

# Utjecaj socijalnog kontakta na socijabilnost guštera *Podarcis siculus* uzgojenih u zatočeništvu

---

Šupljika, Josipa

Master's thesis / Diplomski rad

2021

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Croatian Studies / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet hrvatskih studija**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:111:515226>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-23**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of University of Zagreb, Centre for Croatian Studies](#)





SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET HRVATSKIH STUDIJA

Josipa Šupljika

**UTJECAJ SOCIJALNOG KONTAKTA NA  
SOCIJABILNOST GUŠTERA *PODARCIS  
SICULUS* UZGOJENIH U ZATOČENIŠTVU**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2021.





SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET HRVATSKIH STUDIJA  
ODSJEK ZA PSIHOLOGIJU

Josipa Šupljika

**UTJECAJ SOCIJALNOG KONTAKTA NA  
SOCIJABILNOST GUŠTERA *PODARCIS  
SICULUS* UZGOJENIH U ZATOČENIŠTVU**

DIPLOMSKI RAD

Mentor: doc.dr.sc. Sanja Darmopil  
Sumentor: doc.dr.sc. Duje Lisičić

Zagreb, 2021.

## Sažetak

Translokacijskim pokusom 1971. godine 5 parova primorske gušterice *Podarcis siculus* premješteno je s nativnog otoka Pod Kopište na otok Pod Mrčaru. Nakon 36 godina otkriveno je da je *Podarcis siculus* kompetitivno isključila autohtonu kršku guštericu *Podarcis melisellensis*. Utvrđene su razlike u morfologiji, fizionomiji i anatomiji između populacija *Podarcis siculus* na spomenutim otocima. Daljnim istraživanjima uspoređuju se razlike u ponašanju između populacija, te je predmet ovog rada ispitivanje bihevioralne karakteristike socijabilnost. Prethodna istraživanja utvrđuju veću socijabilnost populacija s otoka Pod Mrčaru koji ima veću gustoću populacije guštera. Cilj ovog rada je određivanje socijabilnosti dvije skupine guštera *Podarcis siculus* uzgojenih u zatočeništvu, onih koji su stupili u socijalni kontakt s jedinkama iste vrste i onih koji nisu. Istraživanje je provedeno testom socijalnog izbora i testom otvorenog polja. Prvotno je testirano 70 jedinki koje su živjele solitarno, zatim su jedinke nasumično svrstane u dvije skupine. Narednih mjesec dana 40 jedinki je živjelo u solitarnim uvjetima, a 30 jedinki u socijalnim (s jedinkama iste vrste suprotnog spola), te je testiranje ponovljeno. Rezultati ovog istraživanja ukazuju na nepostojanje statistički značajne razlike u socijabilnosti između skupina guštera *Podarcis siculus*, onih koji su stupili u socijalni kontakt i onih koji nisu. Odnosno, socijalni kontakt ne utječe na povećanje socijabilnosti guštera *Podarcis siculus*. Ovaj diplomski rad dio je projekta HRZZ Generaliz čiji je cilj utvrđivanje uzroka fenotipskih razlika dvaju populacija *Podarcis siculus*.

**Ključne riječi:** primorska gušterica (*Podarcis siculus*), socijabilnost, socijalni kontakt, test socijalnog izbora, test otvorenog polja

## **Abstract**

In a translocation experiment in 1971., 5 pairs of Italian wall lizard *Podarcis siculus* were moved from the native island Pod Kopište to the island Pod Mrčaru. After 36 years, it was discovered that *Podarcis siculus* competitively excluded the autochthonous Dalmatian wall lizard *Podarcis melisellensis*. Differences in morphology, physiognomy and anatomy were found between the populations of *Podarcis siculus* on the mentioned islands. Further research compares behavioral differences between populations, which is the subject of this paper examining behavioral characteristic of sociability. Previous research has established higher sociability of the population from the more densely populated island Pod Mrčaru. The aim of this study was to determine the sociability of two groups *Podarcis siculus* lizards which were bred in captivity, those that came into social contact with individuals of the same species and those that did not. The research was proven by a 3-chambered sociability test and an open field maze. Initially, 70 individuals that lived solitary were tested, and then they were randomly arranged into two groups. Over the next month, 40 individuals lived in solitary conditions and 30 individuals in social conditions (with individuals of the same species, but opposite sex) and testing was repeated. The results of this study indicate the absence of statistically significant differences in sociability between the group of lizards *Podarcis siculus*, those who came into social contact, and those who did not. That is, social contact does not affect the increase in the sociability of the lizard *Podarcis siculus*. This scientific research is part of a project “HRZZ Generaliz“, which goal is to determine the causes of phenotypic differences between the two populations of *Podarcis siculus*.

**Keywords:** Italian wall lizard (*Podarcis siculus*), sociability, social contact, 3-chambered sociability test, open field test

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	2
1.1. Primorska gušterica ( <i>Podarcis siculus Rafinesque, 1810</i> ).....	2
1.1.1. Sistematika vrste .....	2
1.1.2. Rasprostranjenost vrste <i>Podarcis siculus</i> .....	3
1.1.3. Biologija vrste.....	3
1.1.4. Ugroženost i mjere zaštite vrste .....	5
1.2.1. Socijalnost i socijabilnost .....	5
1.2.2. Socijalno učenje .....	9
1.3. Translokacijski pokus na otocima u Lastovskom arhipelagu .....	9
1.4. Projekt „Genomički aspekti brze evolucije primorske gušterice ( <i>Podarcis siculus</i> ) - GENRALIZ’ ...	10
2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA I HIPOTEZA.....	11
3. MATERIJALI I METODE .....	12
3.1. Održavanje guštera u zatočeništvu .....	12
3.2.1. Testiranje socijabilnosti.....	12
3.2.2. Uvjeti i provedba testa socijalnog izbora .....	13
3.2.3. Uvjeti i provedba testa otvorenog polja.....	14
3.3.1. Vremenski tijek pokusa .....	14
3.3.2. Analiza snimljenog materijala u testu socijalnog izbora (eng. „3-chambered sociability test“).....	15
3.3.3. Analiza snimljenog materijala u testu otvorenog polja (eng. „open field maze).....	20
3.4. Statistička obrada podataka .....	24
4. REZULTATI .....	24
4.1.1. Test socijalnog izbora – asocijalna skupina .....	27
4.1.2. Test socijalnog izbora –socijalna skupina .....	31
4.2.1. Test otvorenog polja - asocijalna skupina .....	35
4.2.2. Test otvorenog polja - socijalna skupina .....	38
5. RASPRAVA .....	40
6. ZAKLJUČAK.....	43
7. LITERATURA .....	44

# 1. UVOD

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

### 1.1.1. Sistematika vrste

Primorska gušterica, u sistematici poznata kao *Podarcis siculus*, gušter je iz porodice *Lacertidae* (Tablica 1.) te iz roda *Podarcis* (Wagler, 1830). Navedeni rod čine 23 vrste guštera koje uglavnom nastanjuju južni dio Europe (Arnold i sur., 2007). Primorska gušterica je nativna vrsta u Hrvatskoj, Italiji, Francuskoj, Švicarskoj, Sloveniji, Crnoj Gori i Bosni i Hercegovini (Jelić, 2012). Smatra se da je Italija izvorno područje podrijetla, gdje se *Podarcis siculus* nalazi i na obližnjim velikim otocima Siciliji, Sardiniji i Korzici (Rivera i sur., 2011).

Nad vrstama iz roda *Podarcis* provedena su brojna istraživanja genetičke i molekularne varijabilnosti (Harris i Arnold, 1999, prema Arnold i sur., 2007). Manje je provedenih istraživanja uzelo u obzir morfološku varijabilnost proučavanih vrsta (Bruner i Costantini, 2007), iako su *Podarcis siculus* dobar model za proučavanje morfološke varijabilnosti zbog visoke inter- i intra- populacijske morfološke varijabilnosti (Arnold i Ovenden, 2002). Navedena varijabilnost može biti korisna tijekom otkrivanja mikroevolucijskih procesa divergencije i adaptacije (Harris i Arnold, 1999). Velike i česte morfološke razlike između populacija, uzrok su tome da su opisane mnoge podvrste i to posebice na otocima unutar granica rasprostranjenosti vrste. Morfološke karakteristike korištene za imenovanje novih podvrsta usko su vezane uz klimatske i okolišne faktore te zbog navedenog razloga brojne podjele unutar vrsta gušterica roda *Podarcis* ne podupiru molekularne analize (Oliverio i sur., 2001).

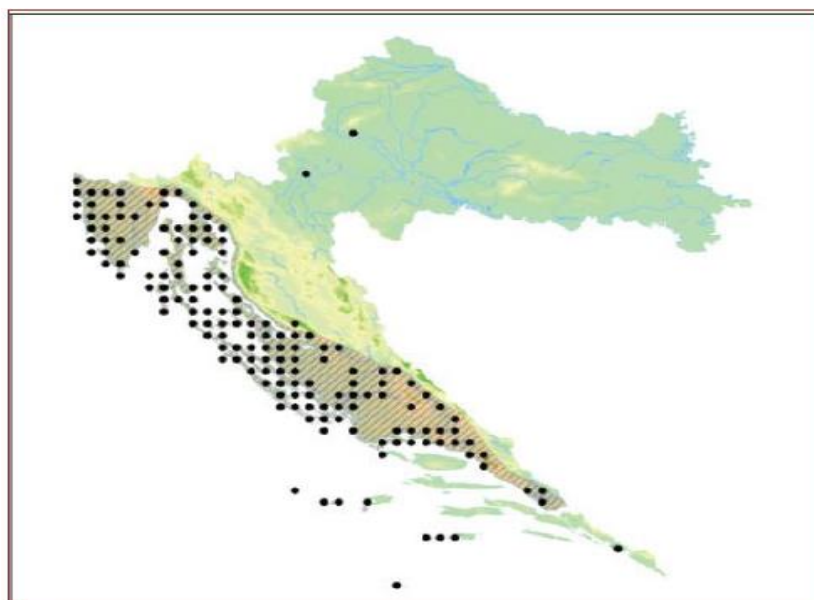
Tablica 1. *Taksonomija primorske gušterice (Gojak, 2020)*

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 *Podarcis siculus*

Ova autohtona životinjska vrsta naseljava veliki broj otoka u Tirenskom i Jadranskom moru, kao i istočno jadransko obalno područje. Osim navedenih dijelova *Podarcis siculus* naseljava i Apeninski poluotok. U Republici Hrvatskoj guštericu možemo pronaći duž jadranske obale (od Istre pa sve do Neuma), u Zagrebu i Karlovcu te na mnogobrojnim otocima (Slika 1). Na temelju morfoloških razlika, u Republici Hrvatskoj su u znanstvenoj literaturi opisane 24 podvrste *Podarcis siculus* (Breljih i Džukić, 1974). *Podarcis siculus* je uspješan kolonizator, pa je tako antropogenim aktivnostima introducirana u Tursku, Španjolsku, Libiju, Tunis pa čak i u Sjedinjene Američke Države (Crnobrnja-Isalović i sur., 2009, prema Jelić i sur., 2012).



Slika 1. Potencijalna rasprostranjenost i nalazišta primorske gušterice u Hrvatskoj (Jelić i sur., 2012)

### 1.1.3. Biologija vrste

Primorska gušterica može narasti do 9 centimetara mjereći od vrha njuške do nečisnice (Arnold i Ovenden, 2002). Obojenost vrste je vrlo raznolika i prisutan je polimorfizam. Dorzalni dio najčešće je zelene, zeleno-smeđe, maslinaste ili svijetlosmeđe boje, krasi ga svjetlije (ili tamnije) linije, a ponekad i niz točaka (vidi Sliku 2). Neke populacije ove vrste imaju točkasti ili mrežasti uzorak. Osim navedene šarene obojanosti, uočene su i jedinke bez šara. Ventralni dio

primorske gušterice najčešće je sivkaste boje. Rubne trbušne pločice često su obojane plavim točkicama, a uočene su i jedinke sa žutim ili narančastim obojenjem (Jelić i sur., 2012). Osim navedenih karakteristika, kod vrste je prisutan spolni dimorfizam. Taj se dimorfizam manifestira time da su mužjaci veći od ženki, imaju duži rep i dulje stražnje udove te veću i širu glavu (Arnold i sur., 2007, prema Vervust i sur., 2007). Proučavana vrsta je ektotermna vrsta i naseljava brojna različita staništa počevši od morske obale, makije, suhих kamenitih pašnjaka, suhozida, pa sve do livada, rubova šuma i naselja (Crnobrnja-Isailović i sur., 2009). Živi na visinama od 0 m do 2000 m nadmorske visine (Gasc i sur., 1997). *Podarcis siculus* hrani se beskralježnjacima, pretežno člankonošcima kao što su pauzi i kornjaši, ali pronađeni su i rijetki slučajevi prehrane biljem kao što je slučaj na otocima Pod Mrčaru i Pod Kopište (Herrel i sur., 2008). U svega nekoliko slučajeva, najčešće na malim otocima, zabilježen je kanibalizam odraslih na mladim jedinkama. Kao potencijalni predatori *Podarcis siculus* navode se ptice, zmije i sisavci (Capula i Aloise 2011, prema Grano i sur., 2011). Diurnalna je životinja, što znači da se hrani i razmnožava tijekom dana, čime izbjegava predatore aktivne noću. Oportunistička je vrsta, okarakterizirana visokom ekološkom valentnošću i velikim kapacitetom za brzo rasprostranjivanje (Podnar i sur., 2005).



Slika 2. Primorska gušterica (*Podarcis siculus*) (Uetz i sur., n.d.)

*Podarcis siculus* hibernira od početka studenog do početka ožujka (Vitt i Caldwell, 2014), a razmnožavanje se odvija u travnju i svibnju. Tada se kod mužjaka ispoljava agresivnost prvenstveno prema drugim mužjacima, premda je uočeno kod više vrsta ovog roda da mužjaci grizu ženku tijekom parenja (Marguš, 2009, prema Lauš i Zadravec, 2011). Mužjaci spolnu zrelost u prosjeku dosežu nakon prve godine, a ženke između prve i druge godine života. Ženke koje se pare prvi put imaju jednodo dva legla godišnje, dok ih kasnije mogu imati i do pet. U

leglu se može naći od dva do dvanaest jaja, no najčešće ta brojka bude pet do šest. Nakon 6-8 tjedana iz jaja se izliježu mladunci koji istog trenutka postaju samostalni (Henle i Klaver, 1986, prema Vervust i sur., 2007). Zabilježena su i tri slučaja prirodne hibridizacije primorske gušterice s drugim vrstama iz roda *Podarcis*, a to su *Podarcis tiliguerta* nedaleko od Sardinije, *Podarcis raffonei* na Aeolijskom otoku i *Podarcis wagleriana* na otoku Marettimo (Gorman i sur., 1975).

#### 1.1.4. Ugroženost i mjere zaštite vrste

*Podarcis siculus* uvrštena je u Crvenu knjigu vodozemaca i gmazova Republike Hrvatske, kao autohtona vrsta, a ugroženost vrste navedena je kao „najmanje zabrinjavajuća” (eng. Least concern - LC). Podvrste *Podarcis siculus ragusae* i *Podarcis siculus adriaticus* tretirane su kao zasebne konzervacijske jedinice sa specifičnim uzrocima ugroženosti, odnosno ocijenjene su kao gotovo ugrožene (eng. nearthreatened - NT). Proučavana vrsta 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 i to radi brojnih endemskih podvrsta diljem svog areala. U Republici Hrvatskoj, zbog velike gustoće populacije i invazivnosti, vrsta *Podarcis siculus* (osim podvrsta *Podarcis siculus ragusae* i *Podarcis siculus adriaticus*) nije zaštićena te ne postoje predložene mjere očuvanja (Jelić i sur., 2012).

#### 1.2.1. Socijalnost i socijabilnost

Temperament je skup konstantnih individualnih razlika u ponašanju koje se ponavljaju kroz različite vremenske intervale unutar velikog broja različitih mogućih situacija. Smatra se da temperament može biti nasljedan pa zbog toga utječe na adaptivni fitness vrste odnosno prilagodbu okolišu, te uključuje ponašanja kao što su agresivnost, izbjegavanje noviteta, spremnost na rizik i socijalnost (Rodriguez-Prieto i sur., 2011). Proučavanje temperamenta ključno je za animalnu psihologiju, bihevioralnu genetiku, farmakologiju i stočarstvo, no bez obzira na navedeno malo je poznatih studija o ekologiji i evoluciji temperamenta (Rodriguez-Prieto i sur., 2011). Svako od navedenih svojstava temperamenta potencijalno se može izmjeriti pomoću seta korelacijskih bihevioralnih ili psiholoških varijabli, a njihove razlike ukazuju na bihevioralnu plastičnost (Réale i sur., 2007). Bihevioralna plastičnost može biti slična kod svih jedinki iste vrste, premda se jedinke mogu razlikovati u samo jednom ponašajnom aspektu

temperamenta (Biro i sur., 2010). Temperament i bihevioralna plastičnost su u većini radova bili neovisno istraživani, stoga je pojava inter-individualnih razlika u bihevioralnoj plastičnosti zahtijevala interaktivniji pristup gdje se istražuju oba fenomena (Dingemanse i sur., 2010). To je rezultiralo pronalaskom individualnih razlika kod mnogih kralješnjaka u aspektima ponašanja poput agresije ili socijalnosti, odnosno razlika u temperamentu (Bell i sur., 2009).

