227-231.
- Nevo, E., Gorman, G., Soulé, M., Yang, S. Y., Clover, R., Jovanović, V. (1972): Competitive exclusion between insular *Lacerta* species (Sauria, Lacertidae). *Oecologia*, 10(2), 183-190.

- Ólafsdóttir, G. Á., Magellan, K. (2016): Interactions between boldness, foraging performance and behavioural plasticity across social contexts. *Behavioral ecology and sociobiology*, 70(11), 1879-1889.
- Ortega, Z., Mencía, A., Pérez-Mellado, V. (2016): Thermal ecology of *Podarcis siculus* (Rafinesque-Schmalz, 1810) in Menorca (Balearic Islands, Spain). *Acta Herpetologica*, 11(2), 127-133.
- Pintarić, I. (2019): Agresivnost populacija primorske gušterice, *Podarcis siculus* (Rafinesque, 1810) na otočicima Pod Kopače i Pod Mrčara. Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zagreb.
- Piyapong, C., Krause, J., Chapman, B. B., Ramnarine, I. W., Louca, V., Croft, D. P. (2010): Sex matters: a social context to boldness in guppies (*Poecilia reticulata*). *Behavioral Ecology*, 21(1), 3-8.
- Podnar, M., Mayer, W., Tvrković, N. (2005): Phylogeography of the Italian wall lizard, *Podarcis sicula*, as revealed by mitochondrial DNA sequences. *Molecular Ecology*, 14(2), 575-588.
- Raynaud, J., Schradin, C. (2014): Experimental increase of testosterone increases boldness and decreases anxiety in male African striped mouse helpers. *Physiology & behavior*, 129, 57-63.
- 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.
- Réale, D., Festa-Bianchet, M. (2003): Predator-induced natural selection on temperament in bighorn ewes. *Animal behaviour*, 65(3), 463-470.
- Rehage, S. J., Sih, A. (2004): Dispersal behavior, boldness, and the link to invasiveness: a comparison of four *Gambusia* species. *Biological Invasions*. 6, 379-391.
- Reimers, M., Schwarzenberger, F., Preuschoft, S. (2007): Rehabilitation of research chimpanzees: Stress and coping after long-term isolation. *Hormones and Behavior*, 51(3), 428-435.
- Ribeiro, R., Sá-Sousa, P. (2018): Where to live in Lisbon: urban habitat used by the introduced Italian wall lizard (*Podarcis siculus*). *Basic and Applied Herpetology*, 32, 57-70.
- Riley, J. L., Küchler, A., Damasio, T., Noble, D. W., Byrne, R. W., Whiting, M. J. (2018): Learning ability is unaffected by isolation rearing in a family-living lizard. *Behavioral ecology and sociobiology*, 72(2), 1-9.
- Riley, J. L., Noble, D. W., Byrne, R. W., Whiting, M. J. (2017): Early social environment influences the behaviour of a family-living lizard. *Royal Society Open Science*, 4(5), 161082.

- Rugiero, L. (1994): Food habits of the Ruin Lizard, *Podarcis sicula* (Rafinesque-Schmaltz, 1810), from a coastal dune in Central Italy. *Herpetozoa*, 7(1/2), 71-73.
- Scandurra, A., Alterisio, A., Di Cosmo, A., D'Aniello, B. (2018): Behavioral and perceptual differences between sexes in dogs: an overview. *Animals*, 8(9), 151.
- Senczuk, G., Castiglia, R., Böhme, W. (2019): *Podarcis siculus latastei* (Bedriaga, 1879) of the Western Pontine Islands (Italy) raised to the species rank, and a brief taxonomic overview of *Podarcis* lizards. *Acta Herpetologica*, 14(2), 71-80.
- Senczuk, G., Colangelo, P., De Simone, E., Aloise, G., Castiglia, R. (2017): A combination of long term fragmentation and glacial persistence drove the evolutionary history of the Italian wall lizard *Podarcis siculus*. *BMC evolutionary biology*, 17(1), 1-15.
- Simon, P., Dupuis, R., Costentin, J. (1994): Thigmotaxis as an index of anxiety in mice. Influence of dopaminergic transmissions. *Behavioural brain research*, 61(1), 59-64
- Speybroeck, J., Beukema, W., Dufresnes, C., Fritz, U., Jablonski, D., Lymberakis, P., Martínez-Solano, I., Razzetti, E., Vamberger, M., Vences, M., Vörös, J. (2020): Species list of the European herpetofauna–2020 update by the Taxonomic Committee of the Societas Europaea Herpetologica. *Amphibia-Reptilia*, 41(2), 139-189.
- Stamps, J. A. (1978): A Field Study of the Ontogeny of Social Behavior in the Lizard *Anolis aeneus*. *Behaviour*, 66(1-2), 1-30.
- Stamps, J. A. (1983): The relationship between ontogenetic habitat shifts, competition and predator avoidance in a juvenile lizard (*Anolis aeneus*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 12(1), 19-33.
- Stapley, J., Keogh, J. S. (2004): Exploratory and antipredator behaviours differ between territorial and non territorial male lizards. *Animal Behaviour*, 68(4), 841-846.
- Starling, M. J., Branson, N., Thomson, P. C., McGreevy, P. D. (2013): Age, sex and reproductive status affect boldness in dogs. *The Veterinary Journal*, 197(3), 868-872.
- Taverne, M., Fabre, A.C., King-Gillies, N., Krajnović, M., Lisičić, D., Martin, L., Michal, L., Petricioli, D., Štambuk, A., Tadić, Z., Vigliotti, C. (2019): Diet variability among insular populations of *Podarcis* lizards reveals diverse strategies to face resource-limited environments. *Ecology and Evolution*, 9(22), 12408-12420.
- Thaker, M., Lima, S. L., Hews, D. K. (2009): Acute corticosterone elevation enhances antipredator behaviors in male tree lizard morphs. *Hormones and Behavior*, 56(1), 51-57.

