

Agresivnost populacija primorske gušterice, *Podarcis siculus* (Rafinesque, 1810) na otočićima Pod Kopište i Pod Mrčara

Pintarić, Iva

Master's thesis / Diplomski rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:735491>

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

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



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno – matematički fakultet
Biološki odsjek

Iva Pintarić

**Agresivnost populacija primorske gušterice, *Podarcis siculus*
(Rafinesque, 1810) na otočićima Pod Kopište i Pod Mrčara**

Diplomski rad

Zagreb, 2019.

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

Posebno se zahvaljujem mentoru dr. sc. Duji Lisičiću, doc. na iznimnoj pomoći i podršci, pruženoj prilici i suradnji, terenskom radu, korisnim savjetima, izdvojenom vremenu i uloženom trudu te razumijevanju za sve moje upite pri izradi ovog diplomskog rada.

Veliko hvala Marku Glogoškom, mag. oecol. et prot. nat. na iskazanoj pomoći i suradnji, što je uvijek uskočio u pomoć kad sam negdje zapela i imao strpljenja.

Zahvaljujem se svim studentima i djelatnicima Prirodoslovno-matematičkog fakulteta te djelatnicima Zoološkog vrta koji su posredno i neposredno sudjelovali u izradi ovog rada, a posebno mom kolegi Tomislavu Gojaku bez koga ovo iskustvo ne bi bilo tako zabavno.

Hvala svim mojim kolegama i prijateljima koji su tijekom ovog studija bili uz mene te se sa mnom i veselili i žalostili, ponekad živcirali, ali najviše smijali.

I na kraju, najveće hvala mojoj obitelji, a posebno mami koja je uvijek bila TU uz mene, sa mnom proživljavala svaki dio moga studiranja i uvijek me upućivala na pravi put.

Hvala im na svojoj podršci i razumijevanju.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Biološki odsjek

Diplomski rad

Agresivnost populacija primorske gušterice, *Podarcis siculus* (Rafinesque, 1810) na otočićima Pod Kopište i Pod Mrčara

Iva Pintarić

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Radi istraživanja, 1971. godine je 5 parova primorskih gušterica, *Podarcis siculus*, preneseno s njihovog prirodnog otoka Pod Kopište na otok Pod Mrčara. Nakon 36 godina, znanstvenici su otkrili da je unesena vrsta istrijebila tamošnju autohtonu vrstu gušterice (*Podarcis melisellesis*) te da se dogodila brza adaptivna evolucija. Utvrdili su razlike u morfologiji, anatomiji i fiziologiji, ali i u ponašanju između jedinki na ta dva otoka. Cilj ovog rada bio je utvrditi razlike u agresivnosti između populacija te između spolova unutar i između tih dviju otočnih populacija. Istraživanje je provedeno na 42 jedinki *P. siculus* s Pod Mrčare i 50 jedinki s Pod Kopišta. Prije početka istraživanja, jedinke su prošle trodnevno razdoblje habituacije nakon čega je uslijedilo testiranje u otvorenom polju gdje su se istraživale tri glavne kategorije ponašanja vezane za interakciju s drugim gušterom (tolerantnost, agresivnost i povlačenje) i vrijeme provedeno u centralnoj zoni arene kao pokazatelj dominantnosti. Istraživanje je pokazalo da su i mužjaci i ženke s Pod Kopišta agresivniji i od mužjaka i od ženki s Pod Mrčare te da je općenito populacija s Pod Kopišta agresivnija i dominantnija. Nadalje, rezultati su pokazali da su agresivnost i povlačenje povezani pa se agresivnija populacija s Pod Kopišta i više povlači.

(40 stranica, 21 slika, 5 tablica, 34 literaturnih navoda, jezik izvornika: hrvatski jezik)

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici

Ključne riječi: primorska gušterica (*Podarcis siculus*), agresivnost, tolerantnost, povlačenje, dominantnost, test otvorenog polja

Voditelj: dr. sc. Duje Lisičić, doc.

Ocjenitelji: dr. sc. Duje Lisičić, doc.

dr. sc. Mirela Sertić Perić, doc.

dr. sc. Iva Juranović Cindrić, izv. prof.

Rad prihvaćen: 05.09.2019.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Division of Biology

Graduation Thesis

Aggressivity in populations of Italian Wall Lizard, *Podarcis siculus* (Rafinesque, 1810) on
Pod Kopište and Pod Mrčara islands

Iva Pintarić

Rooseveltova trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

For the study purposes, in 1971., five pairs of Italian wall lizard, *Podarcis siculus*, were transferred from their native island Pod Kopište onto Pod Mrčara island. After 36 years scientists discovered that translocated lizard species wiped out the indigenous lizard species (*Podarcis melisellensis*) and rapid adaptive evolution occurred. They found differences in morphology, anatomy, physiology and behavioural changes between individuals on these two islands. Our aim was to determine differences in aggression between populations and between gender within and between these two island populations. The research was carried out on 42 individuals of *P. siculus* from Pod Mrčara and 50 individuals from Pod Kopište. Prior to the experimental procedure, individuals passed the three-day habituation period followed by open field testing in which we investigated three main behavioral categories related to interacting with another lizards (tolerance, aggression and retreat) and time spent in the central arena zone as an indicator of dominance. The research has shown that both males and females from Pod Kopište are more aggressive than both males and females from Pod Mrčara, and that in general the population from Pod Kopište is more aggressive and dominant. Furthermore, the results have shown that aggression and retreat are related, so the more aggressive population from Pod Kopište is retreating more.

(40 pages, 21 figures, 5 tables, 34 references, original in: Croatian)

Thesis deposited in the Central Biological Library

Key words: Italian wall lizard (*Podarcis siculus*), aggression, tolerance, retreat, dominance, open field test

Supervisor: Dr.sc. Duje Lisičić, Asst. Prof.

Reviewers: Dr.sc. Duje Lisičić, Asst. Prof.

Dr. sc. Mirela Sertić Perić, Asst. Prof.

Dr. sc. Iva Juranović Cindrić, Assoc. Prof.

Thesis accepted: 05.09.2019.

Sadržaj

1. UVOD.....	1
1.1. Primorska gušterica (<i>Podarcis siculus</i> Rafinesque, 1810)	1
1.1.1. Sistematika vrste.....	1
1.1.2. Rasprostranjenost, stanište i aktivnost vrste.....	1
1.1.3. Biologija vrste	2
1.1.4. Ugroženost i mjere zaštite	4
1.2. Translokacijski pokus na otocima u Lastovskom arhipelagu	5
1.3. Agresivnost i dominantnost u životinja	6
1.4. „Genomički aspekti brze evolucije primorske gušterice (<i>Podarcis sicula</i>) - GENERALIZ“	9
2. CILJEVI STRAŽIVANJA.....	10
3. MATERIJALI I METODE.....	11
3.1. Terenski dio istraživanja.....	11
3.2. Laboratorijski rad	11
3.2.1. Održavanje guštera u zatočeništvu	11
3.2.2. Test otvorenog polja	12
3.3. Analiza videa.....	13
3.4. Rad u Microsoft Office Excel-u.....	14
3.5. Statistička analiza podataka	17
4. REZULTATI.....	18
4.1. Rezultati Shapiro-Wilk testa.....	18
4.2. Rezultati ANOVA testa	18
4.2.1. Razlike između populacija	18
4.2.2. Razlike između spolova	20
4.2.3. Razlike između populacija i spolova	20
4.3. Rezultati Kruskal-Wallis testa	21
4.3.1. Inicijator	21
4.3.2. Tolerantnost.....	21
4.3.3. Agresivnost.....	24