U ovom diplomskom radu središnji objekt istraživanja je utjecaj socijalnosti na razvoj socijabilnosti kod guštera *Podarcis siculus*. *Socijalnost* je općenito definirana kao količina motivacije jedinke da formira dugotrajne ili kratkotrajne grupe, najčešće s jedinkama iste vrste (Botreau i sur., 2007). Postoji velik broj potencijalnih prednosti za jedinke u grupi, a neke od njih su lakša i učinkovitija obrana od predatora, brže pronalaženje određenih resursa i lakše pronalaženje partnera (Silk i sur., 2007). Bez obzira na navedene prednosti postoje i mane života u skupinama, a neke od njih su brži prijenos patogena i parazita i veća kompeticija za spomenute resurse i partnere (Krause i sur., 2002). Pojam kojim se opisuje količina motivacije jedinke da ostane u bliskom kontaktu s drugim jedinkama iste vrste naziva se *socijabilnost* (Sibbald i sur., 2006). Razlika između ova dva pojma očituje se u tome da je socijalnost bihevioralni aspekt koji se odvija u pozitivnom kontekstu za jedinku, dok socijabilnost jedinka iskazuje kada želi biti pored druge neovisno u kontekstu. Kada se ona mjeri na razini grupe, najčešće se kao faktori uzimaju podudarnost ponašanja jedinki i socijalna kohezija (Rook i Huckle, 1995). Na individualnoj razini jedinke promatraju se bihevioralne posljedice izolacije (Ball, 2003) i razina motivacije da jedna jedinka stupi u kontakt s drugom jedinkom iste vrste (Hovland i sur., 2011). Važan aspekt karakteristika koje se promatraju u istraživanju životinjskog temperamenta je i njihova konzistencija kroz vrijeme i specifične uvjete (Bates, 1986). Drugim riječima, različite razine socijabilnosti kod pripadnika iste vrste podložne su promjenama uzrokovanih okolišnim faktorima. Primjerice, kod vrste riba *Gasterosteus aculeatus*, uočena je dominantno agresivna karakteristika temperamenta u okolišu u kojem postoji visok rizik od grabežljivaca, dok su oni uzgojeni u okolišu u kojem je opasnost od grabežljivaca minimalna izgubili tu karakteristiku i pokazivali socijabilnost prema pripadnicima iste vrste (Bell i Sih, 2007). Unatoč tome što se mogu pronaći jedinke iste vrste, kod kojih neke žive solitarno a neke u skupinama, malo se zna o razlikama o njihovom socijalnom ponašanju. Istraživanje provedeno na filopatričnoj vrsti glodavaca *Rhabdomys pumilio* pokazalo je da su se jedinke, koje su početno živjele u skupini postale solitarne, značajno razlikovale u socijabilnosti na način da su socijalni kontakt ostvarivale samo sa suprotnim spolom u smislu reproduktivne motivacije (Schradin i sur., 2012). Te razlike u socijabilnosti, pojavile su se kod jedinki u isto vrijeme i to prije disperzije, odnosno

prije prelaska na solitarni način života, što je dalje rezultiralo promjenom njihovog ponašanja u evolucijski adaptivnom smjeru (Schradin i sur., 2012). Rano izlaganje socijalnom okruženju pretpostavlja razvijeniju osobinu socijalnosti, što je potvrđeno i s mladuncima guštera *Chamaeleo calyptratus* odraslim u izolaciji u kasnijem izbjegavanju socijalnog kontakta s pripadnicima iste vrste (Ballen i sur., 2013). Također, istraživanje Aubret i sur. (2016) dokazuje da socijalni kontakt utječe na razvitak socijalnosti čak i prije izlijevanja. Kod vrste zmija *Natrix maura*, životinje koje su bile izolirane u inkubaciji, kasnije su pokazale manje izraženu socijabilnost naspram životinja koje su inkubirane u kontaktu s drugim jajima (Aubert i sur., 2016).

Socijalnost kod gmazova opširna je i još uvijek nedovoljno istražena tema. O drugim skupinama, kao što su ptice i sisavci, pred gotovo 20 godina postojalo je 4 puta više literature nego o gmazovima, iako je biološka raznolikost te skupine veća nego kod sisavaca, i taj trend se nastavlja (Bonnet i Lourdais, 2002, prema Doody i sur., 2013). Tome doprinosi postojanje stabilnih društvenih agregacija kod ptica i sisavaca, vidljivih složenih interakcija u socijalnim grupama, produžena roditeljska skrb i visoka razina socijalnih obmana u nekim grupama (Bonnet i Lourdais, 2002, prema Doody i sur., 2013). Gmazovi su često stereotipizirani kao solitarne i agresivne životinje, kod kojih ne postoji roditeljska briga i stabilne socijalne agregacije i kod kojih nisu razvijena socijalna ponašanja osim teritorijalnosti i dominantnosti (Bonnet i Lourdais, 2002, prema Doody i sur., 2013). No, istraživanja o socijalnom ponašanju guštera dokazala su da su u određenim segmentima socijalnosti (primjerice razvoj socijalnih interakcija zbog povećane gustoće i smanjenje agresije) napredniji od nekih vrsta sisavaca i ptica (Brattstorm, 1974). Većina socijalnog ponašanja uočenog kod gmazova specifično je za okoliš u kojem obitavaju. Iako su mnoge vrste guštera razvile teritorijalno ponašanje, kod nekih se javlja hijerarhijsko, a kod nekih su uočeni „haremi“ (Brattstorm, 1974). Za značajan broj teritorijalnih guštera koji su proučavani, gusta nastanjenost teritorija rezultira povećanom socijalnom interakcijom, kompetencijom između jedinki te razvitkom hijerarhijskog ponašanja (Brattstorm, 1974). Povećanjem gustoće populacije, jedinke s većom razinom socijabilnosti imaju veći adaptivni fitnes, čime selekcija utječe na povećanje frekvencije socijabilnog fenotipa u populaciji (Heino i sur., 1998). Uz to će gustoća mužjaka biti veća na područjima s većom dostupnosti ženki, dok će gustoća ženki biti veća na mjestima povoljnima za gniježđenje i mjestima koja su bogata hranom (Clutton-Brock i Parker, 1992). Istraživanje o socijalnom ponašanju provedeno na vrsti guštera *Tiliqua rugosa* otkrilo je jedinstveni monogamni sustav parenja, u kojem parovi ostaju zajedno tijekom duljeg razdoblja svakog proljeća prije nego što se pare. Također, u većini

slučajeva, biraju iste partnere za parenje svake sljedeće godine, što može potrajati i više od 25 godina (Bull i sur., 2017). Ovaj fenomen nije neobičan u svijetu životinja, ponajprije kod sisavaca, ali nije čest kod gmazova. Osim navedenog otkrili su i stabilnu društvenu strukturu kod solitarnih guštera *Tiliqua rugosa* na teritorijima koje dijele s nekolicinom njihovih susjednih vrsta, što upućuje na dosljedne razlike u ponašanju pojedinačnih jedinki ovisno o doticaju s drugom vrstom (Bull i sur., 2017). Osim teritorija koji igra važnu ulogu u socijalnom ponašanju, Michelangeli i sur. (2019) su na vrsti guštera *Lampropholis delicata* pronašli intrinzične mehanizme koji reguliraju spremnost na rizik prilikom socijalnog kontakta na geografski različitim populacijama. Unutar vrste *Lampropholis delicata* vidljive su individualne razlike u termalnim i metaboličkim zahtjevima koji utječu na bihevioralne osobine jedinke, kod populacija koje nikada ne dolaze u kontakt (Michelangeli i sur. 2019). Za jedinstvene bihevioralne osobine jedinke odgovorni su konzervirani živčani mehanizmi (Libersat i Pflueger, 2004). Oni kroz tri skale (fiziološka, razvojna i evolucijska) u svom međudjelovanju određuju poveznicu gena, mozga i ponašanja (Robinson i sur., 2008). U fiziološkoj domeni, kod gmazova reda *Squamata* bitno je spomenuti osjetilo njuha i vida. Kemorepcija je ključna kod pronalaska partnera ili izbjegavanja seksualnih rivala (Labra i sur., 2001), premda se njuh smatra primarnim mehanizmom diskriminacije kod mužjaka (Sa-Sousa, 2001). Kod ženki veću ulogu ima osjetilo vida, s obzirom da su one morfološki sličnije nego mužjaci (Sa-Suosa, 2001).

Zbog prethodno navedenih razloga, gušteri su dobar model za proučavanje rane evolucije socijalnosti kralješnjaka, a proučavanju doprinosi i jednostavan obrazac ponašanja guštera. Pod time se podrazumijeva činjenica da kod njih socijalno ponašanje nije obavezno i da postoji dovoljno varijacija u socijalnim strategijama između pripadnika iste vrste (Whiting i While, 2017). Istraživanja Gojak (2020) i Bilajac (2020) prethode ovom istraživanju. Gojak (2020) utvrđuje razlike u socijabilnosti između populacija *Podarcis siculus* te spolova unutar i između populacija s otočića Pod Kopište i Pod Mrčaru. Rezultati ukazuju na veću razinu socijabilnosti mužjaka s Pod Mrčaru u odnosu na ženke s oba otoka i mužjake s otoka Pod Kopište. Bilajac (2020) provodi istu analizu na potomcima jedinki uzgojenih u zatočeništvu koje su sudjelovale u Gojakovom istraživanju, čime se otvara pitanje potencijalne heritabilnosti psiholoških aspekata temperamenta. Rezultati upućuju na nepostojanje statistički značajne razlike u socijabilnosti kod juvenilnih jedinki s obzirom na spol i podrijetlo, što se može objasniti nepoznavanjem spola i nedovoljnom starosti. Oba istraživanja pružaju odličan uvid u moguće ekstrinzične i intrinzične utjecaje na socijalnost, no fundamentalno pitanje da li jedinka socijalnim kontaktom postaje socijabilnija ostaje neodgovoreno.

### 1.2.2. Socijalno učenje

Provedeno je istraživanje povezano sa socijalnim učenjem u kojem se pokazalo da su jedinke *Podarcis siculus* sposobne naučiti neki zadatak od pripadnika iste vrste ili različite vrste unutar roda (Damas Moreira i sur., 2018). Iz navedenog se može zaključiti da gušterima interakcija s drugim pripadnicima vrste olakšava preživljavanje u novom okolišu. Jedinke promatraju djelovanje drugih jedinki u okolini i oponašaju njihovo ponašanje ako je u skladu s njihovim interesima. Ovaj mehanizam vrlo vjerojatno ide u prilog činjenici o uspješnosti *Podarcis siculus* kao invazivne vrste (Damas Moreira i sur., 2018).

### 1.3. Translokacijski pokus na otocima u Lastovskom arhipelagu

Sjeverozapadno od otoka Lastovo, u Jadranskom moru, nalaze se otoci Pod Mrčaru i Pod Kopište. Otoci su međusobno udaljeni oko pet kilometara te su nenaseljeni. Čine dio Lastovskog arhipelaga koji je 2006. proglašen parkom prirode.

Godine 1971. Evitar Nevo i suradnici su napravili recipročan prijenos između navedena dva otoka. Pet muško-ženskih parova primorske gušterice *Podarcis siculus* su s nativnog otoka Pod Kopište premjestili na otok Pod Mrčaru te su pet muško-ženskih parova krške gušterice *Podarcis melisellensis* s otoka Pod Mrčaru preselili na otok Pod Kopište kako bi proučili njihovu kompeticiju (Nevo i sur., 1972). Herrel i suradnici su se na proučavane otoke vratili 36 godina nakon provedenog recipročnog prijenosa kako bi zabilježili rezultate te translokacije. Prebačene jedinke krške gušterice na otoku Pod Kopište nisu se održale, dok su s nativnog otoka Pod Mrčaru sve jedinke nestale. Prebačene jedinke primorske gušterice pronađene su na oba otoka što je dokazano analizom mitohondrijske DNA. Osim navedenog, primijetili su mnogobrojne morfološke razlike između dvije opstale populacije primorske gušterice. Jedinke s otoka Pod Kopište imale su manju masu i kraće tijelo, manju glavu, čeljust i slabiji zagriz od jedinki s otoka Pod Mrčaru. Uzroci navedenih promjena uglavnom leže u promjenama u prehrani, točnije prelasku s pretežno karnivornog na pretežno herbivorni način prehrane. Posljedica takvog načina prehrane kod novo osnovane populacije primorskih gušterica je pojava cekalnih zalistaka čija je uloga usporavanje prolaska hrane i osiguravanja fermentirajuće komore za konverziju celuloze (Herrel i sur., 2008; prema Vervust i sur., 2010).

Godine 2007. Vervust je sa suradnicima usporedio pritisak predatora na jedinke i mikrostaništa te su donjeli niže navedene zaključke. Otoci su građeni od organskog vapnenca te su vrlo slične veličine. Rubne dijelove otoka čine gole stijene, dok su središta proučavanih otoka prekrivena vegetacijom. No, vegetacija na otoku Pod Kopište rjeđa je i niža. Navedenim se zaključuje da jedinke s otoka Pod Mrčaru moraju proći manju udaljenost do skloništa, a i obilnija vegetacija im pomaže kod zaklona od predatora. Svi ovi razlozi dovode do toga da gušterice imaju kraće noge od jedinki sa susjednog otoka. Populacija gušterica je brojnija na otoku Pod Mrčaru zbog povoljnijeg staništa. Tamo su i jedinke slabije reagirale na predatore i bile manje agresivne (izuzevši borbu za teritorij) od jedinki sa susjednog otoka Pod Kopište.

#### *1.4. Projekt „Genomički aspekti brze evolucije primorske gušterice (*Podarcis siculus*) - GENRALIZ”*

Znanstveni projekt naziva GENRALIZ projekt je pod voditeljstvom doc. dr. sc. Anamarije Štambuk. Hrvatska zaklada za znanost (HRZZ) financira ovaj projekt koji se bavi istraživanjem vrste *Podarcis siculus* pod šifrom IP-2016-06-9177. Važnost projekta je u tome da se pokušava odgovoriti na pitanja o fenotipskim razlikama populacija primorske gušterice s otoka Pod Mrčaru i s otoka Pod Kopište. Cilj je saznati jesu li te fenotipske razlike rezultat rapidne adaptivne evolucije ili refleksija fenotipske plastičnosti vrste. Osim ovog bitnog pitanja, pokušava se saznati kako fenotipska divergencija i efekt uskog grla utječu na genomsku divergenciju populacija *Podarcis siculus*. Eksperimentalni okvir ovog projekta temelji se na metodama populacijske genomike te „Eksperimentu u zajedničkom okolišu“ (eng. „Common garden experiment“) (Štambuk, n.d.).



## 2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA I HIPOTEZA

Glavni cilj istraživanja je odrediti socijabilnost dvije skupine guštera *Podarcis siculus*, onih koji su stupili u socijalni kontakt s jedinkama iste vrste i onih koji nisu, standardiziranim testovima ponašanja.

Hipoteze istraživanja su:

1. Socijalni kontakt u odrasloj dobi utječe na povećanje socijabilnosti kod guštera *Podarcis siculus*.
2. Socijabilnost guštera *Podarcis siculus* unutar jedne sezone ostaje ista.

### 3. MATERIJALI I METODE

#### 3.1. Održavanje guštera u zatočeništvu

U ovom eksperimentu sudjelovalo je 70 jedinki *Podarcis siculus* starih godinu dana. Roditeljske jedinke su dobile specifične oznake (slova i brojke) na temelju individualnih informacija o jedinkama poput podrijetla i spola. Roditeljska generacija je uz dozvolu Ministarstva zaštite okoliša i energetike te etičkog povjerenstva, ulovljena na otocima Pod Mrčaru i Pod Kopište u ožujku 2017. godine.

Jedinke *Podarcis siculus* su držane u plastičnim terarijima (dimenzija 40x30 cm) s podlogom od treseta, UV lampom i lampom za grijanje, posudom za vodu i skloništem (PVC cijevčica koja na jednom kraju sadrži otvor, a na drugom kraju je zatvorena) u prostorijama Zoo vrta u Zagrebu, a za vrijeme trajanja istraživanja prenesene su u prostorije Zavoda za animalnu fiziologiju Biološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta. Vlaga u zraku iznosila je 40-60%, svjetlost je pratila prirodni dnevno-noćni ritam pojedine sezone, dok je temperatura podešena na 30 °C danju i 20 °C noću. Prehrana se sastojala od šturaka svaki drugi dan.

#### 3.2.1. Testiranje socijalnosti

Socijalnost jedinki se testirala na dva načina. Prvi dan u testu otvorenog polja (eng. „open field maze“) koji je inicijalno razvijen 1934. godine za mjerenje emocionalnosti kod glodavaca, i danas se koristi kao jedna od najučestalijih mjera u animalnoj psihologiji (Seibenhener, 2015). Kod glodavca mjere emocionalnosti su lokomotorna aktivnost i fekalna kontaminacija, prvotno u praznoj areni u koju se zatim dodaju objekti (Seibenhener, 2015). Smatra se da kod njih postoji filogenično kondicionirana averzija prema otvorenim i jarko osvijetljenim prostorima koji izazivaju strah, pa objekti predstavljaju skloništa. U testu se mjeri frekvencija ulaska i preferencija između objekata (Seibenhener, 2015).

Za potrebe testiranja primorske gušterice konstruirana je eksperimentalna kutija od pleksiglasa (dimenzija 50x25x60 cm) s otvorenim krovom, te neprozirnim i svijetlim zidovima po kojima se gušteri ne mogu penjati. Kutija nema dna, već je bila postavljena na plastičnu ploču podijeljenu na kvadrate. Iznad kutije postavljena je grijaća lampa, koja zagrijava središnju zonu arene na temperaturu pogodnu za sunčanje jedinke, i kamera za snimanje. U rubnim odjeljcima,

jedan nasuprot drugog, postavljena su dva plastična skloništa za njihovo skrivanje. Svako sklonište ima 3 ulaza, paralelna sa zidovima pa tako gušter nesmetano može ući u sklonište s koje god strane pristupio skloništu. U jednom skloništu je komad papira s mirisom drugog guštera, što sugerira da je sklonište zauzeto, a ispod drugog je komad papira bez mirisa (vidi Sliku 8).

Drugi dan testiralo se testom socijalnog izbora, odnosno 3-komornim testom socijalnosti (eng. „3-chambered sociability test“) koji je izvorno dizajniran za proučavanje socijalnosti laboratorijskog miša (Sahgal, 1993). Koristila se kutija od pleksiglasa (dimenzija 50x25x60 cm), gdje je arena podijeljena na tri jednaka odjeljka, s neprozirnim zidovima na čijem se središtu nalaze prozirna vratašca (dimenzija 5x5 cm). U bočne odjeljke, ispred otvarača, postavljena su dva žičana kaveza, jedan s prezentiranim gušterom, a drugi prazan. Jedinka koja ulazi u pokus spuštala se u središnji odjeljak s zatvorenim vratašcima prema ostalim odjeljcima. Nakon aklimatizacije od 5 minuta otvorila su se oba vratašca i uslijedilo je snimanje (vidi Sliku 3). U daljnjim prikazima metodologije i rezultata prvotno je prikazan ovaj način testiranja zbog složenosti varijabli.