- Tuniyev, B. S., Shagarov, L. M., Arribas, O. J. (2020): *Podarcis siculus* (Reptilia: Sauria: Lacertidae)-новый адвентивный вид в фауне России. *Труды Зоологического института РАН*, 324(3), 364-370.
- Verbeek, M. E., Boon, A., Drent, P. J. (1996): Exploration, aggressive behaviour and dominance in pairwise confrontations of juvenile male great tits. *Behaviour*, 133(11-12), 945-963.
- Vervust, B., Grbac, I., Van Damme, R. (2007): Differences in morphology, performance and behaviour between recently diverged populations of *Podarcis sicula* mirror differences in predation pressure. *Oikos*, 116(8), 1343-1352.
- Vogrin, M. (2005): Sexual Dimorphism in *Podarcis sicula campestris*. *Turkish Journal of Zoology*, 29(2), 189-191.
- Ward-Fear, G., Brown, G. P., Pearson, D. J., West, A., Rollins, L. A., Shine, R. (2018): The ecological and life history correlates of boldness in free-ranging lizards. *Ecosphere*, 9(3), 1-13.
- Waters, R. M., Bowers, B. B., Burghardt, G. M. (2017): Personality and Individuality in Reptile Behavior. In: Vonk, J., Weiss, A., Kuczaj, S. (eds) *Personality in nonhuman animals*. Springer International Publishing, str. 153-184.
- Webster, M. M., Ward, A. J. W., Hart, P. J. B. (2007): Boldness is influenced by social context in threespine sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus*). *Behaviour*, 144(3), 351.
- Webster, M. M., Ward, A. J. (2011): Personality and social context. *Biological reviews*, 86(4), 759-773.
- Wey, T., Blumstein, D. T., Shen, W., Jordán, F. (2008): Social network analysis of animal behaviour: a promising tool for the study of sociality. *Animal behaviour*, 75(2), 333-344.
- While, G. M., Isaksson, C., McEvoy, J., Sinn, D. L., Komdeur, J., Wapstra, E., Groothuis, T. G. (2010): Repeatable intra-individual variation in plasma testosterone concentration and its sex-specific link to aggression in a social lizard. *Hormones and Behavior*, 58(2), 208-213.
- Wrona, F. J., Dixon, R. J. (1991): Group size and predation risk: a field analysis of encounter and dilution effects. *The American Naturalist*, 137(2), 186-201.
- Yuen, C. H., Schoepf, I., Schradin, C., Pillay, N. (2017): Boldness: are open field and startle tests measuring the same personality trait?. *Animal behaviour*, 128, 143-151.

Zuffi, M. A., Giannelli, C. (2013): Trophic niche and feeding biology of the Italian wall lizard, *Podarcis siculus campestris* (De Betta, 1857) along western Mediterranean coast. *Acta Herpetologica*, 8(1), 35-39.

**Internetski izvori:**

IUCN. 2022. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022-1. <https://www.iucnredlist.org>. (pristupljeno 9.8.2022).

## **8 PRILOG**

1. Protokol korištenja Noldus EthoVision XT 13



## 1. Protokol korištenja Noldus EthoVision XT 13

Ovaj protokol prilagođen je prema protokolu Pintarić (2019).