4.3.4. Povlačenje	27
4.4. Rezultati za dominantnost guštera.....	29
5. RASPRAVA	31
6. ZAKLJUČAK	35
7. LITERATURA.....	36
8. PRILOZI	40
1. Protokol korištenja Noldus EthoVision XT 13	I
2. Statistička obrada podataka u Statistica 13	VI
2.1. Protokol korištenja Shapiro-Wilk testa.....	VI
2.2. Protokol korištenja ANOVA testa	VI
2.3. Protokol korištenja Kruskla-Wallis testa	VI
3. Protokol za računanje dominantnosti guštera.....	VIII
3.1. Računanje dominantnosti pomoću vremena provedenog u centralnoj zoni.....	VIII
3.2. Računanje dominantnosti pomoću broja povlačenja i broja agresivnih ponašanja	VIII
3.3. Analiza dominantnosti Fisherovim egzaktnim testom.....	II
9. ŽIVOTOPIS.....	X

1. UVOD

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

1.1.1. Sistematika vrste

Primorska gušterica, latinskog naziva *Podarcis siculus* te engleskog naziva Italian wall lizard, gušter je iz porodice *Lacertidae* te roda *Podarcis*. Gušteri tog roda jedni su od najvažnijih predstavnika mediteranske herpetofaune, prvenstveno zbog velike varijabilnosti na otocima, te su najdominantniji rod guštera u južnoj Europi. Rasprostranjeni su u sjevernoj Europi sve do južnog dijela Nizozemske, doline Rajne, Češke, Slovačke, Mađarske, Rumunjske i Krima. Također su rasprostranjeni u sjeverozapadnoj Africi (Maroko, sjever Alžira, Tunis), sjeverozapadnoj azijskoj Turskoj te na otocima u Sredozemnom moru istočno prema Cikladima (Arnold i sur. 2007). Hrvatska je, s obzirom na svoju veličinu, u svjetskom vrhu po brojnosti vodozemaca i gmazova, a guštera ima čak 17 vrsta (Jelić i sur. 2015). Detaljna klasifikacija primorske gušterice prikazana je u Tablici 1.

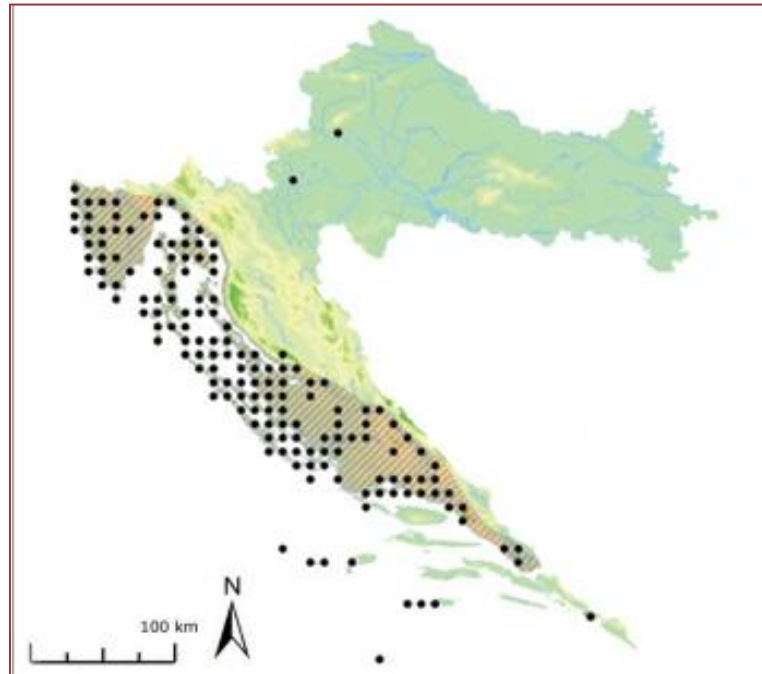
Tablica 1. Taksonomija primorske gušterice

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

1.1.2. Rasprostranjenost, stanište i aktivnost vrste

Kao autohtona vrsta, primorska gušterica *Podarcis siculus* (Rafinesque, 1810), naseljava Apeninski poluotok, veliki broj otoka i otočića u Tirenskom i Jadranskom moru, a može se naći čak i u SAD-u. U Hrvatskoj je rasprostranjena uzduž jadranske obale od Istre do Neuma, na području Dalmacije te na mnogim otocima i otočićima. Također su poznate populacije u Zagrebu, uzduž željezničke pruge i na nasipu rijeke Save, te u Karlovcu (Slika 1). Poznate su

dvije podvrste u Hrvatskoj: dubrovačka primorska gušterica (*Podarcis siculus ragusae*), koja naseljava zidine grada Dubrovnika, i endemična jadranska primorska gušterica (*Podarcis siculus adriaticus*), koja naseljava Malu Palagružu, Sušac, Kopište, Pod Kopište, Bijelac, Pod Mrčaru te Kludu i Pijavicu ispred Trogira (Jelić i sur. 2015).



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

Naseljava jako raznolika staništa, od morske obale, grmovitih područja i livada, preko makije, suhih kamenitih pašnjaka, suhozida, sve do rubova šuma i naselja (Crnobrnja-Isailović i sur. 2009). Nastanjuje i krške planine gdje je se može naći i do 2 000 m nadmorske visine uz planinske puteve (npr. planina Etna) (Jelić i sur. 2015). Često se može naći u blizini ljudskih kuća, u parkovima i vrtovima (URL 1). U usporedbi s ostalim malim gušterima dobar je trkač na otvorenim područjima te četo prelazi veće udaljenosti od skloništa, ali je loš penjač pa se više zadržava pri tlu (Jelić i sur. 2015). Diurnalna je životinja, tj. kreće se, hrani i razmnožava tijekom dana, kako bi izbjegla predatore aktivne noću. Kao sklonište koristi pukotine, stijene, grmlje, itd. (URL 1).

1.1.3. Biologija vrste

Primorska gušterica je robusna vrsta gušterice veličine do 9 cm od vrha njuške do nečisnice. Vrste imaju izrazito varijabilnu obojenost. Leđni dio je od zelene, zeleno-smeđe, maslinaste ili svijetlosmeđe boje s prugastim uzorkom u obliku svijetlih i tamnih linija ili niza

točkica (Slika 2). Poznate su i uniformirano obojane jedinke, tj. bez šara. Trbušni dio je najčešće bijele ili sivkaste boje. Na rubnim trbušnim pločicama prisutne su plave točkice, a kod nekih jedinki može postojati i žuto ili narančasto obojenje (Jelić i sur. 2015). Prisutan je spolni dimorfizama pa su mužjaci veći od ženki sa dužim repom te većom i širom glavom. Mužjaci imaju dulje stražnje udove te bolje razvijene bedrene pore (Arnold i sur. 2007; Vervust i sur. 2007).



Slika 2. Primorska gušterica (*Podarcis siculus*)
(preuzeto s <http://en.balcanica.info>)

Ektotermna je vrsta, kao i ostali gmazovi, te joj tjelesna temperatura ovisi o temperaturi okoliša u kojem se nalazi. Toplinu dobiva sunčanjem ili upija toplinu sa zagrijane površine. Hibernira od početka studenog do početka ožujka (Vitt i Caldwell 2014a).