### *3.2.2. Uvjeti i provedba testa socijalnog izbora*

Na dan pokusa temperatura u prostoriji bila je postavljena na 30°C zbog toga što su gušteri poikilotermne životinje koje preferiraju navedenu temperaturu (Ortega i sur., 2016). Iznad sredine središnjeg odjeljka postavljena je žarulja i video kamera. Istraživač je prvo laganim usmjeravanjem štapićem naveo prezentiranu jedinku (jedinka na čiju se prisutnost testira) u PVC cjevčicu koja je poslužila kao prijenosno sredstvo do kutije za pokus i tamo je pustio u jedan od bočnih odjeljaka. Zatim je štapićem navedena na kretanje po odjeljku s namjerom da ostavi svoj miris, pa ulovljena u žičani kavez postavljen u središte odjeljka. U drugom bočnom odjeljku nalazio se prazan kavez. Istraživač je tada štapićem naveo fokalnu jedinku (ispitivanu jedinku) u svoju PVC cjevčicu koja je poslužila kao prijenosnik i stavio je u središnji odjeljak. Nakon 5 minuta aklimatizacije, istraživač je otvorio prozirna vratašca i pokrenuo program za snimanje guštera u vremenskom ograničenju od 20 minuta. Nakon završetka pokusa gušteri su navedeni u svoje PVC cjevčice i vraćeni u terarije. Također su se prije svakog pojedinog testiranja kutija za pokus, plastična podloga i kavezi dezinficirali 30%-tnim etanolom kako miris ne bi utjecao na daljnja testiranja.

### 3.2.3. Uvjeti i provedba testa otvorenog polja

Na dan pokusa temperatura u prostoriji bila je postavljena na 30°C, a iznad sredine središnjeg odjeljka postavljena je žarulja i video kamera. U PVC cjevčicu u terariju jedinke na čiji se miris testira fokalni gušter, stavljen je komadić papirića navlažen s destiliranom vodom. Istraživač je zatim laganim usmjeravanjem štapićem naveo jedinku da uđe u PVC cjevčicu s papirićem kako bi dobio njezin miris i držao je u cjevčici 5 minuta. Nakon što je pustio jedinku van iz cjevčice, pod jedno sklonište u bočnim odjeljcima kutije za pokus stavlja taj papirić s mirisom, dok u drugo sklonište stavlja papirić bez mirisa navlažen samo destiliranom vodom. Zatim je slijedio prijenos fokalne jedinke u kutiju za pokus tako što je istraživač laganim usmjeravanjem štapićem naveo jedinku da uđe u svoju PVC cjevčicu koja je poslužila kao prijenosno sredstvo. Fokalna jedinka puštena je iz cjevčice na sredinu kutije za pokus i nakon 5 minuta aklimatizacije, istraživač je pokrenuo program za snimanje guštera u trajanju od 20 minuta. Nakon završetka pokusa istraživač je naveo jedinku u svoju PVC cjevčicu i vratio u terarij. Pri završetku svakog pojedinog testiranja, kutija za pokus, plastična podloga i skloništa bili su dezinficirani 30%-tnim etanolom kako postojeći miris guštera ne bi utjecao na daljnja testiranja.

### 3.3.1. Vremenski tijek pokusa

S obzirom na to da su se gušteri uzgajali u laboratorijskim uvjetima, testiranja su se provodila tijekom tri godine kako bi u istraživanju bilo uključeno dovoljno guštera za statističku analizu. Ukupni broj od 70 guštera određen je na temelju prijašnjih istraživanja i uzgoja jedinki. Testiranja su se odvijala od kraja rujna do sredine prosinca 2018., 2019. i 2020. godine, da bi se izbjegao utjecaj sezone parenja. Svaka jedinka je bila testirana dva puta. Prvo testiranje bilo je na svih 70 jedinki *Podarcis siculus* koje su od početka života živjele solitarno. Nakon toga, jedinke su nasumično svrstane u dvije skupine s jednakim omjerima spolova. Kontrolnu skupinu činilo je 40 jedinki koje su u sljedećih mjesec dana živjele solitarno, odnosno u asocijalnim uvjetima. U eksperimentalnu skupinu svrstano je ostalih 30 jedinki koje su idućih 4 tjedna od prvog testiranja živjele u socijalnim uvjetima, odnosno s drugim gušterom suprotnog spola. Nakon 4 tjedna, odnosno mjesec dana, od prvog testiranja pokus je bio ponovljen, i u testu otvorenog polja kao i u testu socijalnog izbora, na istim jedinkama koje su

mjesec dana živjele u različitim uvjetima. Period od mjesec dana određen je na temelju istraživanja socijalnog učenja i reaktivnosti na okolinu kod *Podarcis siculus* (Damas-Moreira i sur., 2018), te provedbe testiranja unutar jedne sezone. U slučaju eksperimentalne skupine prilikom ponovljenog testiranja za mjesec dana miris i gušter suprotnog spola u kavezu bili su poznati (životinja iz para), dok se u slučaju kontrolne skupine uvijek radi o nepoznatom gušteru suprotnog spola.

### 3.3.2. *Analiza snimljenog materijala u testu socijalnog izbora (eng. „3-chambered sociability test“)*

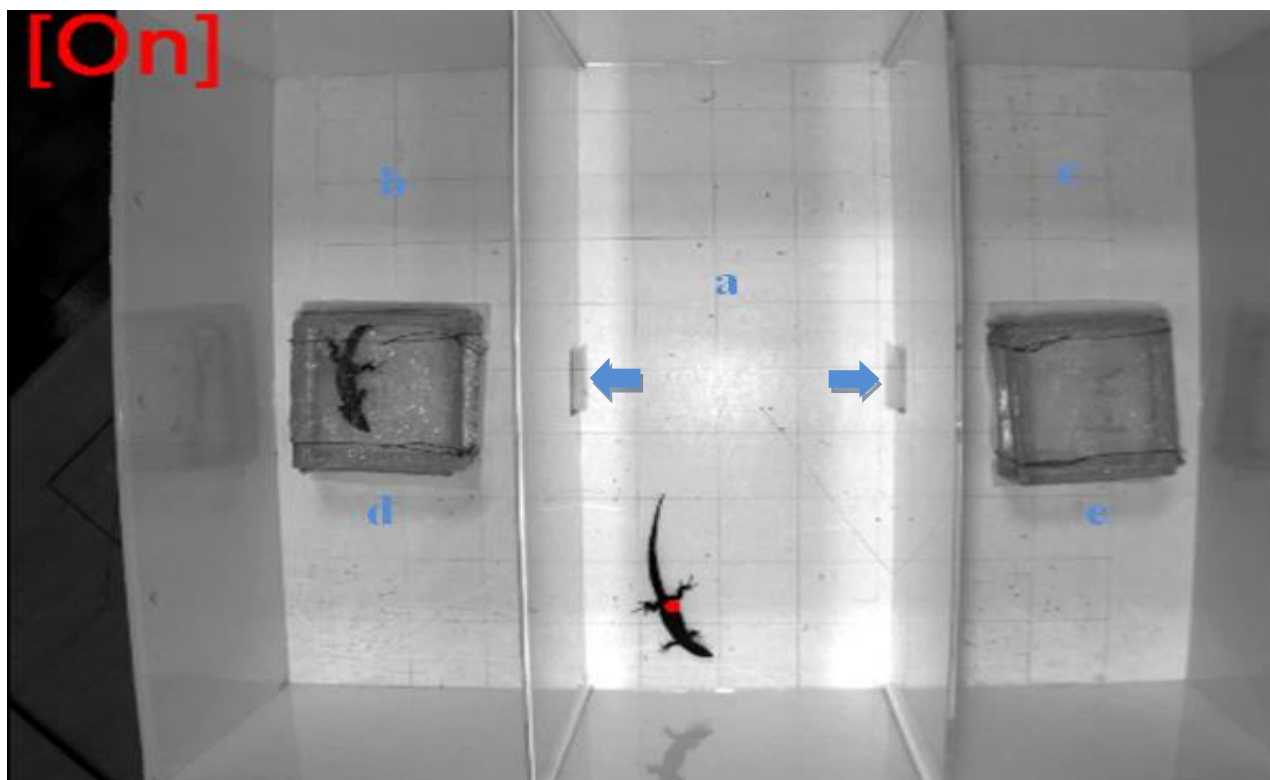
Za analizu je korišten program Ethovision XT 13, Noldus Information Tehnology, Nizozemska. Prije analize video snimki potrebno je pohraniti (back-up) datoteku s .evxt ekstenzijom. Uz Ethovision USB priključen u računalo, otvoriti program i odabrati opciju „Restore backup“. Zatim je potrebno otvoriti spremljenu datoteku i kliknuti na karticu „Aquisition“ koja se nalazi u izborniku „Explorer“ i zadobiti sve video snimke. Nakon toga su video snimke spremne za obradu.

Dodavanje ponašanja od interesa nalazi se u kartici „Manual scoring settings“, međutim prethodno je potrebno objasniti što znače i kada se pojedino ponašanje aktivira (Slika 3). U ovom testiranju postoje dvije vrste ponašanja: „Start-stop“ događaj i „Mutually exclusive“ događaj. „Mutually exclusive“ je kontinuirani događaj i odnosi se na odjeljke u kojima fokalna jedinka provodi vrijeme (vidi Tablicu 2). Dokle god je jedinka cijelim tijelom u jednom od predviđenih odjeljaka, pojedini događaj je uključen. U trenutku kad glava fokalnog guštera pređe u drugi odjeljak, isključuje se događaj koji označava prijašnji odjeljak i uključuje novi. U slučajevima kad se fokalni gušter nalazi u jednom od dva odjeljka s kavezom, potrebno je uključiti događaj koji označava da se gušter nalazi uz kavez ukoliko se njegova glava nalazi na otprilike jedan i pol kvadrat od kaveza i to ponašanje je „Start-stop“ događaj (Slika 4). U analizu je uključena varijabla „Preferenca za novog guštera“ (Tablica 2) koja se izračunava tako da se podijeli kumulativno vrijeme provedeno uz guštera s zbrojem kumulativnog vremena provedenog uz guštera i uz kavez te množi s 100 (Lo, Scarce-Levie, i Sheng, 2016). Jedinku smatramo socijabilnom kada joj je na ovoj varijabli rezultat više od 50 %.

Tablica 2. Naziv, opis i oznaka varijabli u testu socijalnog izbora

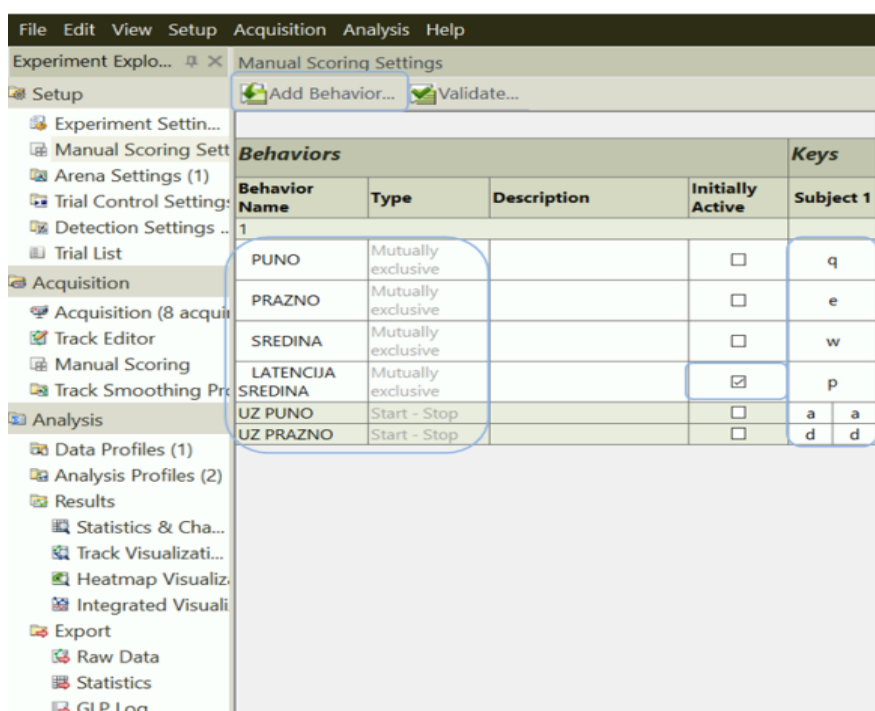
Naziv varijable	Opis varijable	Oznaka u Ethovision XT
T_središnji_odjeljak	kumulativno vrijeme provedeno u središnjem odjeljku	Sredina
T_odjeljak_prazno	kumulativno vrijeme provedeno u odjeljku s praznim kavezom	Prazno
T_odjeljak_gušter	kumulativno vrijeme provedeno u odjeljku s kavezom u kojem je prezentirani gušter	Puno
T_kavez_prazno	kumulativno vrijeme provedeno uz prazni kavez	Uz prazno
T_kavez_gušter	kumulativno vrijeme provedeno uz kavez u kojem je prezentirani gušter	Uz puno
%_preferenca_novi_gušter	preferenca za novog guštera u postotcima	-
L_odjeljak_prazno	vrijeme koje je potrebno da gušter prvi puta uđe u odjeljak s praznim kavezom	-
L_odjeljak_gušter	vrijeme koje je potrebno da gušter prvi puta uđe u odjeljak s kavezom u kojem je prezentirani gušter	-

Napomena: „T“ - vrijeme, „L“ – latencija



Slika 3. Prikaz 3-komornog testa socijalnosti s fokalnim gušterom u središnjem odjeljku (označen crvenom točkicom) i prezentiranim gušterom u kavezom u odjeljku lijevo. Oznaka a označava da se gušter nalazi u odjeljku „Sredina“, oznaka b odjeljak „Puno“ a oznaka d „Uz puno“, te oznaka c odjeljak „Prazno“ i oznaka e „Uz prazno“. Strelicama su označena prozirna vratašca, odnosno prolazi u odjeljke.

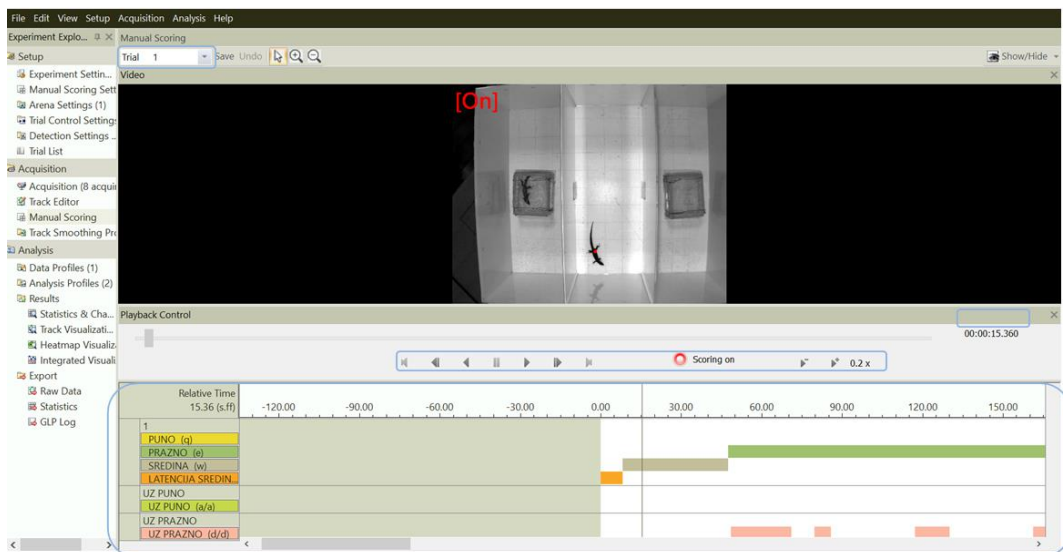
Za dodavanje ponašanja služi kartica „Manual scoring settings“ u kojoj se pomoću „Add behaviour“ prethodno navedena ponašanja upisuju uz pripadajuće komandne tipke na tipkovnici (Slika 4). Uz prethodno navedena ponašanja dodaje se i ponašanje „Latencija sredina“ koje je inicijalno aktivirano. Razlog tome je da ono mjeri vrijeme kada se fokalni gušter stavlja u središnji odjeljak, započinje snimanje i istraživač digno prozirna vratašca od bočnih odjeljaka, te se snimanje produljuje za to isto vrijeme nakon 20 minuta (Slika 5). Poželjno je za sva ponašanja, osim „Latencija sredina“, odabrati tipke koje nisu previše udaljene na tipkovnici, kako bi bilježenje bilo olakšano.



Slika 4. Prikaz kartice „Manual scoring settings“ za dodavanje ponašanja

Nakon što su ponašanja definirana i dodane specifične komandne tipke na tipkovnici, može započeti analiza ponašanja. Za analizu je zadužena kartica „Manual scoring“ koja sadrži pet tipova ponašanja (vidi Sliku 4 i Tablicu 2). Potrebno je napomenuti da u ovom testu za razliku od aktiviranja događaja tipa „Start-stop“ čije uključivanje i isključivanje ne ovisi o ostalim događajima, događaji tipa „Mutually exclusive“, kako naziv govori, ne mogu se aktivirati istovremeno. To sprječava moguću pogrešku da se gušter istovremeno nalazi u dva odjeljka. Ispod naziva „Manual scoring“ nalazi se izbornik koji služi odabiru pojedine video snimke odabrane datoteke (Slika 5). U ovom izborniku se mijenjaju i spremaju snimke nakon završetka obrade. Ispod video snimke nalazi se pomična traka na kojoj se uz pomoć lijevog klika

može pomicati video snimka unaprijed ili unazad. Odmah desno nalazi se ukupno vrijeme trajanja video snimke. Naredbe ispod pomične trake također omogućuju pomicanje snimke lijevo ili desno te automatsku reprodukciju snimke. Odmah desno od njih nalazi se naredba za snimanje, koju je potrebno uključiti lijevim klikom prije nego krenemo analizirati snimku ponašanja, a pored nje naredba koja omogućuje regulaciju brzine automatske reprodukcije snimke. Ispod navedenih naredbi nalazi se vremenska traka koja također određuje ukupno vrijeme trajanja snimke i koja se može kontrolirati, a sadrži redove koji predstavljaju pojedina ponašanja i događaje koje smo prvotno odredili u izborniku „Manual scoring settings“ (vidi Tablicu 2). Kada se aktivira tipka koja predstavlja određeni događaj, i napreduje kroz snimku, vrijeme odabranog ponašanja će rasti. U trenutku kad na snimci vidimo kraj određenog ponašanja, odgovarajućom tipkom (istom tipkom) prekinemo navedeno ponašanje. Ponašanja na traci označena su različitim bojama, a duplim klikom na traku koja predstavlja jedno od ponašanja, moguće je izbrisati dio koji se nalazi prije ili kasnije od okomite linije koja označava određeni trenutak video snimke (vidi Sliku 5).