Program radi na Engleskom jeziku i protokol sadrži nazive opcija u izvornom obliku. Opcije programa označene su **podebljanjem**.

### Experiment settings

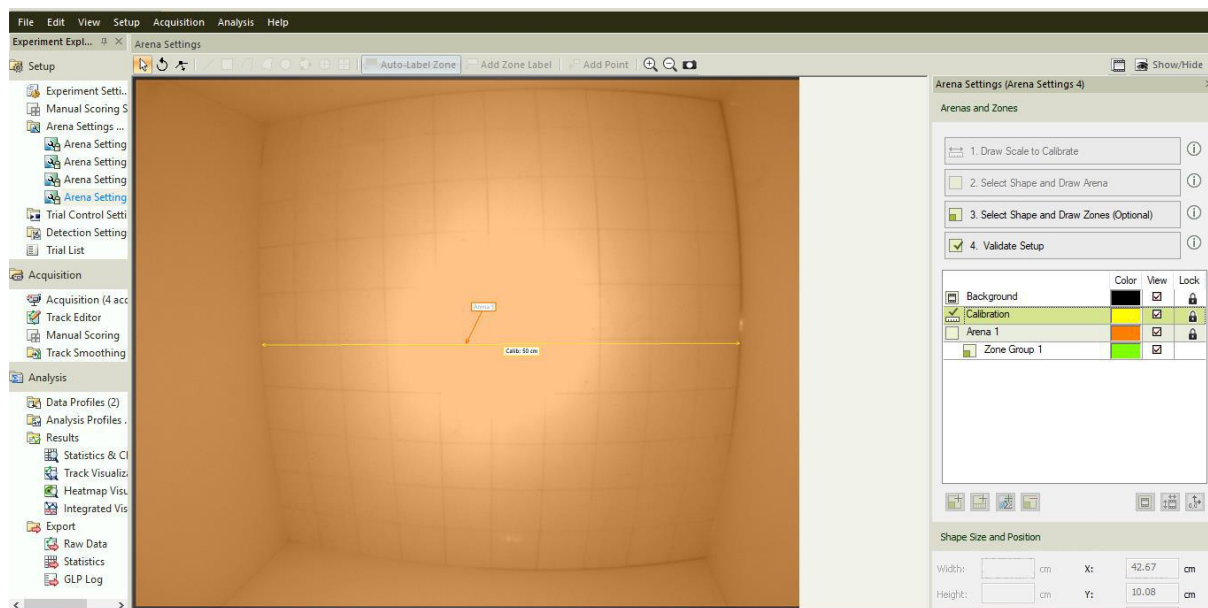
Prilikom početka rada, u programu se otvara prozor s ponuđenim opcijama. Odaberemo redom **New experiment**, zatim **New from template**, zatim **Apply a pre-defined template**. U prozorčiću koji se otvorio odaberemo **Live tracking (and saving video files)**. Pod **Sources** odaberemo kameru kojom ćemo snimati. Kao subjekt snimanja označimo **Rodents** i **Other**. U sljedećem koraku odabiremo tip arene u kojoj se izvodi eksperiment. Pod **Arena template** odabiremo **No arena template** jer sami označavamo arenu. Zatim ka metodu praćenja životinje odabiremo **Center-point**. Boju životinje u odnosu na pozadinu označavamo **Darker**. Odabrane postavke potvrdimo pritiskom na **Finish**.

### Manual scoring settings

U glavnom izborniku programa odaberemo **Setup**, zatim **Manual scoring settings** i **Add behavior**. U novootvorenom prozorčiću pod **Behavior name** upišemo sve kategorije ponašanja (npr. ulazak u sklonište, reakcija na napad predatora). Za ponašanja kojima mjerimo trajanje pod **Behavior type** odabiremo **Start - Stop**, a za ponašanja kojima mjerimo frekvenciju odabiremo **Point event**.

### Arena settings

U alatnoj traci s lijeve strane pod **Arena Settings** odabiremo **Grab background image**. Nakon pojave slike arene odaberemo **Draw scale to calibrate** kako bi nacrtali horizontalnu liniju između rubova arene i namjestimo promjer na 50 cm. Odabiremo **Select shape and draw arena** kako bi nacrtali arenu. Pomoću alata ponuđenih u gornjoj traci obuhvatimo cijelu arenu (Slika 10.). Pritiskom na **Validate setup** provjeravamo zadane postavke.