Primarno je insektivorna vrsta te se hrani beskralježnjacima, pretežno člankonošcima kao što su pauzi, dvokrilci, kornjaši, ličinke kukaca, itd., a pronađeni su i rijetki slučajevi prehrane biljem (Vitt i Caldwell 2014b). Na malim otocima je zabilježen i kanibalizam, tj. jedinka ponekad pojede mlade svoje vrste. Predatori su joj razne ptice (galebovi, grabežljivice), zmije i sisavci (Capula i Aloise 2011; Grano i sur. 2011).

Ženke koje se pare prvi put imaju 1-2 legla, a kasnije mogu imati do 5 legla godišnje s 2-12 (često 5-6) jaja u svakom leglu. Mužjaci su spolno zreli u prosjeku nakon 1 godine, a ženke nakon 1-2 godine. Prilično je agresivna vrsta, osobito prema drugim gušterima iz porodice *Lacertidae* (Jelić i sur. 2015). Mužjaci su posebno agresivni za vrijeme parenja, u travnju i svibnju, kad se bore za ženke. Tijekom parenja, mužjaci čeljustima uhvate ženku za bokove. U zatočeništvu mogu živjeti do 13 godina (Jelić i sur. 2015).

Zanimljivo je da su zabilježena četiri slučaja prirodne hibridizacije primorske gušterice s drugim vrstama iz roda *Podarcis*: s *P. melisellensis* na Pod Mrčari, *P. tiliguerta* nedaleko Sardinije, *P. raffonei* na Aeolijskom otoku i *P. wagleriana* na otoku Marettimo. Svi zabilježeni slučajevi se nalaze na otocima i na staništima promjenjenima antropogenim utjecajem te je prisutnost primorske gušterice na tim lokalitetima najvjerojatnije posljedica ljudskog transporta (Capula 1993; 1996; Gorman 1975).

1.1.4. Ugroženost i mjere zaštite

Oportunistička je vrsta te se lako prilagođava na različite uvjete i staništa u vrlo kratkom vremenskom roku. Zbog toga je opasna invazivna vrsta koja nerijetko istiskuje autohtone vrste pri čemu kod otočnih populacija često dolazi do izumiranja endemskih vrsta (Lo Cascio i Corti 2006).

Kao autohtona vrsta hrvatske faune, primorska gušterica je uvrštena u Crvenu knjigu vodozemaca i gmazova Republike Hrvatske, a status vrste je naveden kao “najmanje zabrinjavajući” (eng. least concern - LC).

Vrlo je prilagodljiva različitim uvjetima i lako se širi na nova područja, samostalno ili antropogenim utjecajem. Podvrste *P. siculus ragusae* i *P. siculus adriaticus* su ocijenjene kao gotovo ugrožene (eng. near threatened - NT).

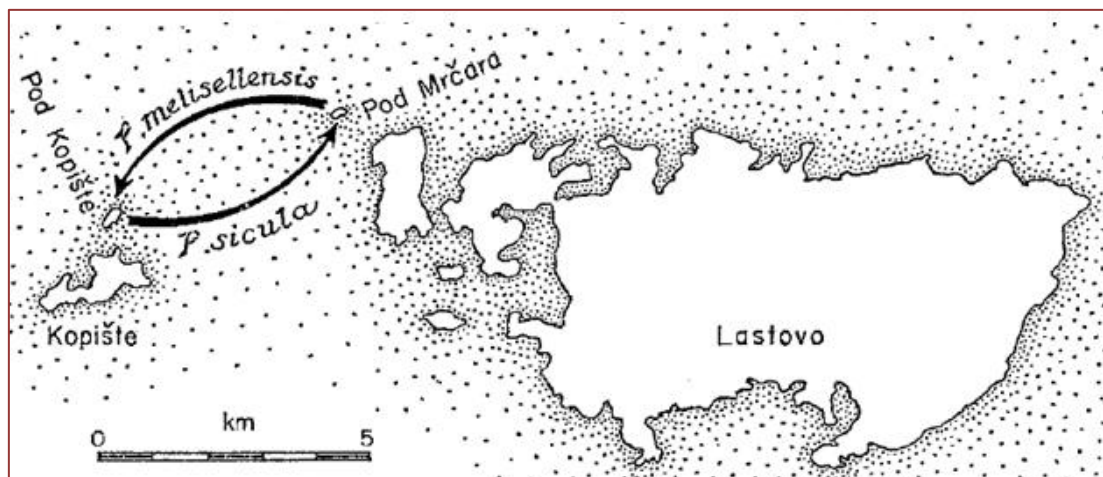
Nalazi se na Dodatku IV Direktive o zaštiti prirodnih staništa i divlje faune i flore Europske unije (Direktiva o staništima) te na Dodatku II Konvencije o zaštiti europskih

divljih vrsta i prirodnih staništa radi brojnih endemskih podvrsta diljem svog areala. U Hrvatskoj, zbog velike gustoće populacije i invazivnosti, nije zaštićena te ne postoje predložene mjere očuvanja (Jelić i sur. 2015).

1.2. Translokacijski pokus na otocima u Lastovskom arhipelagu

Otoci Pod Mrčara ($42^{\circ} 46' 59''$ N, $16^{\circ} 46' 59''$ E) površine $0,014 \text{ km}^2$ i Pod Kopište ($42^{\circ} 45' 50''$ N, $16^{\circ} 43' 28''$ E) površine $0,036 \text{ km}^2$, smješteni su u Jadranskom moru sjeverozapadno od otoka Lastovo. Međusobno su udaljeni nešto više od 4,5 km te su nenaseljeni. Dio su Lastovskog arhipelaga koji je 2006. godine proglašen Parkom prirode.

Izraelski znanstvenik Nevo je sa svojim suradnicima 1971. godine prenio 5 muško-ženskih parova primorske gušterice *Podarcis sicula* s nativnog otoka Pod Kopište na otok Pod Mrčara te 5 muško-ženskih parova krške gušterice *Podarcis melisellensis* s otoka Pod Mrčara na otok Pod Kopište (recipročan prijenos) (Slika 3). Cilj njihovog istraživanja bio je proučiti kompeticiju između tih dviju vrsta (Nevo i sur. 1972).



Slika 3. Recipročan prijenos gušterica između otoka Pod Mrčara i Pod Kopište u Lastovskom arhipelagu (prilagođeno prema Nevo i sur. 1972.)

Nakon 36 godina, znanstvenik Herrel se sa suradnicima vratio na otočiće kako bi provjerili rezultate translokacijskog pokusa. Primjetili su da se prebačene jedinke krške gušterice na Pod Kopištu nisu uspjele održati, a na Pod Mrčari su u potpunosti nestale. S druge strane, prebačene jedinke primorske gušterice su opstale na oba otoka što je dokazano genetičkom analizom mitohondrijske DNA. Nadalje, ustanovili su mnoge razlike ovih dviju populacija primorske gušterice. Jedinke s Pod Mrčare, i mužjaci i ženke, su imale veće glave, veću čeljust i snažniji zagriz te dulje tijelo i veću masu od jedinki s Pod Kopišta čiji je uzrok bio prelazak s pretežno karnivornog na pretežno herbivorni način prehrane. Najzanimljivije

otkriće bilo je to da su jedinke novoosnovane populacije primorskih gušterica kao posljedicu takvog načina prehrane imale cekalne zaliske. Oni su pronađeni i kod juvenilnih jedinki iz čega se može zaključiti da postoji genetska osnova za tu razliku (Herrel i sur. 2008; Vervust i sur. 2010).