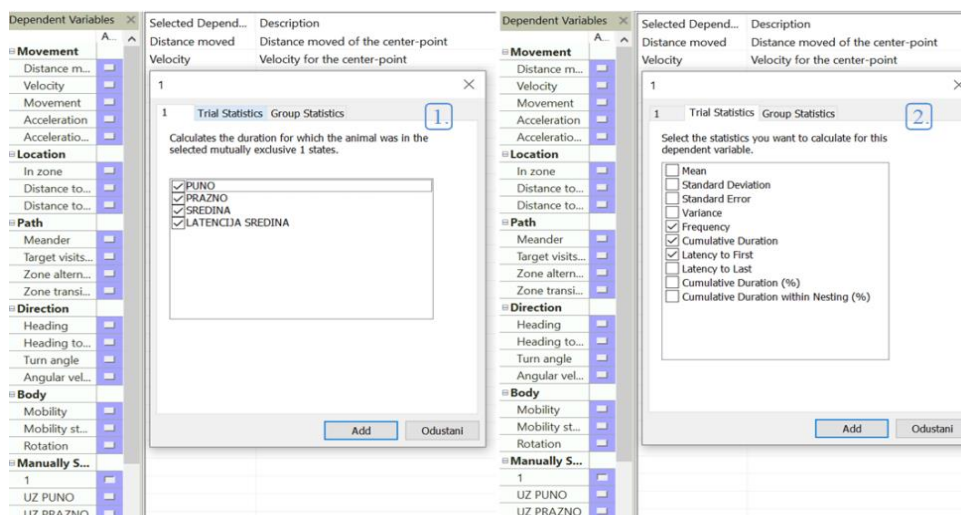


Slika 5. Prikaz obrade video snimki u testu socijalnog izbora

Nakon što smo obradili sve snimke jedne datoteke, odnosno jednog dana snimanja, kliknemo na karticu „Save“ koja se nalazi pored izbornika za snimke. Prije generiranja tablice potrebno je odabrati vrijednosti parametara na kartici „Analysis Profiles“ unutar koje kliknemo na podkarticu „Distance & Time“. Unutar stupca s zavisnim varijablama „Dependent variables“, nalazi se kartica „Manually scored behaviour“ s podkarticama koje je potrebno pojedinačno otvoriti i označiti parametre od interesa. Dakle otvorimo podkarticu, odaberemo



desno prozorčić „Trial Statistics“, unutar kojeg klikom odabiremo parametre poput kumulativnog trajanja („cumulative duration“), frekvencije („frequency“) i latencije do prvog („latency to first“) (Slika 6). Parametar latencija do prvog („latency to first“) nije potrebno uključivati za varijable „Uz puno“ i Uz prazno“.



Slika 6. Odabir parametara za generiranje tablice u testu socijalnog izbora

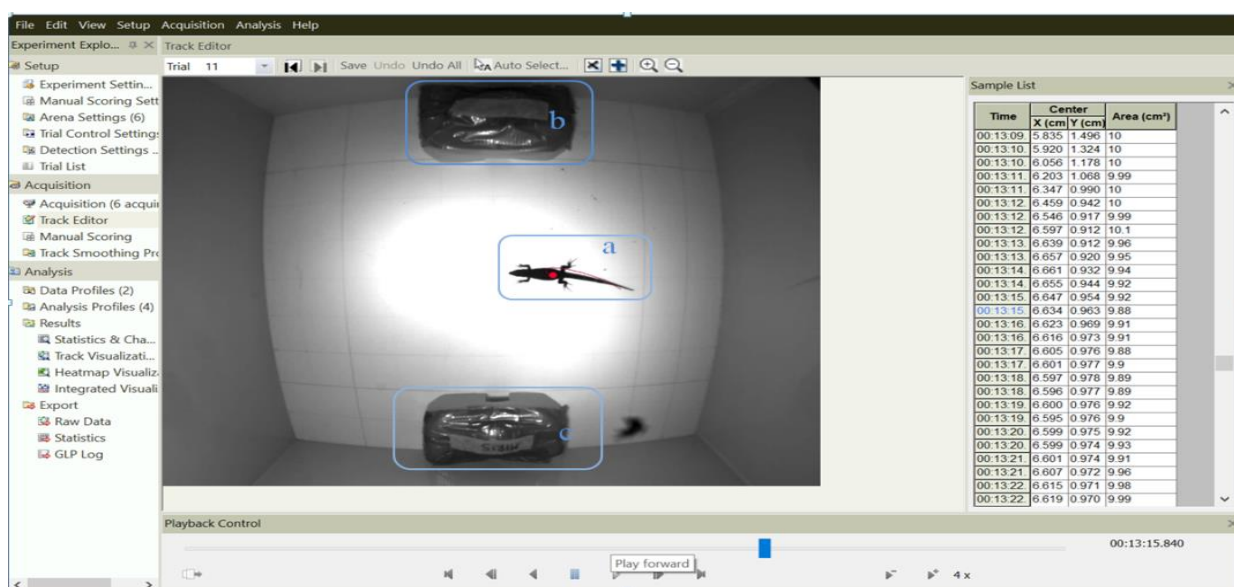
Za generiranje tablice služi kartica „Results“, pa podkartica „Statistics & Charts“ pa se aktiviranjem „Calculate“ generira tablica (Slika 7). Za izvođenje tablice u excel obliku potrebno je aktivirati „Export data“ pa potom spremiti tablicu na željeno mjesto. Podaci koje dobivamo su kumulativno vrijeme u pojedinim odjeljcima, kumulativno vrijeme u zonama gdje su kavezi (prazan ili pun), latencije (vrijeme potrebno da gušter dođe prvi put u kontakt s pojedinim odjeljcima ili zonama) te frekvencija ulaska (broj ulazaka) u pojedine odjeljke ili zone.

	Animal ID	Distance moved		Velocity		1												LATENCIJA SREDINA			UZ PUNO			UZ PRAZNO		
		center-point		center-point		PUNO				SREDINA				PRAZNO				LATENCIJA SREDINA			UZ PUNO			UZ PRAZNO		
		Total	Mean	Frequency	Cumulative Duration	Latency to First	Frequency	Cumulative Duration	Latency to First	Frequency	Cumulative Duration	Latency to First	Frequency	Cumulative Duration	Latency to First	Frequency	Cumulative Duration	Latency to First	Frequency	Cumulative Duration	Latency to First	Frequency	Cumulative Duration	Latency to First		
cm	cm/s	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$			
Result 1	Trial 1	MK 223 - PM 201	2944.4576	2.5141	4	400.3200	222.7200	10	267.8400	8.6400	6	531.8400	72.9600	2	49.4400	0.0000	13	163.2000	19	265.4400						
	Trial 2	MK 217 - PM 110	9962.3313	8.5110	8	507.6000	69.0000	15	362.0000	11.0000	7	251.0000	350.0000	2	48.1600	0.0000	16	412.0000	11	157.0000						
	Trial 3	KM 210 - PK 43	6064.1449	5.1937	7	634.0000	96.0000	15	274.0000	8.0000	8	292.0000	57.0000	2	21.1200	0.0000	28	357.0000	16	156.0000						
	Trial 4	KM 209 - PK 18	1683.7371	1.4640	4	850.5600	49.9200	5	154.5600	9.6000	1	194.8800	812.1600	2	45.1200	0.0000	16	576.0000	4	120.0000						
	Trial 5	MK 228 - PM 204	3592.4258	3.1081	5	597.1200	304.3200	10	156.4800	16.3200	5	446.4000	28.8000	2	23.0400	0.0000	18	392.6400	14	240.9600						
	Trial 6	KM 213 - PL38	2895.2942	2.4050	7	609.6000	182.4000	10	378.2400	13.4400	3	212.1600	312.9600	2	307.2000	0.0000	17	462.7200	7	124.8000						
	Trial 7	KM 202 - PK 30	3262.8554	2.6084	6	718.0800	68.1600	12	222.7200	12.4800	6	259.2000	147.8400	2	78.7200	0.0000	17	484.8000	12	95.4000						
	Trial 8	KM 206 - PK 24	2278.8540	1.8975	3	775.6800	292.8000	7	109.4400	15.3600	3	314.8800	51.8400	2	82.5600	0.0000	11	618.2400	10	169.9200						
	Trial 9	KM 221 - PK 227	2459.0799	2.2216	4	672.0000	145.9200	9	129.6000	12.4800	4	389.7600	51.8400	2	13.4400	0.0000	18	203.5200	14	102.7200						
	Trial 10	KM 207 - PK 13	2704.1091	2.4741	5	541.4400	154.5600	10	273.6000	10.5600	5	376.3200	12.4800	2	11.5200	0.0000	14	304.3200	11	87.3600						

Slika 7. Generiranje tablice sa željenim podacima u programu Ethovision XT

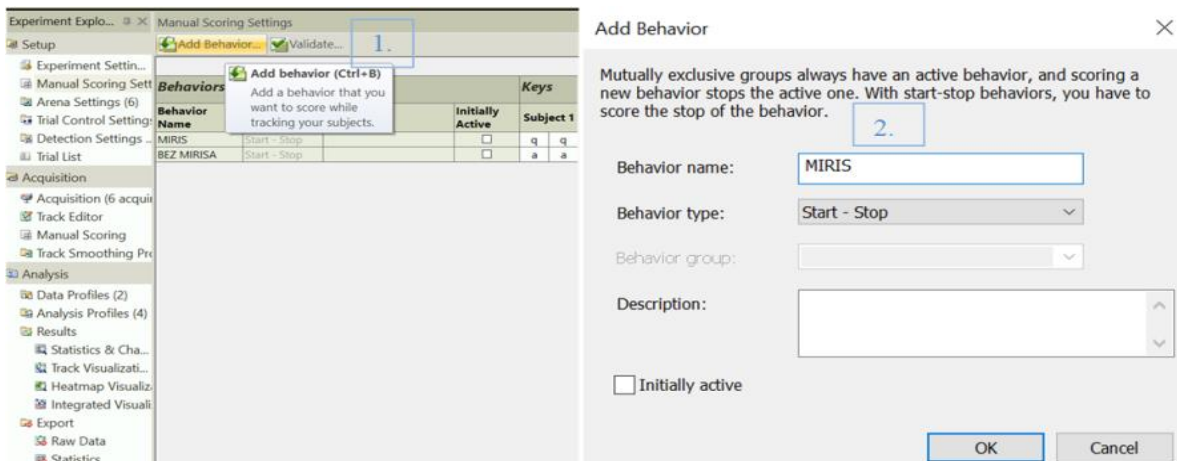
### 3.3.3. Analiza snimljenog materijala u testu otvorenog polja (eng. „open field maze“)

Postupak dobivanja video snimki uz Ethovision USB isti je kao i što je to opisano u testu socijalnog izbora. U sljedećem koraku otvori se kartica „Track editor“ koja služi za praćenje gušterovog kretanja po areni (Slika 8). Iznad kloake guštera namještena je crvena točkica kojom program označava položaj guštera, koju je potrebno namjestiti ako ne prati guštera i ne nalazi se na poziciji na kojoj je gušter. Zato se snimke ručno pregledavaju, zaustavljaju po potrebi kako bi se točkica namjestila, i na kraju interpoliraju podaci. Interpolacija u EthoVision XT 13 omogućuje aproksimacijom utvrditi nepoznatu vrijednost koja leži na linearnom pravcu izračunatom na temelju poznatih vrijednosti.



Slika 8. Prikaz testa otvorenog polja s fokalnim gušterom u sredini (oznaka a), skloništem bez mirisa (oznaka b) i skloništem s mirisom drugog guštera (oznaka c)

Kao sljedeći korak potrebno je otvoriti karticu „Manual scoring settings“ (Slika 9) i dodavati ponašanja od interesa, ona koja ćemo kasnije bilježiti kroz video snimku. Kliknemo na karticu „Add behaviour“, odaberemo ime ponašanja i tip ponašanja koji su u ovom testiranju samo tipa „Start-stop“ (ponašanje gdje klikom određujemo početak i kraj ponašanja). U stupcu „Subject 1“ određujemo znakove sa tipkovnice koje služe za aktiviranje ponašanja kojemu su pridružena.



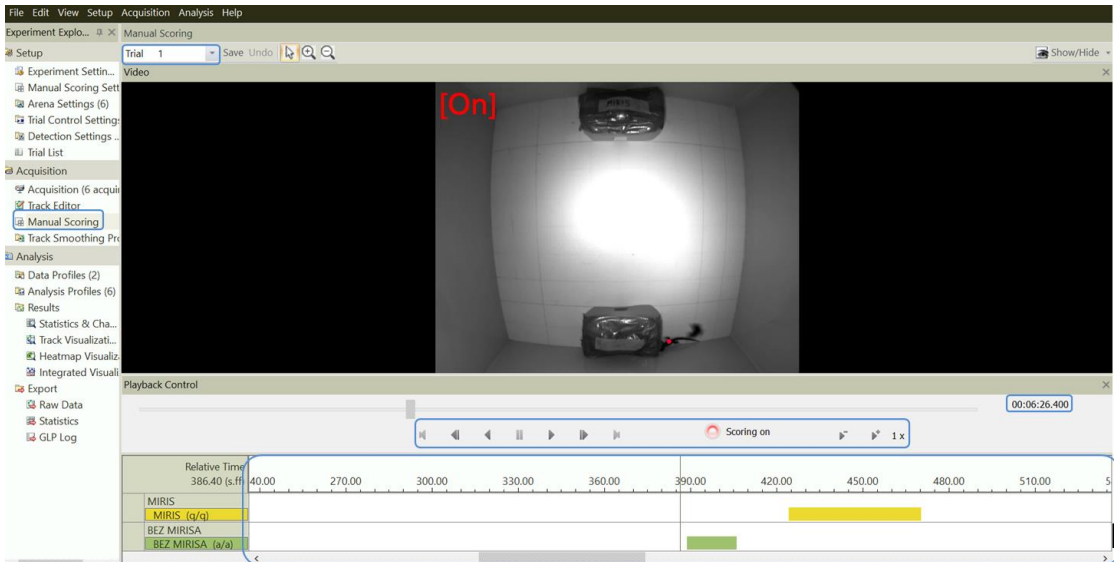
Slika 9. Prikaz kartice „Manual scoring settings“ (1.) i dodavanja ponašanja od interesa (2.)

Otvaranjem kartice „Manual scoring“ započinjemo s analizom ponašanja (Slika 10). Dokle god je gušter do kloake u jednom od nasuprotnih skloništa, pojedino ponašanje je uključeno, odnosno u trenutku kad tijelo fokalnog guštera do kloake izađe iz skloništa, isključuje se ponašanje. Sklonište s mirisom drugog guštera podrazumijeva aktiviranje događaja „Miris“, a prazno sklonište „Bez mirisa“ (Tablica 3).

Tablica 3. Naziv, opis i oznaka varijabli u testu otvorenog polja

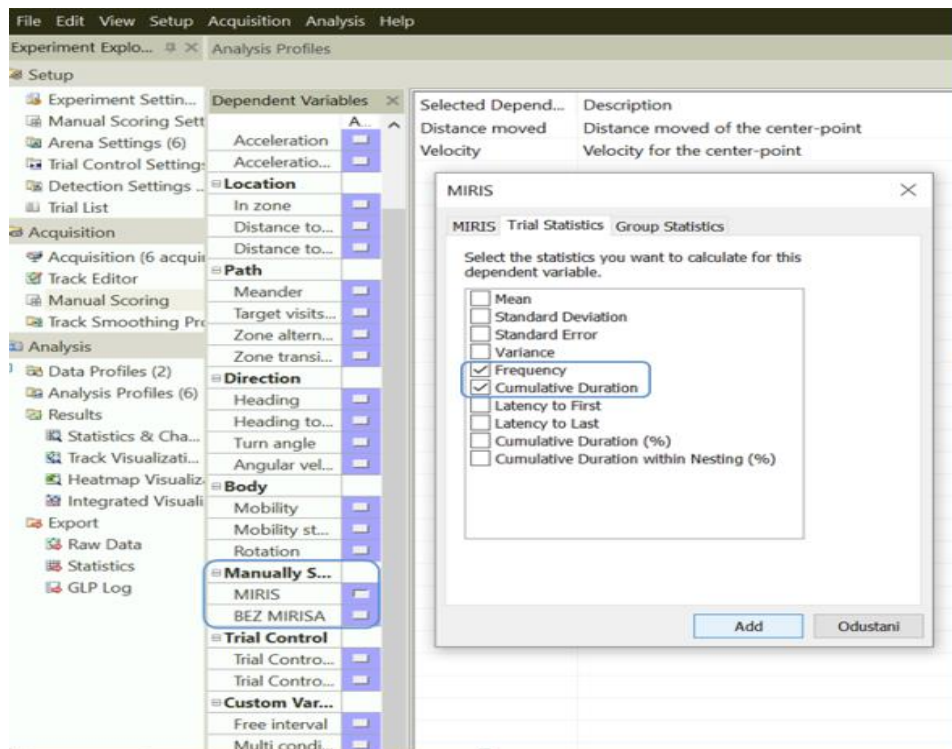
Naziv varijable	Opis varijable	Oznaka u Ethovision XT
T_sklonište_miris	kumulativno vrijeme provedeno u skloništu s mirisom drugog guštera	Miris
T_latencija_sklonište_miris	vrijeme potrebno da gušter uđe u sklonište s mirisom drugog guštera	-
T_sklonište_bez_mirisa	kumulativno vrijeme provedeno u skloništu bez mirisa drugog guštera	Bez mirisa
T_latencija_sklonište_bez_mirisa	vrijeme potrebno da gušter uđe u sklonište bez mirisa drugog guštera	-

Napomena: „T“- vrijeme



Slika 10. Prikaz obrade video snimki u testu otvorenog polja

Nakon što su sve snimke jedne datoteke, odnosno jednog dana snimanja, obrađene podaci se spremaju u obliku tablice. Prethodno je potrebno, kako bi pri generiranju tablice dobili odgovarajuće vrijednosti zadanih parametara, otvoriti karticu „Analysis profiles“ unutar koje postoji stupac „Manually scored behavior“ s ponašanjima koje smo ručno označavali. Zatim se od njezinih podkartica odabere „Trial statistics“ i odabiru parametri koje želimo generirati u tablici poput frekvencije („frequency“) i kumulativnog trajanja („cumulative duration“) (Slika 11).