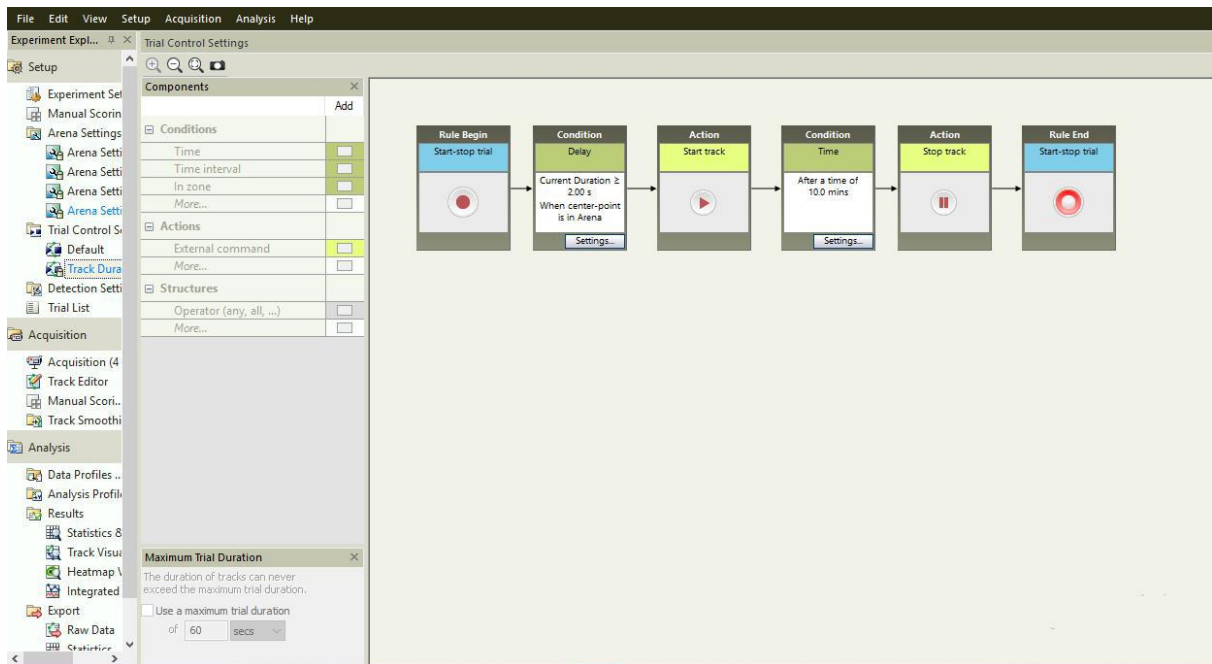


**Slika 10.** Prikaz zaslona u programu EthoVision XT 13 kod postavljanja **Arena settings**

Zadane postavke možemo kopirati na druge snimke. Pod **Arena settings 1** odaberemo **Duplicate** nakon čega se postavke dupliciraju i postaju vidljive u lijevoj traci kao **Arena settings 2**. Duplicirane postavke prilagođavamo novom videu.

### **Trial control settings**

U **Trial Control Settings** u shemi u prvom **Condition**-u odabiremo **Settings** kako bi postavili željene uvjete. U otvorenom prozorčiću pod **Condition name** upišemo **Delay**, a pod **Condition is met when** odabiremo **Statistic: Current duration**, a zatim pod **of:** **When center-point is in Arena** i **is:  $\geq 2$  s**. U drugom **Condition**-u također odabiremo **Settings** i u **Condition name** upišemo **Time**, u **Condition is met** označimo **After** i odaberemo **20 mins**. Na Slici 11. je prikaza shema s postavljenim postavkama za ovo istraživanje.