Vervust i sur. (2007) su proveli istraživanje otoka i usporedili mikrostaništa te pritisak predatora, tj. ptica, na jedinke. Uočili su da su otoci slični po općim značajkama: približno su iste veličine, oba su izgrađena od organskog vapnenca te su u središtu prekriveni bujnom vegetacijom, a na rubnim dijelovima otoka su ogoljene stijene. Međutim, usporedbom vegetacija došli su do zaključka da je ona na Pod Kopištu niža i rijedja čiji je mogući uzrok mali broj ovaca (< 5) na tom otoku. Uočili su da jedinke s Pod Mrčare imaju kraće udove te su sporiji i brže se umaraju što je posljedica obilnije vegetacije koja gušterima pruža bolje sklonište od predatora pa oni moraju proći manju udaljenost do skloništa nego gušteri na drugom otoku. Nadalje, uočili su veću gustoću populacije te razlike u ponašanju koje su uključivale slabiji odgovor na predatore i izostanak borbe za teritorij kod jedinki s otoka Pod Mrčara. Zaključili su da je uzrok tome povoljnije stanište, tj. raspoloživost biljne hrane koje je bilo u izobilju na otoku Pod Mrčara te bujnija vegetacija kao sklonište. Također, uzrok procvata populacije mogle bi biti i populacije galeba klaukavca koji se više gnijezdi na Pod Mrčari, gdje gušća vegetacija omogućava bolje sklonište za jaja i mlade, te tako tjeraju druge opasnije ptice.

Jedinstveno u ovom otkriću je što dokazuje da rapidne fenotipske promjene mogu utjecati na strukturu i dinamiku, ali i na ekologiju ponašanja te prirodnu povijest vrste. Također pokazuje da rapidna evolucija može rezultirati i kvalitativnim i kvantitativnim promjenama (Herrel i sur. 2008).

1.3. Agresivnost i dominantnost u životinja

Na otocima se, zbog izoliranosti, na ekvivalentnom području nalazi manji broj životnjskih vrsta nego na kopnu te je smanjena interspecifična konkurencija i opasnost od predatora. Zato su otočne populacije gušće (Novosolov i Meiri 2013) što izaziva veliku intraspecifičnu konkurenciju. Ona uključuje agresiju kao jedan od oblika ponašanja (Losos i Ricklefs 2009). Agresivnost je bitna komponenta u ponašanju mnogih životinja te može biti presudna u kompeticiji jedinki kad su resursi ograničeni. Nadalje, agresivnost može biti bitna strategija protiv predatora koja jedinki može omogućiti preživljavanje (Herrel i sur. 2009). Unutar vrste, konačni čimbenici koji uzrokuju promjene u obrascu i intenzitetu agresivnog

ponašanja među jedinkama mogu biti ekološki i demografski. Ekološki, agresija se povećava nedostatkom resursa, a demografski, agresija se povećava gustoćom populacije (Emlen i Oring 1977; Knell 2009).

Općenito prihvatljiva definicija agresivnosti, donesena na temelju istraživanja životinja, govori da je to svako otvoreno ponašanje životinje koje uključuje namjernu ili potencijalnu štetu drugoj životinji (Olivier i Young 2002).

Abrantes (2014) daje svoju precizniju definiciju: Agresivno ponašanje je ponašanje usmjereno prema uklanjanju kompeticije protivnika, ozljeđivanjem, nanošenjem boli ili pružanja pouzdanog upozorenja za takve nadolazeće posljedice, ako protivnik ne poduzme nikakve mjere povlačenja. Razlikuje se od dominantnog ponašanja jer ovo posljednje ne uključuje nanošenje ozljeda protivniku, iako može zahtijevati određeni stupanj prisilnih mjera. Agresivno ponašanje se kreće od pouzdanih upozorenja o nadolazećim štetnim posljedicama poput rikanja, urlanja i udaranja, do ponašanja koja uključuju ozljeđivanje poput grizenja, podmetanja i udaranja. Predatorsko ponašanje nije agresivno ponašanje. Nadalje, Abrantes (2017) dominantnost definira na sljedeći način: Dominantno ponašanje je kvantitativno i mjerljivo ponašanje koje jedinka pokazuje s namjerom stjecanja ili zadržavanja privremenog pristupa određenom resursu u određenoj prigodi, suprotno protivniku, a da se pritom međusobno ne ozljede. Ako bilo koja strana nanese ozljede drugome, onda je to agresivno ponašanje, a ne dominantno. Kvantiteta dominantnog ponašanja kreće se od pomalo samopouzdanog do pretjerano asertivnog.

Vallejo (2018) definira dominantnost kao hijerarhijski društveni sustav koji se temelji na trajnosti agonističkog ponašanja, ponašanja koje uključuje agresivnost, među jedinkama. To je ponašanje povezano sa konkurencijom i sukobima između jedne ili više dominantnih jedinki i drugih koji se smatraju podređenima. Razvoj agresivnog ponašanja je i najreprezentativniji primjer ovakve vrste društvenog sustava, ali i najutjecajniji u smislu odnosa koji se odvijaju u zajednici. Agresivno ponašanje dominantnih jedinki rezultira tolerantnijim i krotkim jedinkama. Nadalje, dominantnost nije fiksna karakteristika jedinke već ona ovisi o kontekstu i okruženju u kojem se životinja razvija.

Agresivno ponašanje u guštera je uobičajena i prirodna pojava koja se može primjetiti kako kod divljih tako i kod jedinki u zatočeništvu. Mnogo je razloga zbog kojih se gušter može agresivno ponašati. Najčešće je to radi obrane teritorija i resursa, prenapučenosti,

ustroje društvene dominacije, tijekom sezone parenja, obrane od predatora, stresa ili boli. U svakom slučaju, takvo ponašanje je njihov način kako opstati u njima prirodnom staništu.

Simptomi agresivnog ponašanja kod guštera mogu se prepoznati po raznim ponašanjima: dizanje tijela od poda, podizanje, tresenje i udaranje glavom, uvijanje tijela, podizanje i udaranje repom, otvaranje usta i griženje, itd. (Bradley 2006). Najčešće agresivno ponašanje započinje sa relativno bezopasnim tzv. "display-om" (Huntingford 2019) koji uključuje podizanje glave ili trzaj i uvijanje tijela. Ono može eskalirati u izravni napad koji može dovesti do ozljeda no većina sukoba rješava se rano tijekom „display-a“ (Huntingford 2019).

Agresija je energetski zahtjevno ponašanje, troši vrijeme te je potencijalno opasno. Energija koja se koristi u izražavanju agresije više nije dostupna za druge funkcije, kao što su gravidnost i briga za potomstvo. Za mužjake, trošak agresivnog ponašanja da brane teritorij i zadrže pravo na parenje, uravnotežuje se reproduktivnim uspjehom, dok ženke imaju manje prednosti jer izražavanjem agresije imaju manje energije za ponašanja povezana s reprodukcijom koja su specifična za spol. Stoga se očekuje da će ženke manje ispoljavati agresivno ponašanje od mužjaka.

Gušteri su razvili i mnoge oblike obrambenog ponašanja od kojih je najčešći bijeg, no postoje i posebna ponašanja u životinjskom svijetu poput samo-osakaćivanja, kod kojeg u opasnosti mogu otkinuti rep i tako pobjeći od neprijatelja. No kod nekih vrsta, npr. *Hemitheconyx caudicinctus*, rep služi kao skladište masti, a nekima pomaže u hvatanju hrane i socijalnoj interakciji. Mužjaci, ako odbace rep, tu sezonu neće biti sposobni za parenje, dok ženke u razdoblju obnove repa, ako su gravidne, neće imati dovoljno snage za poleći jaja ili mlade koji će biti sposobni za život (Doughty i sur. 2003). Zeleni bazilisk (*Basiliscus plumifrons*) razvio je poseban oblik obrane, tj. bijega od predatora. On posebnim načinom kretanja na stražnjim nogama i brzinom koju pritom razvija može „hodati po vodi“ i na taj način pobjeći gotovo svakom grabežljivcu te je zbog toga dobio nadimak gušter Isus, eng. Jesus lizard (Bradley Bays i sur. 2006).