Slika 11. Odabir parametara za generiranje tablice u testu otvorenog polja

Zatim se odabere kartica „Results“, pa podkartica „Statistics & Charts“, te u otvorenom prozoru kartica „Calculate“ čime se generira tablica s željenim podacima. Odabirom „Export Data“ kartica se izvodi u excel obliku. Podaci koje dobivamo su prijeđena udaljenost i brzina, kumulativno vrijeme u pojedinim skloništima, frekvencija ulaska u pojedina skloništa, latencije (vrijeme potrebno da gušter dođe prvi put u kontakt s pojedinim skloništem) te vrijeme provedeno krećući se i ne krećući se.

### 3.4. Statistička obrada podataka

Za statističku obradu podataka, u ovom diplomskom radu, korišten je računalni program „R Studio“ koji je razvijen za programski jezik „R“. Za analizu deskriptivne statistike korišten je statistički program „SPSS“.

Statističke metode koje su korištene su linearni modeli i linearni mješoviti modeli. Obje metode su zavisne tehnike multivarijatne analize, u kojima se a priori određuje uzročnost među varijablama. Pri tome su zavisne varijable numeričke, a nezavisne kategorijalne ili nominalne, te prema istraživačkom nacrtu ovog diplomskog oblikovane kao fiksni faktori. To znači da su se prilikom ponovljenih mjerenja za mjesec dana koristile iste nezavisne varijable, što omogućava zaključivanje s dotičnog uzorka na populaciju ograničenu za iste razine nezavisnih varijabli, te omogućuju testiranje značajnosti interakcijskog efekta. Linearni mješoviti modeli korišteni su za usporedbu predsocijalnosti i postsocijalnosti kod socijalnih i asocijalnih guštera zasebno. Linearni modeli korišteni su kod rezultata „singular fit“, u kojem slučaju je random efekt guštera izbačen prema protokolu Barr i sur., (2013). Za provedbu multivarijatne analize potrebno je zadovoljenje sljedećih pretpostavki: normalnost distribucija zavisne varijable za svaku razinu nezavisnih varijabli i homogenost varijanci (u ovom diplomskom radu putem Shapiro-Wilk testa i Bartlettovim testom sfericiteta). Ukoliko pretpostavke nisu zadovoljene podaci su se transformirali kako bi pretpostavke za provedbu ove analize bile zadovoljene.

## 4. REZULTATI

Pretpostavke za provedbu multivarijatne analize su zadovoljene (Tablica 4 i 5). U Tablici 4 vidljivo je da rezultati Kolmogrov-Smirnov testa upućuju na odstupanje od normalnosti distribucija varijabli T\_latencija\_sklonište\_bez\_mirisa, T\_kavez\_gušter i T\_kavez\_prazno u postsoc fazi testiranja što se zanemaruje zbog robusnosti metode. Zbog valjane interpretacije rezultati su prikazani i razmotreni tablično i kutijastim dijagramima kako bi se omogućilo vizualno predočavanje razlika između faza testiranja. Tablični prikazi dodatno sadrže podatke o razlikama u spolu i interakciji spola i faza testiranja. U kutijastim dijagramima na osi y prikazane su vrijednosti varijabli koje promatramo, dok su na osi x prikazani rezultati testiranja u dva navrata („postsoc“ i „predsoc“).

Tablica 4. Deskriptivni podaci mjera testa otvorenog polja i socijalnog izbora kod asocijalnih guštera u prvoj i drugoj fazi testiranja

	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>C</i>	<i>IQ</i>	KS test
Test otvorenog polja (N=37)							
TSM	9,60	119,52	45,04	23,99	41,76	37,20	0,868
TLSM	32,64	1090,08	333,18	229,53	314,88	264,48	0,717
TSBM	0,00	90,24	40,14	23,12	35,52	31,68	0,728
TLSBM	1,00	1200,00	332,17	274,79	274,79	316,32	1,15
TSM-2	0,00	101,76	48,76	28,24	49,92	41,76	0,50
TLSM-2	6,72	1200,00	353,51	378,60	161,28	405,60	1,30
TSBM-2	0,00	136,32	39,31	29,75	36,00	33,60	0,68
TLSBM-2	0,48	489,36	298,12	358,79	167,04	285,12	1,42*
Test socijalnog izbora (N=40)							
TSO	31,00	376,32	220,38	84,35	210,72	139,90	0,68
TOP	192,96	1123,00	595,48	219,91	580,54	366,23	0,52
TOG	0,10	879,36	389,85	205,15	352,84	306,93	0,80
TKP	9,60	1014,72	223,01	211,91	169,32	235,69	0,99
TKG	4,80	1200,00	301,27	303,16	180,96	322,40	1,18
PNG(%)	121,920	860,16	377,56	176,61	347,04	257,44	0,62
LOP	0,10	533,759	188,96	113,14	165,60	98,04	1,03
LOG	19,42	99,97	65,31	19,17	67,69	23,47	0,80
TSO-2	55,20	622,08	226,52	139,34	188,40	180,36	0,85
TOP-2	0,10	1059,36	627,12	235,68	630,72	326,28	0,48
TOG-2	0,10	870,72	354,77	204,33,	335,04	242,28	0,44
TKP-2	12,00	1200,00	213,24	234,82	149,28	182,56	1,40*
TKG-2	12,96	1200,00	254,15	280,56	162,70	222,00	1,40*
PNG(%) <sup>-2</sup>	0,10	1016,64	391,44	225,16	392,16	273,00	0,60
LOP-2	0,10	453,12	160,26	103,24	146,88	133,32	0,65
LOG-2	0,66	60,58	67,58	19,11	70,26	17,04	0,82

Napomena: \* $p < 0,05$ ; TSM – *T* sklonište miris; TLSM – *T* latencija sklonište miris; TSBM – *T* sklonište bez mirisa; TLSBM – *T* latencija sklonište bez mirisa; TSO – *T* središnji odjeljak; TOP – *T* odjeljak prazno; TOG – *T* odjeljak gušter; TKP – *T* kavez prazno; TKG – *T* kavez gušter; PNG – % preferenca novi gušter; LOP – *L* odjeljak prazno; LOG – *L* odjeljak gušter; “2” – postsoc mjerenje

Tablica 5. Deskriptivni podaci mjera testa otvorenog polja i socijalnog izbora kod socijalnih guštera u prvoj i drugoj fazi testiranja

	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>C</i>	<i>IQ</i>	<i>KS test</i>
<b>Test otvorenog polja (N=26)</b>							
TSM	0,00	103,68	47,79	28,52	40,32	39,96	0,78
TLSM	70,08	1200,00	356,49	295,68	259,69	246,08	1,20
TSBM	0,10	80,64	37,79	37,20	37,20	24,72	0,66
TLSBM	6,72	1200,00	375,58	283,20	283,20	330,72	1,04
TSM-2	0,00	156,48	55,00	46,80	46,80	68,76	0,63
TLSM-2	0,10	1200,00	319,57	183,60	183,60	275,28	1,26
TSBM-2	0,10	139,20	37,27	34,08	34,08	39,84	0,80
TLSBM-2	39,36	1200,00	422,88	219,36	219,36	623,40	1,30
<b>Test socijalnog izbora (N=30)</b>							
TSO	0,10	560,64	281,49	126,96	274,32	192,72	0,47
TOP	0,10	1200,00	598,31	241,83	564,48	303,12	0,70
TOG	0,10	807,36	345,03	210,23	357,60	190,40	0,53
TKP	8,64	1200,00	285,25,	253,78	240,48	244,32	0,92
TKG	12,48	1200,00	325,94	340,21	160,32	386,40	1,13
PNG(%)	0,10	685,44	347,72	171,08	302,88	233,76	1,06
LOP	0,10	345,60	127,08	86,11	113,76	112,40	0,61
LOG	0,30	99,99	70,66	21,09	68,72	26,47	0,70
TSO-2	65,28	967,68	251,14	170,63	230,40	168,32	0,82
TOP-2	192,96	1134,72	604,19	260,93	521,76	409,92	1,18
TOG-2	0,10	700,20	343,93	221,13	365,28	366,24	0,45
TKP-2	9,60	821,76	215,30	179,14	164,64	213,13	1,03
TKG-2	12,48	1200,00	347,23	388,57	158,88	390,60	1,36
PNG(%) <sup>-2</sup>	47,04	1064,64	329,97	220,24	300,00	227,88	0,87
LOP-2	0,10	622,08	170,60	141,38	134,40	149,67	0,75
LOG-2	10,38	99,99	66,58	22,92	66,03	32,60	0,65

Napomena: TSM – T\_sklonište\_miris; TLSM – T\_latencija\_sklonište\_miris; TSBM – T\_sklonište\_bez\_mirisa; TLSBM – T\_latencija\_sklonište\_bez\_mirisa; TSO – T\_središnji\_odjeljak; TOP – T\_odjeljak\_prazno; TOG – T\_odjeljak\_gušter; TKP – T\_kavez\_prazno; TKG – T\_kavez\_gušter; PNG - %\_preferenca\_novi\_gušter; LOP – L\_odjeljak\_prazno; LOG – L\_odjeljak\_gušter; “2” – postsoc mjerenje



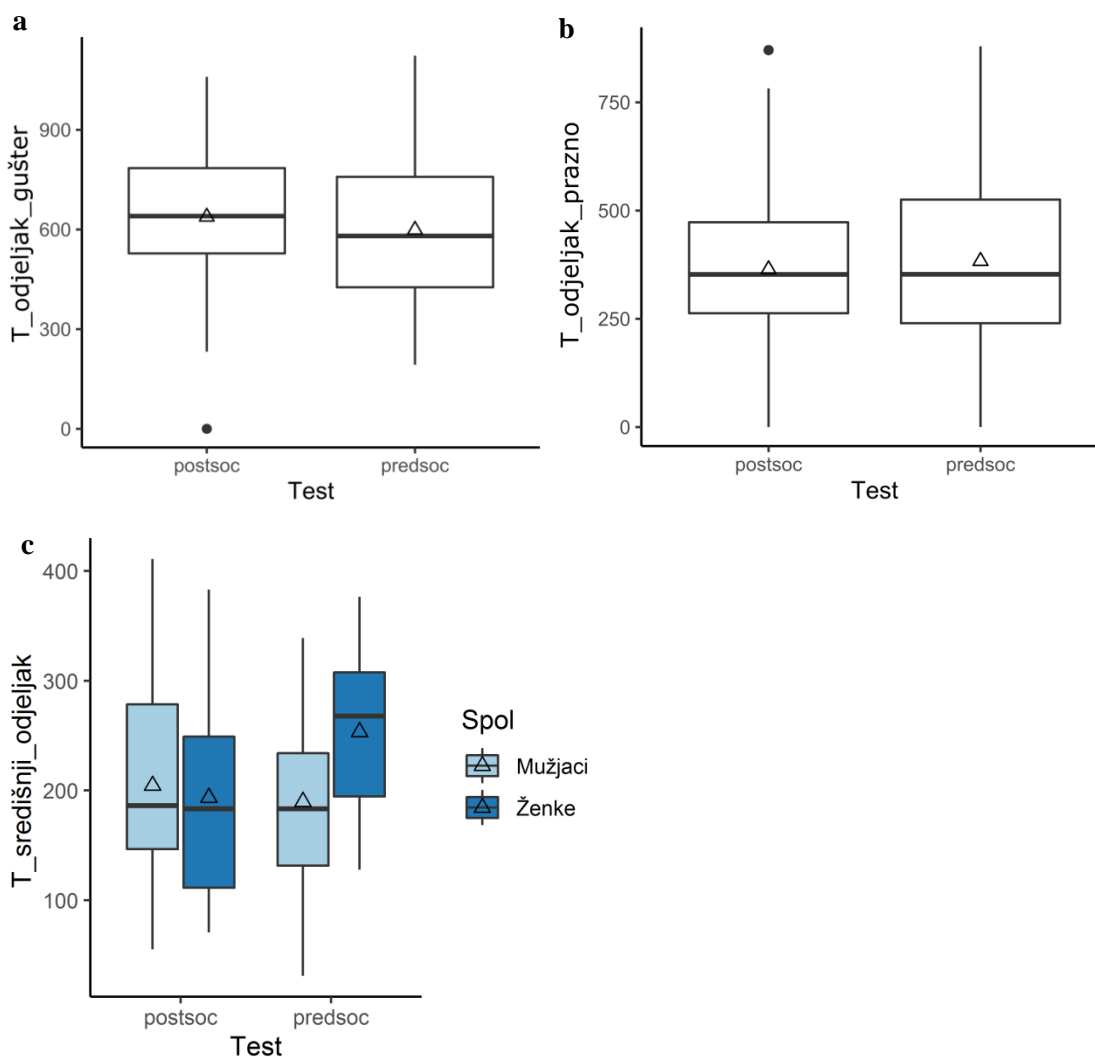
#### 4.1.1. Test socijalnog izbora – asocijalna skupina

Rezultati prikazani u sljedećim tablicama i grafičkim prikazima dobiveni su na jedinkama guštera koje su svrstane u asocijalnu skupinu što znači da su živjele cijelo vrijeme solitarno. Između faza testiranja nije utvrđena značajna razlika niti u jednoj varijabli (vidi Tablicu 6, 8, 9, te Sliku 12, 13 i 14). Značajna razlika između spolova utvrđena je u varijabli T\_kavez\_gušter (vidi Tablicu 8), koja upućuje na to da su mušjaci provodili više vremena uz kavez s ženkom (Slika 13a). U varijabli T\_središnji odjeljak rezultati pokazuju značajnu interakciju između spola i faze testiranja (Tablica 6), te je Least square means post hoc testom utvrđena vrijednost koja je blizu granične razlike između prve i druge faze testiranja kod ženki na način da su u drugoj fazi testiranja provodile manje vremena u središnjem odjeljku (Tablica 7 i Slika 12c). U varijabli %\_preferenca\_za\_novim\_gušterom nije utvrđena statistički značajna razlika između faza testiranja i spola (Tablica 10), te u obje skupine iznosi oko 70 % (vidi Sliku 15).

Tablica 6. Rezultati multivarijatne regresijske analize kumulativnog vremena provedenog u odjeljku s gušterom, odjeljku s praznim kavezom i središnjem odjeljku na osnovi faze testiranja i spola

Varijabla	Faktor	F-vrijednost	p-vrijednost
T_odjeljak_gušter	Test	0.568	0.453
	Spol	0.796	0.375
	Test*Spol	0.918	0.341
T_odjeljak_prazno	Test	0.167	0.684
	Spol	0.159	0.691
	Test*Spol	0.069	0.793
T_središnji odjeljak	Test	1.937	0.172
	Spol	1.261	0.269
	Test*Spol	5.272	<b>0.028</b>

Napomena: \* označava interakciju varijabli; vrijednost  $p < 0.05$  je podebljana



Slika 12. Kutijasti dijagrami kumulativnog vremena provedenog u odjeljku s gušterom (a) i odjeljku s praznim kavezom (b) u sekundama prema fazi testiranja, te u središnjem odjeljku (c) u sekundama prema fazi testiranja i spolu. Na x osi prikazani su rezultati u prvoj (predsoc) i drugoj (postsoc) fazi testiranja. Pravokutnik obuhvaća rezultate koji se nalaze između prvog i trećeg kvartila, podebljana crta unutar njega označava medijan, a trokut predstavlja srednju vrijednost. Linije vertikalne na pravokutniku predstavljaju minimum i maksimum skupa podataka bez outliera. Točke iznad i ispod linija su vrijednosti jedinki koje odstupaju od ostatka grupe.

Tablica 7. Rezultati Least square means post hoc testa kumulativnog vremena provedenog u središnjem odjeljku (u sekundama) po spolovima prema fazi testiranja

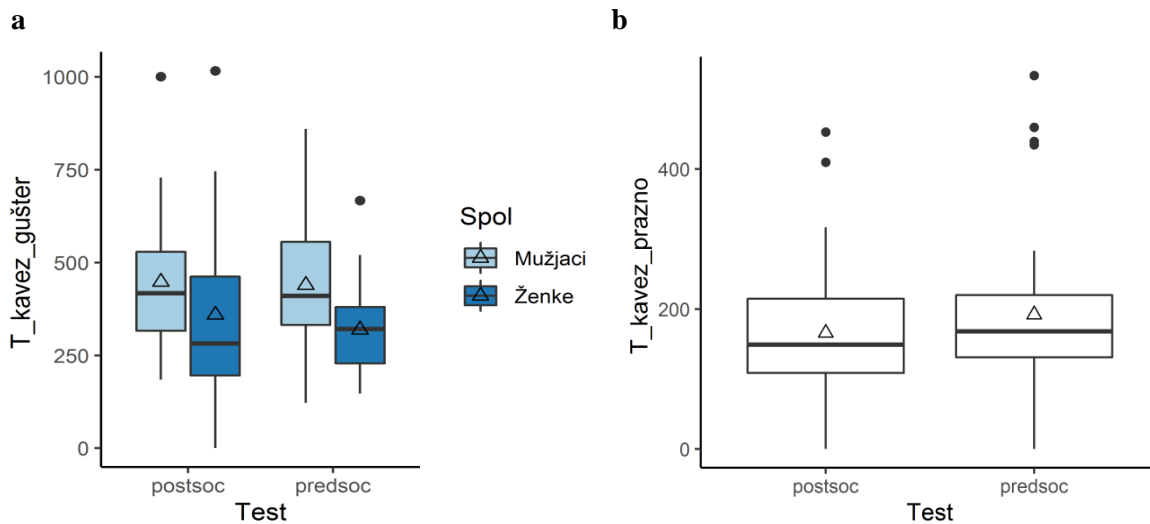
	Skupina 1	Skupina 2	Vrijednost statistika	Standardna pogreška	p-vrijednost
1	postsoc mužjaci	predsoc mužjaci	0.639	22.963	0.917
2	postsoc mužjaci	postsoc ženke	0.384	28.515	0.980
3	postsoc mužjaci	predsoc ženke	-1.716	28.515	0.320
4	predsoc mužjaci	postsoc ženke	-0.131	28.515	0.999
5	predsoc mužjaci	predsoc ženke	-2.231	28.515	0.125
6	postsoc ženke	predsoc ženke	-2.608	22.963	0.054 <sup>†</sup>

Napomena: „<sup>†</sup>“ - označava vrijednost koja je dobivena zbog razlika u statističkoj snazi testova (na multivarijatnom testu je dobivena značajna razlika, a na univarijatnom neznačajna)

Tablica 8. Rezultati multivarijantne regresijske analize kumulativnog vremena provedenog uz kavez s prezentiranim gušterom i uz prazan kavez na osnovi faze testiranja i spola