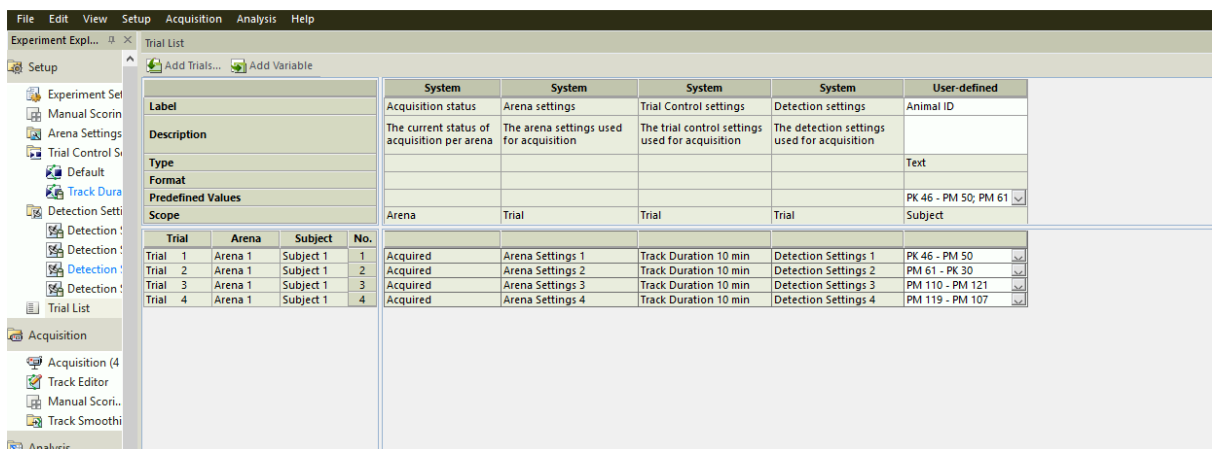
Slika 11. Prikaz zaslona u programu Ethovision XT 13 kod postavljanja Trial Control Settings

## Detection settings

U **Detection Settings** odabiremo **Select video**. **Sample rate** postavimo na 2,08 per sec. Na kraju odabiremo **Background** pa **Grab Current** kako bi dobili trenutnu sliku arene.

## Trial list

U **Trial List** odabiremo **Add trials** i upišemo željeni broj snimanja. Zatim pritisnemo **Add variable** i za svako snimanje postavimo pripadajuće postavke kao što je to prikazao na Slici 12.



Slika 12. Prikaz zaslona u programu Ethovision XT 13 kod postavljanja Trial list

## Acquisition

U **Acquisition settings** u **Method** odabiremo **Track next planned trial** i kvačicom označimo **Save video**. Pod **Settings** provjerimo jesu li sve postavke ispravne za pojedino snimanje. Nakon što su sve postavke složene i provjerene, ispod snimke u oblaku **Playback control** pritisnemo **Start trial** kako bi započeli sa snimanjem.

Nakon snimanja video materijali se pregledavaju tako da se u glavnom izborniku pod **Acquisition** odabere **Manual scoring**. Ručno, pomoću slova prethodno zadanih u **Manual scoring settings**, određuju se tipovi ponašanja (npr. boravak u skloništu, reakcija na simulirani napad predatora) prema unaprijed zadanim kategorijama ponašanja (Slika 13.).



**Slika 13.** Prikaz zaslona u programu Ethovision XT 13 tijekom označavanja ponašanja jedinke

## Analysis

Nakon ručnog označavanja rezultati se analiziraju u Ethovision-u pritiskom na **Analysis Profiles** u glavnom izborniku **Analysis**. Odabiremo **Behaviours** te se kvačicama na lijevoj strani u **Manually Scored Behaviour** označe sve postavke koje smo prethodno postavili u **Manual scoring settings**. Nakon toga u **Results** odabiremo **Statistics and Charts**, zatim **Show/hide**. Prvo odabiremo

**Independent Variable** i u otvorenom prozorčiću označimo **Animal ID**. Ponovnim pritiskom na **Show/hide** odabiremo **Dependent Variable**, zatim **Select all** kako bismo odabrali sve postavke označene u prethodnom koraku. Na kraju u gornjoj traci odaberemo **Calculate** pa **Export data** kako bi rezultate dobili u obliku Excel tablice.

## 9 ŽIVOTOPIS

Rođena sam 1996. godine u Zagrebu. Godine 2015. sam završila prirodoslovno-matematičku gimnaziju Lucijana Vranjanina u Zagrebu i upisala studij Biologije na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Godine 2018. sam upisala diplomski studij Eksperimentalne biologije, modul Zoologija, na istom fakultetu.

Tijekom diplomskog studija priključila sam se 2021. na istraživački projekt „Istraživanje skakavaca i zrikavaca jadranskih otoka“. Sudjelovala sam na terenskom dijelu projekta. Direktno vezano uz taj projekt, sudjelovala sam 2022. godine na European Congress on Orthoptera Conservation (ECOC III) u Leidenu kao koautor predavanja "Biogeografija jadranskih ravnokrilaca (eng. Biogeography of the Adriatic Orthoptera)". Iste godine započela sam provođenje vlastitog istraživačkog projekta naziva „Ravnokrilci Palagruže“ kao nastavak navedenog istraživanja.

Aktivno se služim engleskim i njemačkim jezikom kao i računalnim programima MS Office-a, Word, Excel i PowerPoint.