U mnogim vrstama je primjećeno da je agresivnost povezana s hrabrošću (eng. boldness): jedinke koje više riskiraju sudjelujući u intraspecifičnim agresivnim sukobima također više riskiraju ukoliko se suoče s opasnostima iz okoliša, tj. predatorima. Daljnja istraživanja na gmazovima su pokazala da su mužjaci hrabriji od ženki (Scandurra i sur. 2018). Međutim, razlike u agresivnosti po spolu vjerojatno ovise o ekološkim čimbenicima te ih treba pominje istražiti.

1.4. „Genomički aspekti brze evolucije primorske gušterice (*Podarcis sicula*) - GENRALIZ“

U sklopu projekta „Genomički aspekti brze evolucije primorske gušterice (*Podarcis sicula*) - GENRALIZ“ voditeljice Anamarie Štambuk, financiranog od strane Hrvatske zaklade za znanost, čiji je cilj odrediti jesu li fenotipske promjene između ishodišne i novoosnovane populacije primorskih gušterica na otocima Pod Kopište i Pod Mrčara posljedica genetičkih promjena ili fenotipske plastičnosti, te saznati, proučavanjem dodatnih prirodnih populacija, kako fenotipska divergencija i učinak uskog grla utječu na genomičku divergenciju populacija primorskih gušterica, provela sam istraživanje na odraslim jedinkama primorske gušterice te sam istraživala njihovu agresivnost i dominantnost kako bi utvrdila razlike između dviju populacija.

2. CILJEVI STRAŽIVANJA

Glavni cilj istraživanja je utvrditi razliku u agresivnosti između populacija *P. siculus* s Pod Mrčare i Pod Kopišta te između spolova unutar i između ovih dviju različitih otočnih populacija primorske gušterice standardiziranim testom ponašanja (test otvorenog polja).

Specifični ciljevi su:

1. Utvrditi je li koja od ove dvije populacije primorske gušterice agresivnija u odnosu na drugu i ukoliko jest, koja je to.
2. Utvrditi je li koja od ove dvije populacije primorske gušterice dominantnija u odnosu na drugu i ukoliko jest, koja je to.
3. Istražiti razlike u agresivnosti i dominantnosti prema spolu unutar i između ovih dviju populacija.

Hipoteze istraživanja su da su jedinke populacije *P. siculus* s otoka Pod Kopište agresivnije i dominantnije od jedinki populacije s otoka Pod Mrčara te da su mužjaci *P. siculus* agresivniji i dominantniji od ženki.

3. MATERIJALI I METODE

3.1. Terenski dio istraživanja

U Lastovskom arhipelagu, na otočićima Pod Mrčara i Pod Kopište nastanjene su gušterice vrste *P. siculus*. Kao dio projekta pod naslovom „Genomički aspekti brze evolucije primorske gušterice (*Podarcis sicula*) - GENRALIZ“, uz dozvolu Ministarstva zaštite okoliša i energetike te etičkog povjerenstva, metodom lova pomoću omčice (pomoću štapa na čijem je kraju zavezan flaks u obliku omčice kojom se guštera hvata za vrat) ulovili smo ukupno 42 jedinke (26 mužjaka i 16 ženki) s otoka Pod Mrčara i 50 jedinki (22 mužjaka i 28 ženki) s otoka Pod Kopište.

3.2. Laboratorijski rad

3.2.1. Održavanje guštera u zatočeništvu

Ulovljene jedinke smo održavali u muško-ženskim parovima u posebnim staklenim terarijima sa lampom za grijanje, posudom sa vodom i skloništem u kontroliranim uvjetima klime (temperatura 28-30°C danju i 20-22°C noću te vlažnost zraka 40-60%) u prostorima Zoološkog vrta grada Zagreba gdje su bili hranjeni šturcima svaki drugi dan. Za vrijeme trajanja istraživanja agresivnosti, jedinke smo premjestili u prostorije Zavoda za animalnu fiziologiju Biološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta. Ovdje smo životinje držali pojedinačno, u plastičnim terarijima sa podlogom od treseta, posudicom s vodom i plastičnom tubicom koja im je služila kao sklonište. Terariji su se nalazili u prostoriji s vlažnošću zraka 40-60% gdje smo svjetlost prilagodili vanjskim izmjenama dana i noći, a temperaturu zraka smo regulirali pomoću klima uređaja tako da je danju iznosila 30°C, a noću 20°C. Jedinke smo hranili šturcima svaki drugi dan.

Jedinke su imenovane s obzirom na otočić s kojeg su uzete, spol i brojčanu oznaku. Mužjaci s Pod Mrčara su imali oznaku PM-M (Pod Mrčara-Male), a ženke su imale oznaku PM-F (Pod Mrčara-Female). Mužjaci s Pod Kopišta su imali oznaku PK-M (Pod Kopište-Male), a ženke su imale oznaku PK-F (Pod Kopište-Female). Redni broj, od 1 nadalje, bio je dodan uz svaku šifru radi individualnog raspoznavanja guštera (npr. PMM1, PMM2, itd.)

3.2.2. Test otvorenog polja

Test otvorenog polja (eng. *Open Field Test*) je jedan od najčešće korištenih testova za istraživanje ponašanja životinja kao što su lokomotorna aktivnost i eksploratorni oblici ponašanja. To je brz i relativno jednostavan test koji pruža različite informacije o ponašanju. Mi smo ga prilagodili za istraživanje agresivnosti kod dvije otočne populacije primorske gušterice.

Otvoreno polje, kocka dimenzija 50x50x50 cm sa svijetlim neprozirnim zidovima i otvorenim krovom, napravljeno je od pleksiglasa (Slika 4). Polje je bilo podjeljeno na 100 kvadrata dimenzija 5x5 cm. Pomoću tih kvadrata smo odredili zone arene čija je granica bila linija između drugog i trećeg kvadrata, brojeći kvadrate od zida arene. Periferna zona je obuhvaćala sve kvadrate od ruba arene do granice zona, a centralna sve kvadrate nakon granice prema centru. Na dan pokusa vanjska temperatura je bila 20°C te smo iznad polja postavili grijaču lampu koja je zagrijavala centralnu zonu arene na temperaturu pogodnu za sunčanje guštera (36-38°C). Spuštanje vanjske temperature na 20°C i postavljanje jedne točke za grijanje u sredini arene bilo je važno kako bi guštere potakli na sunčanje, što im je neophodno za funkcioniranje, jer je njihovo zadržavanje u centralnoj grijanoj zoni bio pokazatelj dominantnosti (Downes i Bauwens 2002). Po dijagonali arene smo prije početka pokusa stavili plastičnu pregradu koja je služila za formiranje dva odvojena polja unutar arene.