Varijabla	Faktor	F-vrijednost	p-vrijednost
T_kavez_gušter	Test	0.030	0.863
	Spol	5.936	<b>0.020</b>
	Test*Spol	0.003	0.958
T_kavez_prazno	Test	1.261	0.265
	Spol	1.250	0.267
	Test*Spol	0.637	0.428

Napomena: \* označava interakciju varijabli; vrijednost  $p < 0.05$  je podebljana

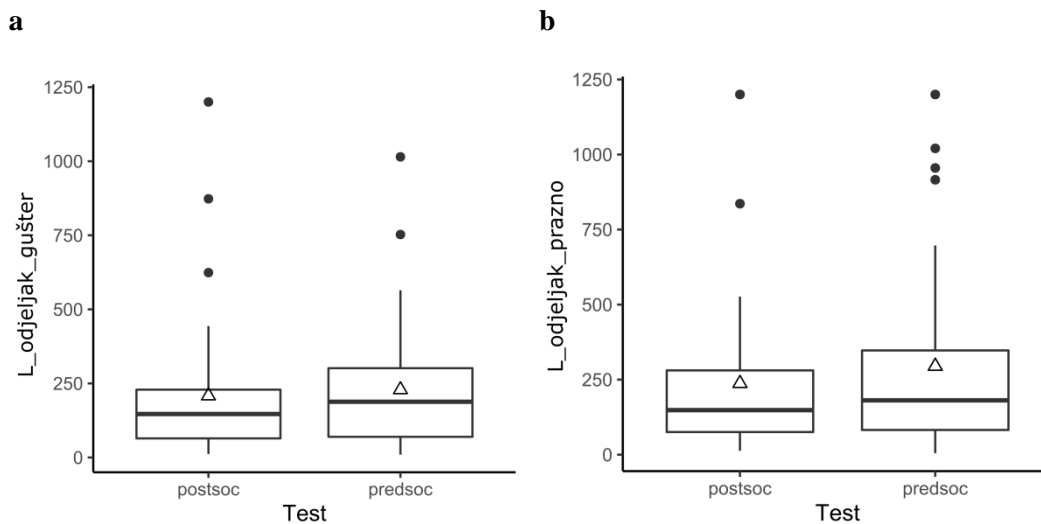


Slika 13. Kutijasti dijagrami kumulativnog vremena provedenog uz kavez s prezentiranim gušterom (a) u sekundama prema fazi testiranja i spolu, te uz prazan kavez (b) u sekundama prema fazi testiranja. Na x osi prikazani su rezultati u prvoj (predsoc) i drugoj (postsoc) fazi testiranja. Pravokutnik obuhvaća rezultate koji se nalaze između prvog i trećeg kvartila, podebljana crta unutar njega označava medijan, a trokut predstavlja srednju vrijednost. Linije vertikalne na pravokutnik predstavljaju minimum i maksimum skupa podataka bez outliera. Točke iznad linija su vrijednosti jedinki koje odstupaju od ostatka grupe.

Tablica 9. Rezultati multivarijatne regresijske analize vremena potrebnog da gušter prvi puta uđe u odjeljak s prezentiranim gušterom i prazni odjeljak na osnovi faze testiranja i spola

Varijabla	Faktor	F-vrijednost	p-vrijednost
L_odjeljak_gušter	Test	0.056	0.813
	Spol	1.062	0.306
	Test*Spol	0.876	0.352
L_odjeljak_prazno	Test	0.222	0.639
	Spol	0.028	0.867
	Test*Spol	0.197	0.659

Napomena: \* označava interakciju varijabli

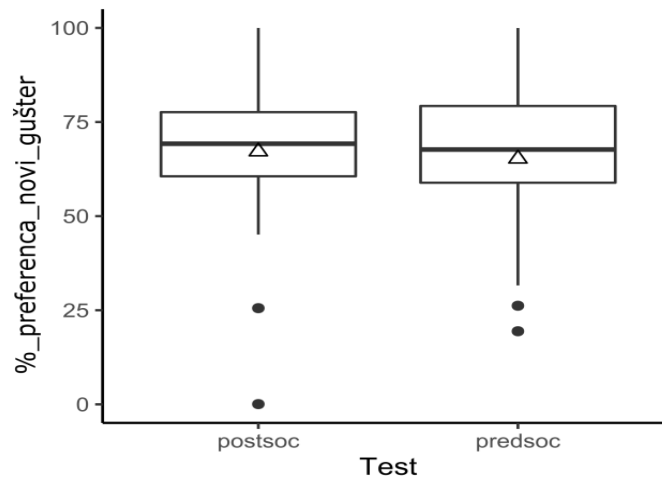


Slika 14. Kutijasti dijagram vremena potrebnog da gušter prvi puta uđe u odjeljak s prezentiranim gušterom (a) i prazni odjeljak (b) u sekundama prema fazi testiranja. Na x osi prikazani su rezultati u prvoj (predsoc) i drugoj (postsoc) fazi testiranja. Pravokutnik obuhvaća rezultate koji se nalaze između prvog i trećeg kvartila, podebljana crta unutar njega označava medijan, a trokut predstavlja srednju vrijednost. Linije vertikalne na pravokutniku predstavljaju minimum i maksimum skupa podataka bez outliera. Točke iznad linija su vrijednosti jedinki koje odstupaju od ostatka grupe.

Tablica 10. Rezultati multivarijatne regresijske analize preference za novim gušterom (%) na osnovi faze testiranja i spola

Varijabla	Faktor	F-vrijednost	p-vrijednost
%_preferenca_novi_gušter	Test	0.228	0.634
	Spol	0.307	0.581
	Test*Spol	0.314	0.577

Napomena: \* označava interakciju varijabli



Slika 15. Kutijasti dijagram preference za novim gušterom (%) prema fazi testiranja. Na x osi prikazani su rezultati u prvoj (predsoc) i drugoj (postsoc) fazi testiranja. Pravokutnik obuhvaća rezultate koji se nalaze između prvog i trećeg kvartila, podebljana crta unutar njega označava medijan, a trokut predstavlja srednju vrijednost. Linije vertikalne na pravokutniku predstavljaju minimum i maksimum skupa podataka bez outliera. Točke ispod linija su vrijednosti jedinki koje odstupaju od ostatka grupe. Rezultat iznad 50 % predstavlja da je jedinka socijabilna.

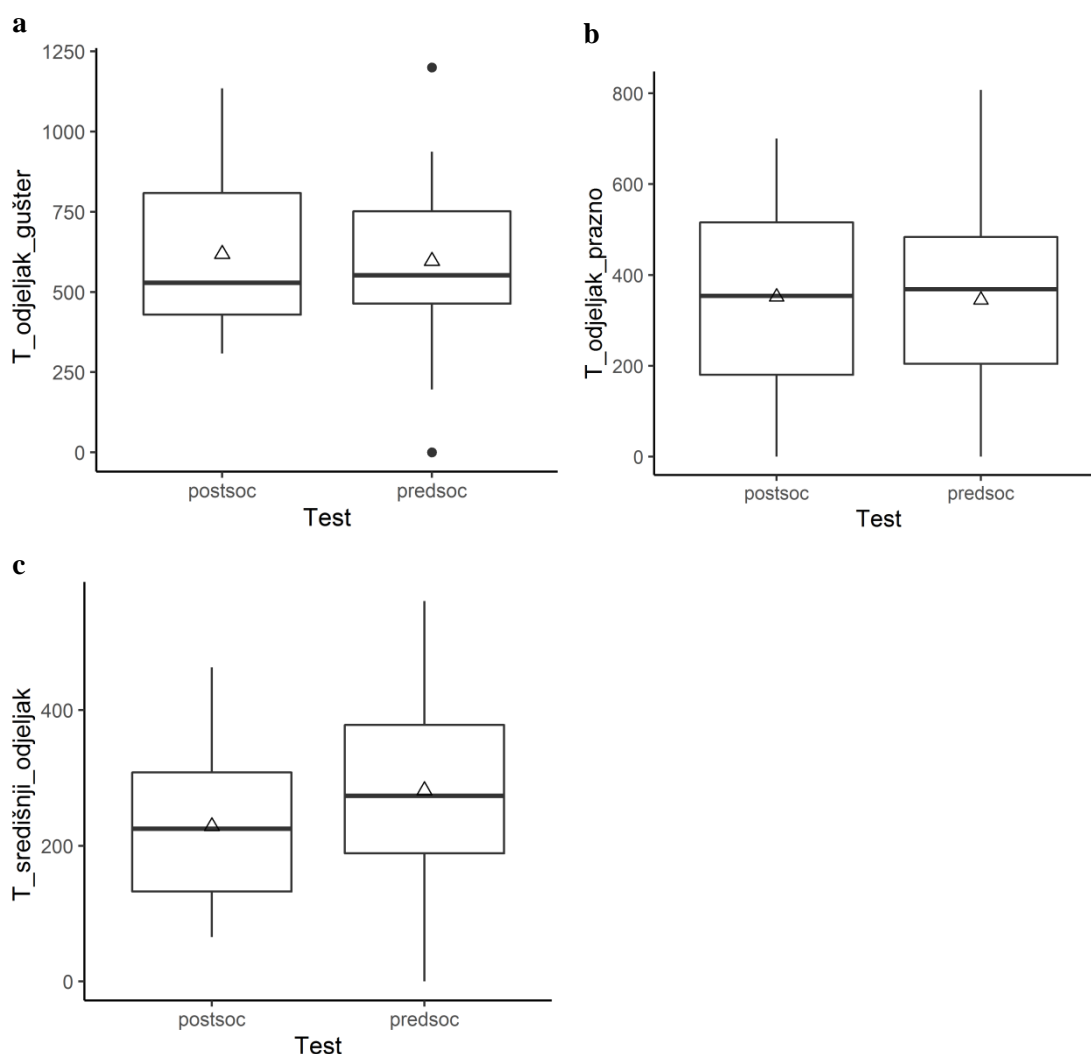
#### 4.1.2. Test socijalnog izbora –socijalna skupina

Rezultati prikazani u sljedećim tablicama i grafičkim prikazima dobiveni su na jedinkama guštera koje su svrstane u socijalnu skupinu, što znači da su živjele s drugom jedinkom iz para između faza testiranja. Statistički značajna razlika nije utvrđena niti u jednoj varijabli na osnovi faze testiranja, spola ili interakcije faze testiranja i spola (vidi Tablicu 11, 12, 13, te Sliku 16, 17 i 18). Zbog gotovo potpuno jednakih rezultata u varijablama L\_odjeljak\_gufter i L\_odjeljak\_prazno prikazan je grafički prikaz jedne varijable (Slika 18). U varijabli %\_preferenca\_za\_novim\_gušterom nije utvrđena statistički značajna razlika između faza testiranja i spola (Tablica 14), te u obje skupine iznosi oko 65 % (vidi Sliku 19).

Tablica 11. Rezultati multivarijantne regresijske analize kumulativnog vremena provedenog u odjeljku s gušterom, odjeljku s praznim kavezom i središnjem odjeljku na osnovi faze testiranja i spola

Varijabla	Faktor	F-vrijednost	p-vrijednost
T_odjeljak_gušter	Test	0.111	0.740
	Spol	0.025	0.875
	Test*Spol	2.634	0.110
T_odjeljak_prazno	Test	0.014	0.905
	Spol	0.003	0.955
	Test*Spol	0.682	0.413
T_središnji odjeljak	Test	2.874	0.096
	Spol	0.020	0.890
	Test*Spol	2.236	0.140

Napomena: \* označava interakciju varijabli

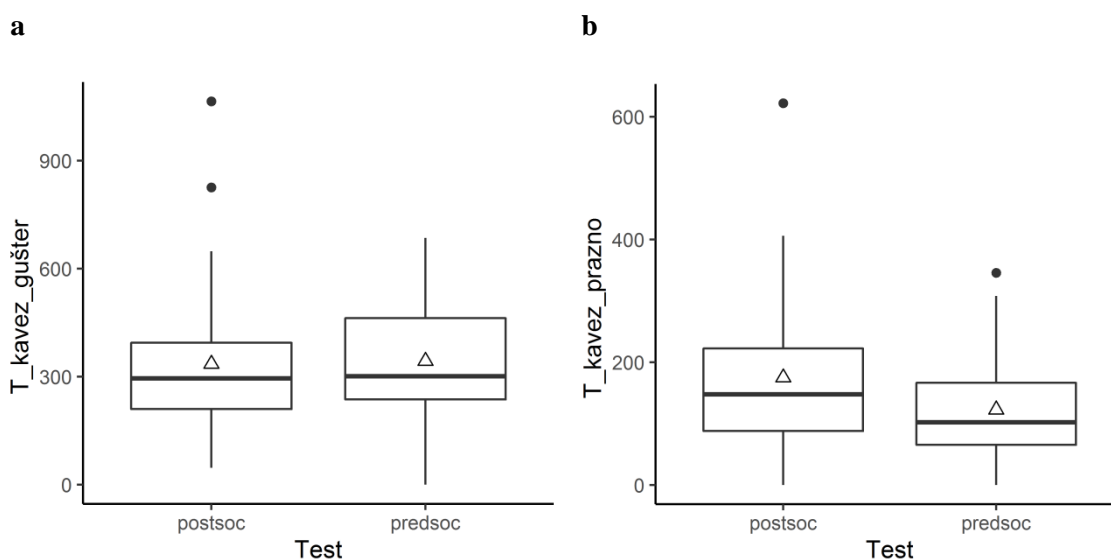


Slika 16. Kutijasti dijagrami kumulativnog vremena provedenog u odjeljku s gušterom (a), odjeljku s praznim kavezom (b) i u središnjem odjeljku (c) u sekundama prema fazi testiranja. Na x osi prikazani su rezultati u prvoj (predsoc) i drugoj (postsoc) fazi testiranja. Pravokutnik obuhvaća rezultate koji se nalaze između prvog i trećeg kvartila, podebljana crta unutar njega označava medijan, a trokut srednju vrijednost. Linije vertikalne na pravokutniku predstavljaju minimum i maksimum skupa podataka bez outliera. Točke iznad i ispod linija su vrijednosti jedinki koje odstupaju od ostatka grupe.

Tablica 12. Rezultati multivarijatne regresijske analize kumulativnog vremena provedenog uz kavez s prezentiranim gušterom i uz prazan kavez na osnovi faze testiranja i spola

Varijabla	Faktor	F-vrijednost	p-vrijednost
T_kavez_gušter	Test	0.060	0.808
	Spol	1.220	0.280
	Test*Spol	0.663	0.423
T_kavez_prazno	Test	1.332	0.259
	Spol	0.278	0.602
	Test*Spol	1.516	0.229

Napomena: \* označava interakciju varijabli

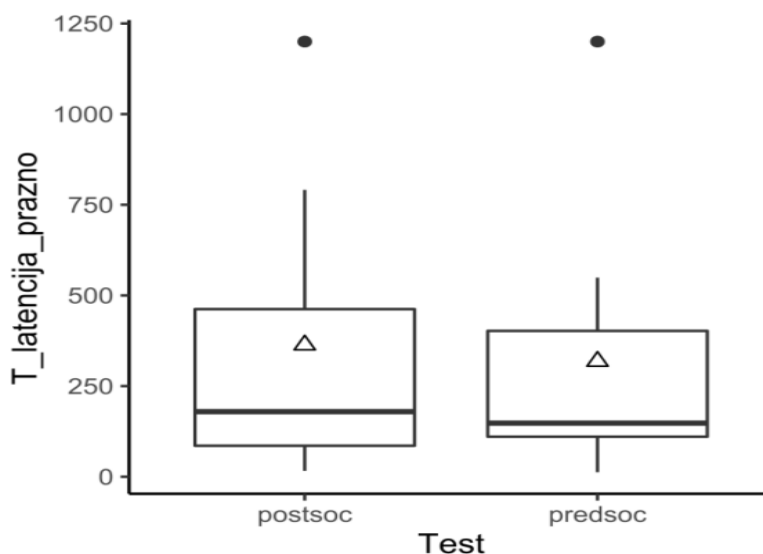


Slika 17. Kutijasti dijagrami kumulativnog vremena provedenog uz kavez s prezentiranim gušterom (a) i uz prazan kavez (b) u sekundama prema fazi testiranja. Na x osi prikazani su rezultati u prvoj (predsoc) i drugoj (postsoc) fazi testiranja. Pravokutnik obuhvaća rezultate koji se nalaze između prvog i trećeg kvartila, podebljana crta unutar njega označava medijan, a trokut predstavlja srednju vrijednost. Linije vertikalne na pravokutnik predstavljaju minimum i maksimum skupa podataka bez outliera. Točke iznad linija su vrijednosti jedinki koje odstupaju od ostatka grupe.

Tablica 13. Rezultati multivarijatne regresijske analize kumulativnog vremena potrebnog da gušter prvi puta uđe u odjeljak s prezentiranim gušterom i prazni odjeljak na osnovi faze testiranja i spola

Varijabla	Faktor	F-vrijednost	p-vrijednost
L_odjeljak_gušter	Test	1.455	0.238
	Spol	$2.19 \times 10^{-6}$	0.999
	Test*Spol	1.870	0.183
L_odjeljak_prazno	Test	0.083	0.775
	Spol	0.102	0.752
	Test*Spol	0.359	0.554

Napomena: \* označava interakciju varijabli



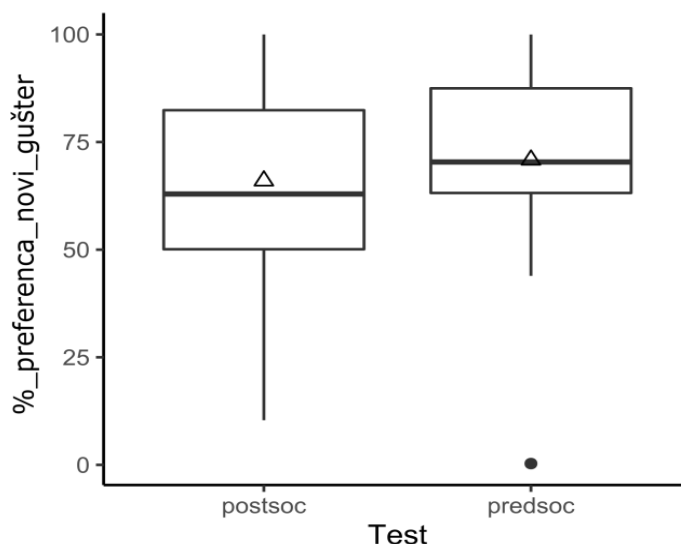
Slika 18. Kutijasti dijagram kumulativnog vremena potrebnog da gušter prvi puta uđe u odjeljak s praznim kavezom (u sekundama) prema fazi testiranja. Na x osi prikazani su rezultati u prvoj (predsoc) i drugoj (postsoc) fazi testiranja. Pravokutnik obuhvaća rezultate koji se nalaze između prvog i trećeg kvartila, podebljana crta unutar njega označava medijan, a trokut predstavlja srednju vrijednost. Linije vertikalne na pravokutniku predstavljaju minimum i maksimum skupa podataka bez outliera. Točke iznad linija su vrijednosti jedinki koje odstupaju od ostatka grupe.

Tablica 14. Rezultati multivarijatne regresijske analize preference za novim gušterom (%) na osnovi faze testiranja i spola

Varijabla	Faktor	F-vrijednost	p-vrijednost
%_preferenca_novi_gušter	Test	0.988	0.329
	Spol	0.221	0.642
	Test*Spol	0.788	0.382

Napomena: \* označava interakciju varijabli





Slika 19. Kutijasti dijagram preference za novim gušterom (%) prema fazi testiranja. Na x osi prikazani su rezultati u prvoj (predsoc) i drugoj (postsoc) fazi testiranja. Pravokutnik obuhvaća rezultate koji se nalaze između prvog i trećeg kvartila, podebljana crta unutar njega označava medijan, a trokut predstavlja srednju vrijednost. Linije vertikalne na pravokutniku predstavljaju minimum i maksimum skupa podataka bez outliera. Točke ispod linija su vrijednosti jedinki koje odstupaju od ostatka grupe. Točke ispod linija su vrijednosti jedinki koje odstupaju od ostatka grupe. Rezultat iznad 50 % predstavlja da je jedinka socijabilna.

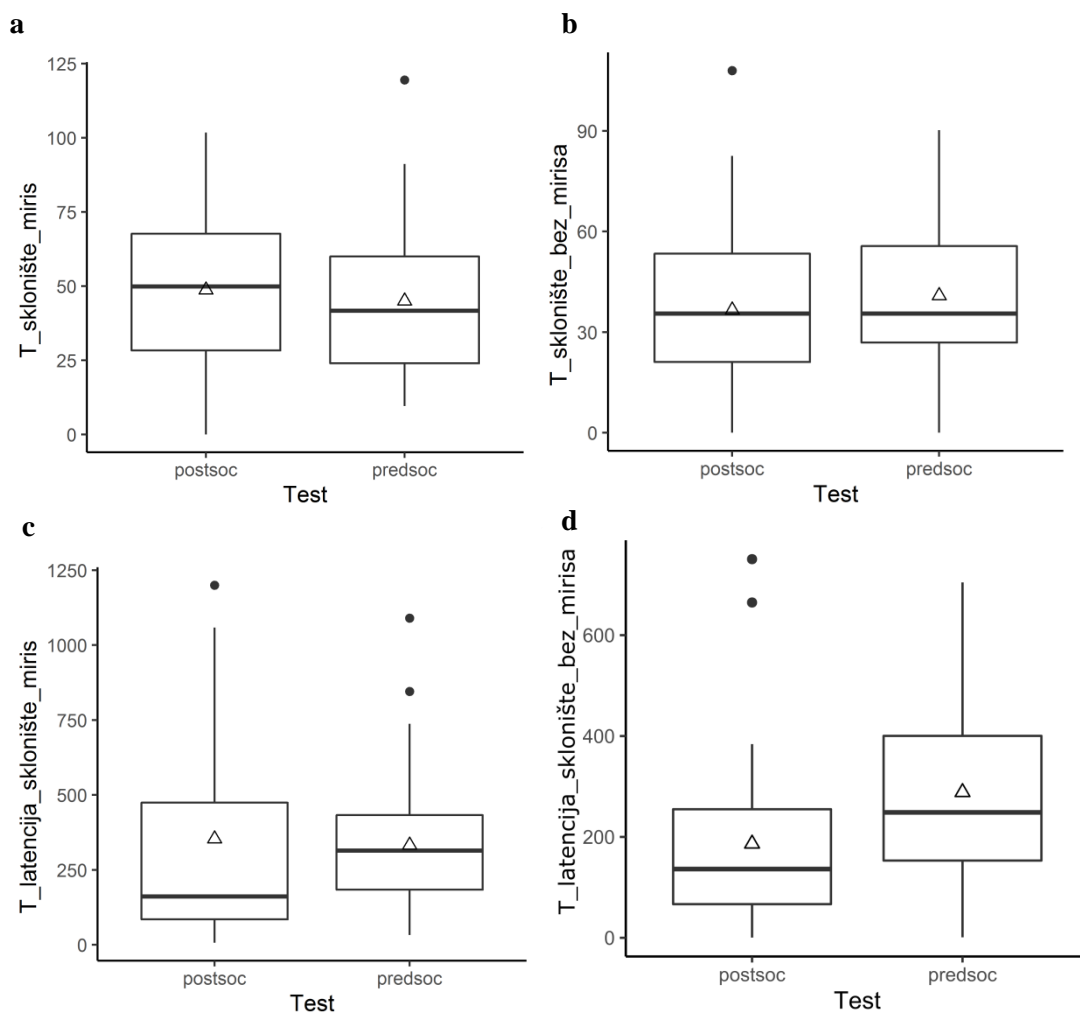
#### 4.2.1. Test otvorenog polja - asocijalna skupina

Potonje prikazani rezultati izračunati su od podataka dobivenih od jedinki guštera koje su svrstane u kontrolnu skupinu i živjele solitarno cijelo vrijeme. Između faza testiranja utvrđena je značajna razlika samo u varijabli T\_latencija\_sklonište\_bez\_mirisa (vidi Tablicu 15), koja upućuje na to da je gušterima u drugoj fazi testiranja trebalo kraće vrijeme da uđu prvi puta u sklonište bez mirisa (Slika 20c). U ostalim varijablama nije utvrđena statistički značajna razlika na osnovi spola i interakcije faze testiranja i spola (Tablica 15 i Slika 20).

Tablica 15. *Rezultati multivarijatne regresijske analize kumulativnog vremena provedenog u skloništu s mirisom drugog guštera, skloništu bez mirisa, te vremena potrebnog da gušter prvi puta uđe u sklonište s mirisom drugog guštera i u sklonište bez mirisa na osnovi faze testiranja i spola*

<b>Varijabla</b>	<b>Faktor</b>	<b>F-vrijednost</b>	<b>p-vrijednost</b>
T_sklonište_miris	Test	0.305	0.584
	Spol	0.028	0.868
	Test*Spol	2.816	0.102
T_sklonište_bez_miris a	Test	0.789	0.381
	Spol	0.498	0.485
	Test*Spol	1.106	0.300
T_latencija_sklonište_ miris	Test	1.571	0.218
	Spol	0.013	0.908
	Test*Spol	2.777	0.105
T_latencija_sklonište_ bez_mirisa	Test	6.575	<b>0.016</b>
	Spol	0.091	0.766
	Test*Spol	0.003	0.956

Napomena: \* označava interakciju varijabli; vrijednost  $p < 0.05$  je podebljana



Slika 20. Kutijasti dijagram kumulativnog vremena provedenog u skloništu s mirisom drugog guštera (a), skloništu bez mirisa (b), te vremena potrebnog da gušter prvi puta uđe u sklonište s mirisom drugog guštera (c) i u sklonište bez mirisa (d) u sekundama prema fazi testiranja. Na x osi prikazani su rezultati u prvoj (predsoc) i drugoj (postsoc) fazi testiranja. Pravokutnik obuhvaća rezultate koji se nalaze između prvog i trećeg kvartila, podebljana crta unutar njega označava medijan, a trokut predstavlja srednju vrijednost. Linije vertikalne na pravokutniku predstavljaju minimum i maksimum skupa podataka bez outliera. Točke iznad linija su vrijednosti jedinki koje odstupaju od ostatka grupe.

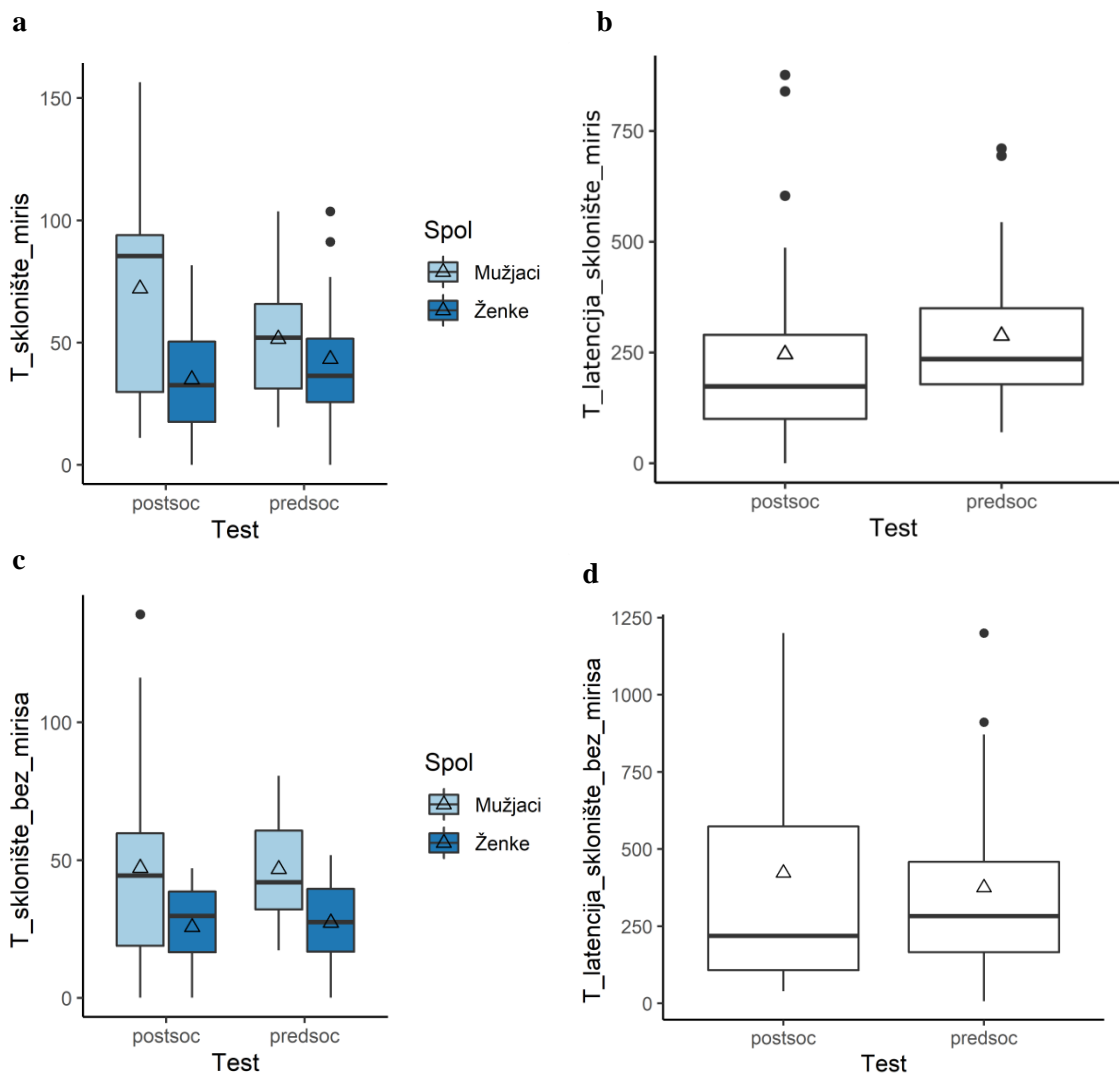
#### 4.2.2. Test otvorenog polja - socijalna skupina

U sljedećim tablicama i grafičkim prikazima su rezultati izračunati dobiveni od jedinki guštera koje su svrstane u socijalnu skupinu što znači da su živjele s jednikom iz para (suprotnog spola) mjesec dana. Utvrđena su značajne razlike u varijablama T\_sklonište\_miris (vidi Tablicu 16 i Sliku 21a) i T\_sklonište\_bez\_mirisa (Tablica 16 i Slika 21c) s obzirom na spol, te obje upućuju da su mušjaci proveli više vremena u skloništu s mirisom i skloništu bez mirisa od ženki. U ostalim varijablama nije utvrđena statistički značajna razlika između faza testiranja te između interakcije faza testiranja i spola (Tablica 16 i Slika 21b i 21d).

Tablica 16. Rezultati multivarijatne regresijske analize kumulativnog vremena provedenog u skloništu s mirisom drugog guštera, skloništu bez mirisa, te vremena potrebnog da gušter prvi puta uđe u sklonište s mirisom drugog guštera i u sklonište bez mirisa na osnovi faze testiranja i spola

Varijabla	Faktor	F-vrijednost	p-vrijednost
T_sklonište_miris	Test	0.576	0.452
	Spol	5.649	<b>0.022</b>
	Test*Spol	2.300	0.136
T_sklonište_bez_mirisa	Test	0.781	0.386
	Spol	5.083	<b>0.034</b>
	Test*Spol	0.041	0.841
T_latencija_sklonište_miris	Test	1.548	0.220
	Spol	0.023	0.881
	Test*Spol	2.278	0.138
T_latencija_sklonište_bez_mirisa	Test	0.024	0.879
	Spol	2.653	0.116
	Test*Spol	2.487	0.128

Napomena: \* označava interakciju varijabli; vrijednost  $p < 0.05$  je podebljana



Slika 21. Kutijasti dijagram kumulativnog vremena provedenog u skloništu s mirisom drugog guštera (a) i skloništu bez mirisa (c) u sekundama prema fazi testiranja i spolu, te vremena potrebnog da gušter prvi puta uđe u sklonište s mirisom drugog guštera (b) i u sklonište bez mirisa (d) u sekundama prema fazi testiranja. Na x osi prikazani su rezultati u prvoj (predsoc) i drugoj (postsoc) fazi testiranja. Pravokutnik obuhvaća rezultate koji se nalaze između prvog i trećeg kvartila, podebljana crta unutar njega označava medijan, a trokut predstavlja srednju vrijednost. Linije vertikalne na pravokutnik predstavljaju minimum i maksimum skupa podataka bez outliera. Točke iznad linija su vrijednosti jedinki koje odstupaju od ostatka grupe.

## 5. RASPRAVA

U ovom diplomskom radu testirano je postojanje razlika u socijabilnosti između dvije skupine guštera *Podarcis siculus*, onih koji su stupili u socijalni kontakt s jedinkama iste vrste (suprotnog spola) i onih koji nisu, pomoću testa socijalnog izbora i testa otvorenog polja. Testom otvorenog polja testirana je indirektna socijabilnost, dok se testom socijalnog izbora testirala direktna s obzirom da je gušter mogao stupiti u kontakt s drugom jedinkom iste vrste. Uvođenje kontrolne skupine daje mogućnost zaključka da se eventualne razlike u socijabilnosti između te skupine i eksperimentalne skupine mogu pripisati socijalnom kontaktu, a ne opetovanom testiranju ili prolasku vremena. Međutim, linearnim modelima nije utvrđena statistički značajna razlika niti u jednoj varijabli između kontrolne i eksperimentalne skupine u oba načina testiranja. Utvrđene su razlike u nekim varijablama između faza testiranja, prvoj (predsoc) i drugoj (postsoc), spola i interakcije faze testiranja i spola koje su potonje raspravljene s obzirom na način testiranja.

U testu socijalnog izbora (eng. „3-chambered sociability test“), kod asocijalne skupine, utvrđeno je da su mužjaci provodili više vremena uz kavez s prezentiranim gušterom od ženki bez obzira na fazu testiranja (vidi Sliku 13a), što znači da mužjaci statistički značajno više preferiraju socijalni kontakt od ženki. Ova pojava vidljiva je u diplomskom radu od Gojaka (2020) u kojem utvrđuje da mužjaci, bez obzira na podrijetlo, pokazuju višu razinu socijabilnosti u odnosu na ženke. S obzirom na pojavu česte spolne divergencije u socijabilnosti, smatra se da je veća socijabilnost kod mužjaka adaptivna zbog uspješnije reprodukcije (Reale i sur., 2007). Bilajac (2020) u svom diplomskom radu zaključuje o mogućoj heritabilnosti navedenog nalaza na potomke uz napomenu o nepoznavanju spola i mogućoj nedovoljnoj starosti guštera. Preferenca za novim gušterom ne ukazuje na postojanje statistički značajne razlike u socijabilnosti između ženki i mužjaka. Jedinku smatramo socijabilnom kada preferenca za novim gušterom iznosi više od 50 % (Lo i sur., 2016), a mužjaci i ženke u ovom istraživanju se nalaze na medijanu od oko 70%, dakle zaključujemo da imaju izraženu socijabilnost (vidi Sliku 15). U varijabli T\_središnji\_ odjeljak rezultati ukazuju da ženke u drugoj fazi testiranja manje vremena provode u središnjem odjeljku uz napomenu da je značajna razlika dobivena u slučaju multivarijatne analize, dok u slučaju univarijatne vrijednost nije značajna (vidi Tablicu 7). Istraživanje Moy i sur. (2004), u jednoj od 5 uzgojenih sojeva laboratorijskih miševa, utvrdili su da mužjaci prilikom ponovljenog mjerenja

više ulaze u bočne odjeljke i manje se zadržavaju u središnjem odjeljku. Istraživači pretpostavljaju da su ove životinje bile više anksiozne prilikom prvog mjerenja i da je zbog toga hipolokomocija uzrokovala socijalni deficit koji nije utjecao na značajnu razliku u ukupnoj socijabilnosti (Moy i sur., 2004). U socijalnoj skupini važno je napomenuti da je preferenca za novim gušterom neznajčno ali vidljivo niža nakon socijalizacije (vidi Sliku 19 i Sliku 15). Sličnu pojavu kod miševa uočili su Netser i sur. (2017), čiji je eksperiment bio dizajniran tako da je životinja birala između odjeljka s nepoznatim i poznatim mišem s kojim je bila u socijalizaciji, te je preferirala kontakt s nepoznatom životinjom. S obzirom da su parametri u tom istraživanju, osim prostorne orijentacije, uključivali i memoriju životinje su iskazivale tendenciju većih brzina prijelaza između podražaja i kraćih perioda istraživanja u ranim fazama socijalizacije, pa zatim prolongirane interakcije s drugom jedinkom do smanjenja sklonosti za interakcijom (Netser i sur., 2017).