Slika 4. Aparatura za test otvorenog polja u kojem su se provodili pokusi

Prije početka istraživanja agresivnosti, jedinke su prošle trodnevno razdoblje habituacije (navikavanja) u otvorenom polju, svakog dana po 15 minuta. Nakon toga je uslijedilo testiranje. Prije pokusa smo pojedinog guštera pomoću laganog usmjeravanja štapićem naveli da uđe u svoju tubicu koja je ovdje služila kao prijenosno sredstvo od terarija do otvorenog polja. U pokus su istovremeno išle dvije jedinke istog spola sa istog otoka (npr. dva mužjaka s otoka Pod Kopište) te približnih veličina tijela. Jedinke smo istovremeno stavili u polje, koje smo prethodno pregradili plastičnom pregradom na dva dijela, tako da je svaka jedinka puštena laganim okretanjem tubice u svoj dio polja. Nakon što je prošlo 5 minutno vrijeme aklimatizacije, pokrenuli smo program za snimanje videa i vrlo oprezno maknuli pregradu. Svaki je pokus trajao 10 minuta. Nakon završetka pokusa, svaku smo jedinku potjerali pomoću kista natrag u njenu tubicu i vratili ju u njen terarij. Poslije svakog pokusa polje smo temeljito očistili 30%-tnim alkoholom i papirnatim ubrusom kako bi uklonili sve mirise od prethodnih jedinki.

Pokuse smo izvodili u 11 navrata, svaki put sa 4 ili 5 nasumično odabranih para guštera: 6.10., 13.10., 20.10., 27.10., 1.11., 10.11., 17.11., 24.11., 1.12. i 8.12. 2017. godine te 5.10.2018. godine.

3.3. Analiza videa

Nakon što smo izveli sve pokuse, započeli smo s analizom u programu Noldus EthoVision XT 13. EthoVision XT 13 služi za analizu ponašanja životinja prema unaprijed određenim parametrima koji su nam potrebni. Za sve pokuse je protokol rada u ovom programu bio standardiziran te se izvodio potpuno jednako za svaki video. U Prilogu 1 je opisan detaljan protokol postavljanja postavki u programu prije početka snimanja.

Svaki video sam posebno analizirala na način da sam video pregledavala te sam ručno odredila tipove ponašanja prema kategorijama ponašanja, tolerantnost, agresivnost i povlačenje, koje su navedene u Tablici 2.

Povlačenje je ponašanje koje sam označavala samo u slučaju agresivnog ponašanja drugog guštera (ne ako su dva guštera bila u tolerantnoj interakciji i jedan je otišao).

Jednu interakciju sam bilježila kad je gušter od guštera bio udaljen za jednu duljinu tijela i repa (jednu stranicu kvadrata). U Prilogu 1 je detaljno opisan rad u programu tijekom i nakon označavanja ponašanja.

Na taj sam način označavala i vrijeme provedeno u centralnoj zoni u sekundama za svakog guštera zasebno, a preostalo vrijeme pojedine snimke (ukupno vrijeme snimke je 10 minuta) pripadalo je vremenu provedenom u perifernoj zoni.

3.4. Rad u Microsoft Office Excel-u

Nakon analize videa, dobiveni su rezultati u obliku tablice u Excel-u koja je sadržavala sljedeće parametre: datum (datum snimanja), trial (broj snimanja), par (šifre parova guštera u tom snimanju), animal ID (šifra pojedinog guštera), test (Aggresivity), populacija (Pod Mrčara, PM, ili Pod Kopište, PK), spol (mužjak M ili ženka F), grupa (PM-M, PM-F, PK-M ili PK-F), inicijator (onaj gušter koji je prišao drugome ili je započeo neko ponašanje), tolerantno, agresivno i povlačenje (svi tipovi ponašanja zasebno) te vrijeme provedeno u centralnoj i perifernoj zoni u sekundama.

Na temelju broja ulazaka u pojedinu kategoriju ponašanja dobiveni su grafički prikazi udjela pojedine kategorije unutra svakog tipa ponašanja za svaku populaciju zasebno.

Određenim kategorijama ponašanja pridodali smo pojedine vrijednosti kategorija uvijek dvostruko višu od prethodne vrijednosti, i to na način da je kategorija koja je najlošije opisivala određeni tip ponašanja dobila najmanju vrijednost, a kategorija koja je najbolje opisivala taj isti tip ponašanja dobila najveću vrijednost (npr. za tip ponašanja agresivnost: kategorija display, podizanje glave je dobila najmanju vrijednost za taj tip ponašanja 1, a kategorija agresivan napad s kontaktom je dobila najveću vrijednost 4) (Tablica 2). Vrijednosti kategorija su nam služile kako bi izračunali vrijednosti pojedinog tipa ponašanja koje nam ukazuju koliko je neka životinja tolerantna/agresivna/povlačenje.

Tablica 2. Određeni tipovi ponašanja i kategorije ponašanja guštera s pripadajućim vrijednostima

Tip ponašanja	Kategorija ponašanja	Vrijednost kategorije
Tolerantnost	Prošeću jedan kraj drugog, hoda ispred guštera koji ga prati za jednu duljinu tijela	1
	Kontakt kraće od 2 sekunde	2
	Prošeće do njega i ostane u osobnom prostoru dulje od 2 sekunde, ali bez kontakta	4
	Kontakt duže od 2 sekunde, stanu jedan na drugog, sunčaju se ili diraju	8
Agresivnost	Display, podizanje glave, trzaj tijela	1
	Agresivan napad bez kontakta, zatrči se	2
	Agresivan napad sa kontaktom	4
Povlačenje	Bijeg sa kontaktom	1
	Povlačenje, dođu blizu, stanu i jedan ode	2
	Bijeg bez kontakta	4

U tablicu sam još dodala sljedeće bitne parametre koje sam izračunala za sve kategorije ponašanja:

Tablica 3. Opis i značenje izračunatih parametara za sve tipove ponašanja guštera

Simbol parametra	Opis parametra	Značenje parametra
E	zbroj kategorija ponašanja unutar pojedinog tipa ponašanja bez dodjeljene vrijednosti kategorije - npr. $2 * display + 3 * agresivan \text{ napad bez kontakta} + 1 * agresivan \text{ napad sa kontaktom} = 6$	preferenca jedinke da ulazi u taj tip ponašanja (veći broj=veća preferenca za taj tip ponašanja)
EU	ukupni zbroj svih kategorija svih tipova ponašanja bez dodjeljene vrijednosti kategorije (E tolerantnosti + E agresivnosti + E povlačenja) – npr. $2 * \text{prošeću jedan kraj drugoga} + 7 * \text{kontakt duže od 2 s} + 3 * display + 1 * \text{bijeg bez kontakta} = 13$	služi nam samo da možemo izračunati E/EU
E/EU	udio pojedinog tipa ponašanja u ukupnom zbroju svih EU ponašanja	koliko je jedinka često ulazila u tolerantno/ agresivno/ povlačenje u odnosu na njen ukupni broj ponašanja
S	vrijednost pojedinog tipa ponašanja = (vrijednost 1x kategorije ponašanja * broj ponašanja te kategorije) + (vrijednost 2x kategorije ponašanja * broj ponašanja te kategorije) + ... - npr. $1 * (2 * display) + 2 * (3 * \text{agresivan napad bez kontakta}) + 4 * (1 * \text{agresivan napad sa kontaktom}) = 2 + 6 + 4 = 12$	koliko je životinja tolerantna/ agresivna/ povlačenje

Varijable od interesa za statističku analizu bile su: inicijator, E/EU i S za sve tipove ponašanja.

Na temelju boravka u centralnoj zoni te broja povlačenja i broja agresivnih ponašanja odredila sam dominantnost za par guštera (trial) i individualnog guštera. Prvo sam međusobno podijelila vremena proveden u centralnoj zoni određena dva guštera kako bi dobila postotak

koji sam oduzela od 100%. Par guštera je bio dominantan ukoliko je vrijednost iznosila više od 40%. Zatim sam podijelila broj povlačenja jednog guštera s brojem agresivnih ponašanja drugog guštera (onog s većim brojem) i ukoliko je postotak iznosio više od 70%, par (par guštera) i individualnog guštera sam označila dominantnima. Trial (par guštera) sam označila dominantnim ukoliko su oba izračuna pokazala dominantnost. Detaljan postupak određivanja dominantnosti je opisan u Prilogu 3.

3.5. Statistička analiza podataka

Nakon analize video materijala i dobivenih rezultata u obliku Excel tablice, podatke sam statistički analizirala u programu Statistica 13. Program sam koristila kako bih dobila statistički značajne odnose između nezavisnih varijabli (spol, populacija i grupa) za parametre inicijator, E/EU i S za sve tipove ponašanja. Prvo sam podatke testirala na normalnost Shapiro–Wilk testom te sam dobila histograme i p vrijednosti (vjerojatnosti) pomoću kojih sam odredila jesu li podaci normalno distribuirani kako bi odredila testove za daljnju analizu podataka. Ako je vrijednost p bila iznad 0,05, to je bio pokazatelj da podaci jesu normalno distribuirani i da se mogu dalje obrađivati pomoću parametrijske analize (ANOVA testom). Ako je vrijednost p bila ispod 0,05, tada se određena varijabla morala prvo transformirati nekom metodom transformacije i ponovno podvrgnuti testu za normalnost. Varijable koje ni nakon transformacije nisu pokazivale normalnu distribuciju analizirala sam neparametrijskom analizom nezavisnih uzoraka (Kruskal–Wallis testom). Ovom sam testu podvrgla i varijable koje sam prethodno analizirala parametrijskim testom kao dodatnu provjeru parametrijske statistike. Iz dobivene vrijednosti p moglo se zaključiti postoji li (za $p < 0,05$) ili ne postoji (za $p > 0,05$) statistički značajna razlika između određenih skupina i gdje se one točno razlikuju. Također sam dobila i grafove na kojima su se mogle vidjeti razlike između skupina, ako postoje. Podatke za dominantnost guštera analizirala sam Fisherovim egzaktnim testom. Detaljan protokol postavljanja postavki i rada u programu je opisan u Prilogu 2.

4. REZULTATI

4.1. Rezultati Shapiro-Wilk testa

Parametri sa normalno distribuiranim vrijednostima na testu normalnosti su: log E/EU (tolerantnost) i log E/EU (agresivnost).

Parametri čije se vrijednosti nisu pokazale normalno distribuiranima na testu normalnosti su: inicijator, log S (tolerantnost), log S (agresivnost), log E/EU (povlačenje) i log S (povlačenje).

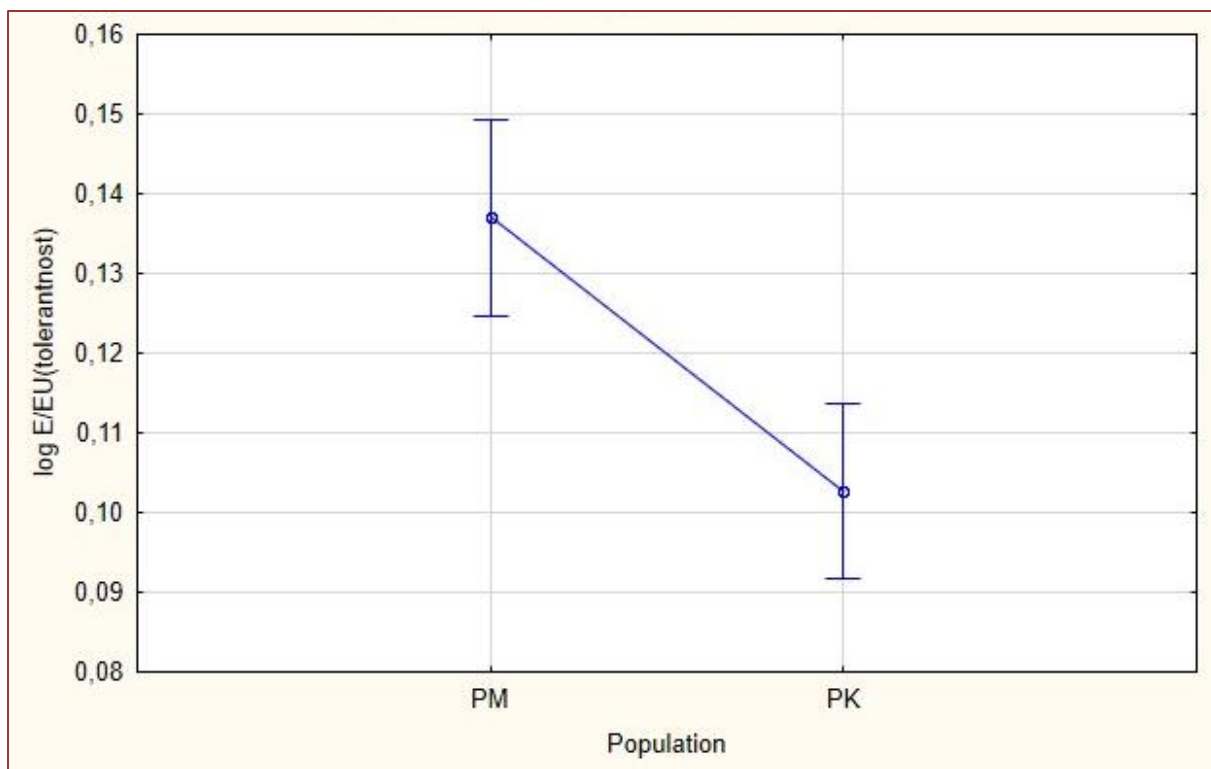
Pomoću grafičkog prikaza prikazani su samo rezultati sa statistički značajnom razlikom.

4.2. Rezultati ANOVA testa

Ovim testom sam testirala sljedeće parametre: log E/EU (tolerantnost) i log E/EU (agresivnost). Provela sam test s navedenim varijablama gdje su se analizirali odnosi između: populacija (između dviju populacija s otoka Pod Mrčara i Pod Kopište), spola te populacije i spola kao odvojenih grupa (PMM, PMF, PKM i PKF).