U testu otvorenog polja (eng. „open field maze“) kod asocijalne skupine utvrđena je značajna statistička razlika u varijabli *T\_latencija\_sklonište\_bez\_mirisa* koja ukazuje da je gušterima u drugoj fazi testiranja trebalo manje vremena da prvi puta uđu u sklonište bez mirisa (vidi Tablicu 15 i Sliku 20d). S obzirom da je to sklonište prazno i predstavlja najsigurniju zonu u areni moguće je da su životinje pohranile u prostornoj memoriji to mjesto kao najbolje moguće mjesto za izbjegavanje opasnosti (Fagan i sur. 2013.), premda je od ponovljenog testiranja prošlo mjesec dana. U socijalnoj skupini u varijablama *T\_sklonište\_miris* i *T\_sklonište\_bez\_mirisa* statistički se značajno razlikuju mužjaci i ženke (Tablica 16), na način da mužjaci provode više vremena u skloništima, posebice u drugoj fazi testiranja u skloništu s mirisom (vidi Sliku 21a i 21c). Više provedenog vremena u skloništu s mirisom vjerojatno je posljedica reproduktivne motivacije kao i u asocijalnoj skupini u testu socijalnog izbora, ali je u ovom slučaju miris jedinke poznat. Iz navedenog se može zaključiti da gušteri izražavaju jednaku razinu socijabilnosti neovisno o socijalnom kontaktu. Premda *Podarcis siculus* nije monogamna vrsta kao gušteri *Tiliqua rugosa* (Bull i sur., 2017), postoji mogućnost da se mužjak zadržava u skloništu s ženkinim mirisom kako bi povećao šanse za uspješnu reprodukciju u sezoni parenja. Baxter i sur. (2015) smatraju da mužjak koji ima tendenciju dulje se zadržavati kod ženke, ispoljava veću agresiju prema drugim mužjacima te je teritorijalniji. Moguće da viši rezultati zadržavanja u skloništu bez mirisa kod mužjaka predstavljaju teritorijalnost u vidu obilježavanja teritorija i provjere da je sklonište prazno.

Ne postojanje statistički značajnog utjecaja socijalnog kontakta na razvoj socijabilnosti kod guštera *Podarcis siculus* može se objasniti činjenicom da spadaju u invazivnu vrstu.

Invazivne vrste su uspješne ako u ranim procesima introdukcije vrsta razvije upravo te bihevioralne karakteristike koje introdukciju i omogućavaju. Hipoteza adaptivne fleksibilnosti pretpostavlja da invazivne vrste čak mogu promijeniti stupanj u kojem izražavaju određenu bihevioralnu karakteristiku, ovisno o tome u kojoj su fazi širenja, pomoću socijalnog učenja i bihevioralne plastičnosti (Wright i sur., 2010). Tako se različitost bihevioralnih karakteristika smanjuje od inicijalne faze kad je ona najveća, do toga kad je vrsta uspješno introducirana i razvije stabilne bihevioralne karakteristike (Wright i sur., 2010). Drugim riječima, više razine socijalnosti, sklonosti istraživačkom ponašanju, smjelosti i znatiželjnosti utječu na to da li će se vrsta uspješno introducirati na novo područje. Kod dvije vrste guštera upravo su navedene bihevioralne karakteristike bile urođena predispozicija koja je vrstu *Lampropholis delicata* dovela do uspješne invazije, dok vrsta *Lampropholis guichenoti* s jednakim biološkim sposobnostima nije postala invazivna (Chapple i sur., 2011). Dakle, moguće je da rezultati prikazuju populacijske vrijednosti socijalnosti koji su urođena predispozicija razvijena do te mjere da je vrsta uspješna u opstanku i invaziji, te da se daljnjim uspostavljanjem socijalnog kontakta razina socijalnosti ne mijenja. Drugo objašnjenje predstavlja izračunavanje rezultata na temelju vremena provedenih u pojedinim odjeljcima, uz kaveze i u skloništima u kojima se ne uzima u obzir tumačenje bihevioralne dinamičnosti. S obzirom na to da su pomoću programa materijali snimljeni, implikacija za buduća istraživanja bila bi uzeti u obzir pojedino ponašanje uz lokaciju jedinke. Treće objašnjenje odnosi se na duljinu trajanja eksperimenta gdje je moguće da bi se kroz dulje vrijeme iskazala ponašanja s prolongiranim interakcijama s preferiranim podražajem kod te jedinke.

Iz rezultata ovog istraživanja vidljivo je da gušteri *Podarcis siculus* izražavaju visoku razinu socijalnosti (oko 70%), odnosno da se zadržavaju uz jedinke iste vrste suprotnog spola, bez obzira na socijalni kontekst. Uz to, mužjaci više od ženki preferiraju zadržavanje uz ženke i boravak u skloništima.



## 6. ZAKLJUČAK

Iz priloženih rezultata dobivenih istraživanjem, provedenom na uzorku od 70 jedinki guštera *Podarcis siculus*, utvrđeno je da ne postoji statistički značajna razlika u socijabilnosti između skupina *Podarcis siculus*, onih koji su stupili u socijalni kontakt s jedinkama iste vrste i onih koji nisu, kao što i ne postoji statistički značajna razlika u skupinama prilikom ponovljenog testiranja standardiziranim testovima ponašanja (testom socijalnog izbora i testom otvorenog polja).

Stoga se odbacuje prva hipoteza istraživanja da socijalni kontakt, u trajanju od mjesec dana izvan sezone parenja, u odrasloj dobi utječe na povećanje socijabilnosti kod guštera *Podarcis siculus*. Druga hipoteza se prihvaća, odnosno socijabilnost guštera *Podarcis siculus* unutar jedne sezone ostaje ista.

Gušteri *Podarcis siculus* generalno izražavaju visoku razinu socijabilnosti.

## 7. LITERATURA

- Aubret, F., Bignon, F., Kok, P. J. i Blanvillain, G. (2016). Only child syndrome in snakes: Eggs incubated alone produce asocial individuals. *Scientific reports*, 6(1), 1-6.
- Arnold, N. E., Arribas, O. i Carranza, S. (2007). Systematics of the Palearctic and Oriental lizard tribe Lacertini (Squamata: Lacertidae: Lacertinae), with descriptions of eight new genera. *Zootaxa*, 1430(1), 1-86.
- Arnold, E.N. i Oviden, D. (2002). *A Field Guide to the Reptiles and Amphibians of Britain and Europe*. Collins.
- Ball, N. (2003). *Temperament traits in cattle: measurement and preliminary genetic analysis* (Doctoral dissertation, University of Edinburgh).
- Ballen, C., Shine, R., i Olsson, M. (2014). Effects of early social isolation on the behaviour and performance of juvenile lizards, *Chamaeleo calyptratus*. *Animal Behaviour*, 88, 1-6.
- Barr, D. J., Levy, R., Scheepers, C. i Tily, H. J. (2013). Random effects structure for confirmatory hypothesis testing: Keep it maximal. *Journal of memory and language*, 68(3), 255-278.
- Bates, J. E. (1986). The measurement of temperament. *The study of temperament: Changes, continuities and challenges*, 1-11.
- Baxter, C. M., Barnett, R. i Dukas, R. (2015). Aggression, mate guarding and fitness in male fruit flies. *Animal Behaviour*, 109, 235-241.
- Bell, A. M. i Sih, A. (2007). Exposure to predation generates personality in threespined sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus*). *Ecology letters*, 10(9), 828-834.
- Bell, A. M., Hankison, S. J. i Laskowski, K. L. (2009). The repeatability of behaviour: a meta-analysis. *Animal Behaviour*, 77(4), 771 –783.
- Bilajac A. (2020). Socijabilnost juvenilnih F1 jedinki iz pokusa križanja brzo evoluirajućih populacija primorske gušterice, *Podarcis siculus* (Rafinesque-Schmaltz, 1810) (Doctoral dissertation, University of Zagreb. Faculty of science. Department of biology).
- Biro, P. A., Beckmann, C. i Stamps, J. A. (2010). Small within-day increases in temperature affects boldness and alters personality in coral reef fish. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 277(1678), 71–77.

- Botreau, R., Veissier, I., Butterworth, A., Bracke, M. B. i Keeling, L. J. (2007). Definition of criteria for overall assessment of animal welfare. *Animal Welfare-potters Bar then Wheathampstead*, 16(2), 225.
- Brattstrom, B. H. (1974). The evolution of reptilian social behavior. *American Zoologist*, 14(1), 35-49.
- Brelih, S. i Džukić, G. (1974). *Catalogus Faunae Jugoslaviae*. Academia Scientiarum et Artium Slovenica.
- Bull, C. M., Gardner, M. G., Sih, A., Spiegel, O., Godfrey, S. S. i Leu, S. T. (2017). Why is social behavior rare in reptiles? Lessons from sleepy lizards. *Advances in the Study of Behavior*, 49, 1-26.
- Chapple, D. G., Simmonds, S. M. i Wong, B. B. (2011). Know when to run, know when to hide: can behavioral differences explain the divergent invasion success of two sympatric lizards?. *Ecology and Evolution*, 1(3), 278-289.
- Clutton-Brock, T. H., i Parker, G. A. (1992). Potential reproductive rates and the operation of sexual selection. *The Quarterly Review of Biology*, 67(4), 437-456.
- Costantini, D. i Bruner, E. (2007). Head morphological variation in *Podarcis muralis* and *Podarcis sicula*: a landmark-based approach. *Amphibia-Reptilia* 28(4), 566-573.
- Crnobrnja-Isailović, J., Vogrin, M., Corti, C., Pérez-Mellado, V., Sá-Sousa, P., Cheylan, M., Pleguezuelos, J., Sindaco, R., Romano, A. i Avci, A. (2008). *Podarcis siculus*. In: IUCN (2013): IUCN Red List of Threatened Species.
- Damas Moreira, I., Oliveira, D., Santos, J., Riley, J., Harris, D. i Whiting, M. (2018). Learning from others: an invasive lizard uses social information from both conspecifics and heterospecifics. *Biology letters*, 14(10), 20180532.
- Dingemanse, N. J., Kazem, A. J. M., Re'ale, D. i Wright, J. (2010). Behavioural reaction norms: animal personality meets individual plasticity. *Trends in Ecology and Evolution*, 25(2), 81-89.
- Doody, J. S., Burghardt, G. M., i Dinets, V. (2013). Breaking the social-non- social dichotomy: a role for reptiles in vertebrate social behavior research?. *Ethology*, 119(2), 95-103.
- Fagan, W. F., Lewis, M. A., Auger- Méthé, M., Avgar, T., Benhamou, S., Breed, G. i Mueller, T. (2013). Spatial memory and animal movement. *Ecology letters*, 16(10), 1316-1329.
- Gasc, J. P., Cabela, A., Crnobrnja-Isailović, J., Dolmen, D., Grossenbacher, K., Haffner, P., Lescure, J., Martens, H., Martinez Rica, J. P., Maurin, H., Oliveira, M. E.,

- Sofianidou, T. S., Veith, M. i Zuiderwijk, A. (1997): *Atlas of amphibians and reptiles in Europe. Collection patrimoines Naturels*, 29.
- Gojak, T. (2020). *Socijabilnost u zatočeništvu populacija primorske gušterice, Podarcis siculus (Rafinesque, 1810), s otočiča Pod Kopište i Pod Mrčaru* (Doctoral dissertation, University of Zagreb. Faculty of science. Department of biology).
- Gorman, G.C., Soulé, M., Yung Yang, S. i Nevo, E. (1975). Evolutionary genetics of insular Adriatic lizards. *Evolution*, 52-71.
- 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.
- Harris, D. J. i Arnold E. N. (1999). Relationships of wall lizards, *Podarcis* (Reptilia: Lacertidae) based on mitochondrial DNA sequences. *Copeia*, 749–754.
- Heino, M., Metz, J. A., i Kaitala, V. (1998). The enigma of frequency-dependent selection. *Trends in Ecology and 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. i Mason, G. J. (2011). Two's company? Solitary vixens' motivations for seeking social contact. *Applied Animal Behaviour Science*, 135(1-2), 110-120.
- Hutinec, T. Bogdanović, S. Mekinić i K. Jelić (2012). *Crvena knjiga vodozemaca i gmazova Hrvatske*.
- Krause, J., Ruxton, G. D., Ruxton, G. D., i Ruxton, I. G. (2002). *Living in groups*. Oxford University Press.
- Labra, A., Escobar, C. i Niemeyer, H. (2001). Chemical Discrimination in *Liolaemus* Lizards: Comparison of Behavioral and Chemical Data. *In Chemical Signals in Vertebrates* 9, 439-444.
- Lauš, B. i Zadravec, M. (2011). Observations on copulating pairs of *Zamenis longissimus* (Laurenti, 1768), *Podarcis siculus* (Rafinesque, 1810), *Podarcis muralis* (Laurenti, 1768) and *Podarcis melisellensis* (Braun,1877) in Croatia. *Hyla: Herpetological bulletin*, 2011(2), 43-46.
- Libersat, F. i Pflueger H. J. (2004). Monoamines and the orchestration of behavior. *Bioscience*, 54(1), 17-25.
- Lo, S. C., Searce-Levie, K., i Sheng, M. (2016). Characterization of social behaviors in caspase-3 deficient mice. *Scientific reports*, 6(1), 1-9.

- Michelangeli, M., Chapple, D. G., Goulet, C. T., Bertram, M. G., i Wong, B. B. (2019). Behavioral syndromes vary among geographically distinct populations in a reptile. *Behavioral Ecology*, 30(2), 393-401.
- Moy, S. S., Nadler, J. J., Perez, A., Barbaro, R. P., Johns, J. M., Magnuson, T. R. i Crawley, J. N. (2004). Sociability and preference for social novelty in five inbred strains: an approach to assess autistic- like behavior in mice. *Genes, Brain and Behavior*, 3(5), 287-302.
- Netser, S., Haskal, S., Magalnik, H. i Wagner, S. (2017). A novel system for tracking social preference dynamics in mice reveals sex-and strain-specific characteristics. *Molecular Autism*, 8(1), 1-14.
- Nevo, E., Gorman, G., Soule, M., Yang, S. Y., Clover, R. i Jovanović, V. (1972). Competitive exclusion between insular *Lacerta* species (Sauria, Lacertidae). *Oecologia*, 10, 183-190.
- Oliverio, M., Burke, R., Bologna, M. A., Wirz, A. i Mariottini, P. (2001). Molecular characterization of native (Italy) and introduced (USA) *Podarcis sicula* populations (Reptilia, Lacertidae). *Italian Journal of Zoology*, 68(2), 121-124.
- Ortega, Z., Mencía, A., i Pérez-Mellado, V. (2016). Thermal ecology of *Podarcis siculus* (Rafinesque-Schmalz, 1810) in Menorca (Balearic Islands, Spain). *Acta Herpetologica*, 11(2), 127-133.
- Podnar, M., Mayer, W. i Tvrtković N. (2005). Phylogeography of the Italian wall lizard, *Podarcis sicula*, as revealed by mitochondrial DNA sequences. *Molecular Ecology*, 14(2), 575-588.
- Réale, D., Reader, S. M., Sol, D., McDougall, P. T., i Dingemanse, N. J. (2007). Integrating animal temperament within ecology and evolution. *Biological Reviews*, 82(2), 291-318.
- Rivera, X., Arribas, O., Carranza, S., i Maluquer-Margalef, J. (2011). An introduction of *Podarcis sicula* in Catalonia (NE Iberian Peninsula) on imported olive trees. *Bulletí de la Societat Catalana dHerpetologia*, 19, 83-88.
- Robinson, G. E., Fernald, R. D. i Clayton, D. F. (2008). Genes and social behavior. *Science*, 322(5903), 896-900.
- Rodríguez-Prieto, I., Martín, J., i Fernández-Juricic, E. (2011). Individual variation in behavioural plasticity: direct and indirect effects of boldness, exploration and sociability on habituation to predators in lizards. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 278(1703), 266-273.
- Rook, A. J. i Huckle, C. A. (1995). Synchronization of ingestive behaviour by grazing dairy cows. *Animal Science*, 60(1), 25-30.

- Sahgal, A. (1993). Behavioural neuroscience. *A Practical Approach*, 49-54.
- Sa-Sousa, P., Vicente, L., i Crespo, E.G. (2002). Morphological variability of *Podarcis hispanica* (Sauria: Lacertidae) in Portugal. *Amphibia-Reptilia*, 23(1), 55–69.
- Schradin, C., Lindholm, A. K., Johannesen, J. E. S., Schoepf, I., Yuen, C. H., Koenig, B. i Pillay, N. (2012). Social flexibility and social evolution in mammals: a case study of the African striped mouse (*Rhabdomys pumilio*). *Molecular Ecology*, 21(3), 541-553.
- Sibbald, A.M., Erhard, H.W., Hooper, R.J., Dumont, B. i Boissy, A. (2006). A test for measuring individual variation in how far grazing animals will move away from a social group to feed. *Applied Animal Behaviour Science*, 98(1-2), 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.
- Seibenhener, M. L., i Wooten, M. C. (2015). Use of the open field maze to measure locomotor and anxiety-like behavior in mice. *JoVE (Journal of Visualized Experiments)*, (96), e52434.
- Štambuk (n.d.) *GENERALIZ*. Pribavljeno 22.2.2021. s adrese <http://stambuk.biol.pmf.hr/research/research.html>.
- Uetz P., Hallermann J. i Hosek J. (n.d.) *The Reptile Database*. Pribavljeno 18.7.2021. s adrese <https://reptiledatabase.reptarium.cz/species?genus=Podarcis&species=siculus>.
- 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(8), 1343-1352.
- Vervust, B., Pafilis, P., Valakos, E. D. i Van Damme, R. (2010). Anatomical and physiological changes associated with a recent dietary shift in the lizard *Podarcis sicula*. *Physiological and Biochemical Zoology*, 83(4), 632-642.
- Vitt, L. J. i Caldwell, J. P. (2014a). Thermoregulation, performance and energetics. An introductory biology of amphibians and reptiles. *Academic Press*, 203-227.
- Whiting, M. i While, G. (2017). 13 Sociality in Lizards. *Comparative Social Evolution*, 390.
- Wright, T. F., Eberhard, J. R., Hobson, E. A., Avery, M. L. i Russello, M. A. (2010). Behavioral flexibility and species invasions: the adaptive flexibility hypothesis. *Ethology Ecology and Evolution*, 22(4), 393-400.