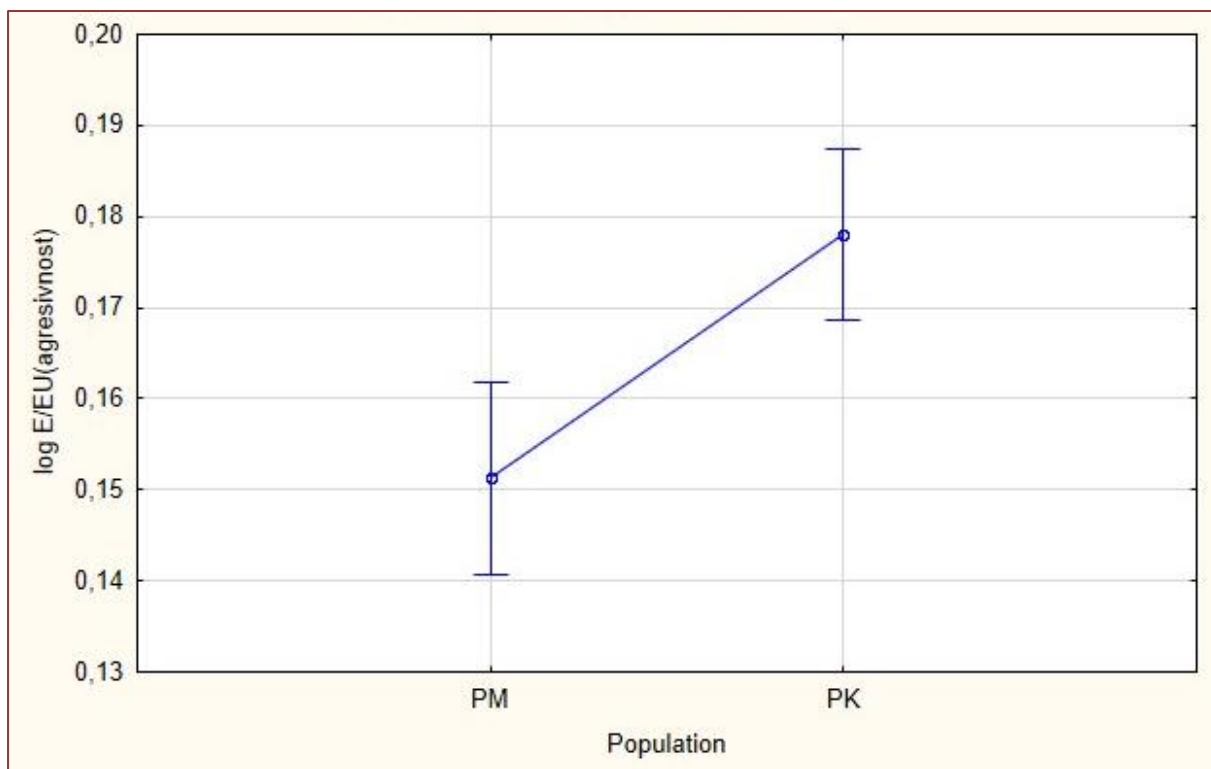
4.2.1. Razlike između populacija

Dobiveni rezultati za vrijednost log E/EU (tolerantnost) su pokazali da postoji statistički značajna razlika (Wilks, $p < 0,05$) između dviju otočnih populacija. Iz Slike 5 se može vidjeti da populacija s Pod Mrčare ima veću vrijednost log E/EU (tolerantnost) što znači da su jedinice te populacije češće ulazile u tolerantno ponašanje u odnosu na njen ukupni broj ponašanja nego jedinice populacije s Pod Kopišta.



Slika 5. Grafički prikaz usporedbe vrijednosti log E/EU (tolerantnost) za populacije primorske gušterice s otoka Pod Mrčara (PM) i Pod Kopište (PK)

Dobiveni rezultati za vrijednost log E/EU (agresivnost) su pokazali da postoji statistički značajna razlika (Wilks, $p < 0,05$) između dviju otočnih populacija. Iz Slike 6 može se vidjeti da populacija s Pod Kopišta ima veću vrijednost log E/EU (agresivnost) što znači da su jedinke te populacije češće ulazile u agresivno ponašanje u odnosu na njen ukupni broj ponašanja nego jedinke populacije s Pod Mrčare.



Slika 6. Grafički prikaz usporedbe vrijednosti log E/EU agresivnost za populacije primorske gušterice s otoka Pod Mrčara (PM) i Pod Kopište (PK)

4.2.2. Razlike između spolova

Dobiveni rezultati za sve ispitane vrijednosti ovim testom su pokazali da ne postoji statistički značajna razlika (Wilks, $p > 0,05$) između spolova dviju istraživanih populacija. Razlika u tendenciji guštera ka tolerantnom i agresivnom ponašanju te u agresivnosti jedinki nije se pokazala statistički značajna za spolove.

4.2.3. Razlike između populacija i spolova

Dobiveni rezultati za vrijednosti log E/EU (tolerantnost) i log E/EU (agresivnost) su pokazali da ne postoji statistički značajna razlika (Wilks, $p > 0,05$) kada analiziramo populacije i spolove zajedno.

4.3. Rezultati Kruskal-Wallis testa

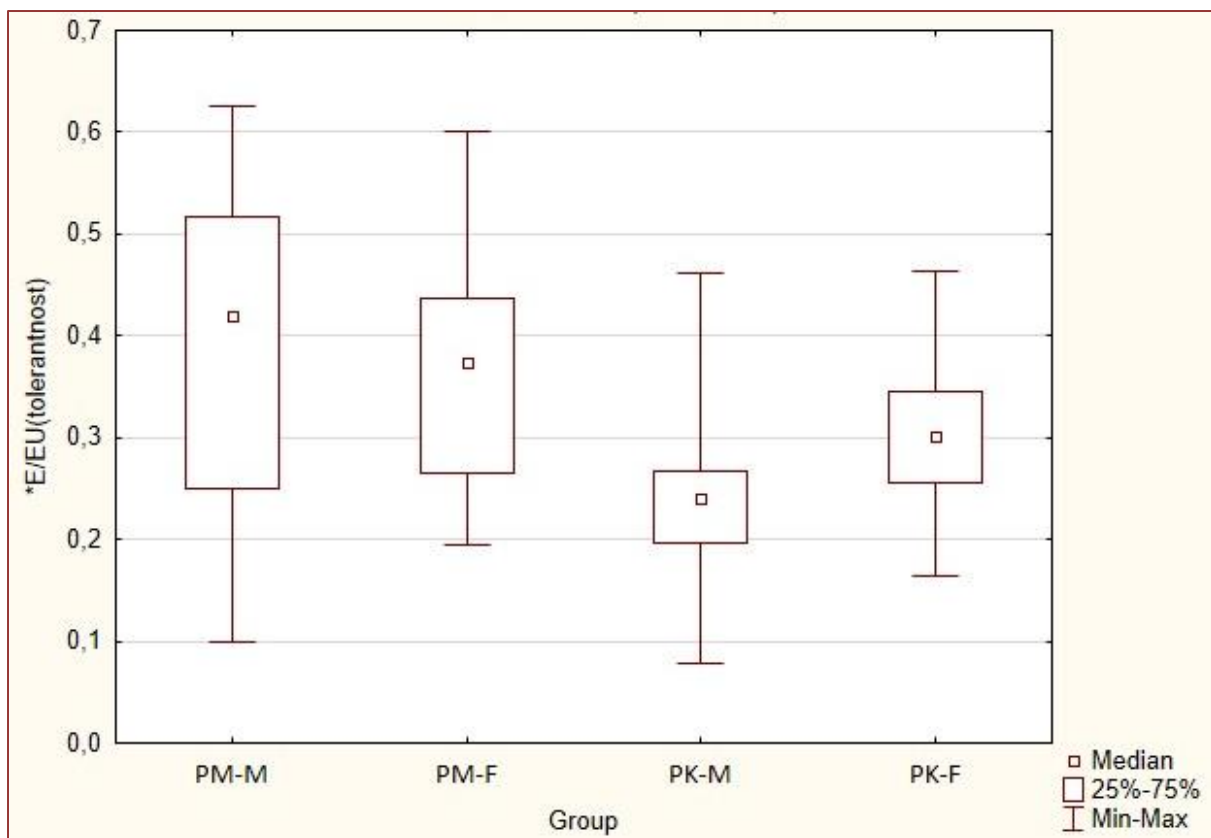
Ovom testu sam podvrgla sve parametre za sve tipove ponašanja.

4.3.1. Inicijator

Dobiveni rezultati za broj inicijacija su pokazali da ne postoji statistički značajna razlika ($p=0,1275$) između populacija s Pod Mrčare i Pod Kopišta. Analiza je pokazala da između spolova unutar populacija (između mužjaka i ženki s Pod Mrčare te mužjaka i ženki s Pod Kopišta) i između dviju populacija (između mužjaka obje populacije i između ženki obje populacije) također ne postoji statistički značajna razlika.

4.3.2. Tolerantnost

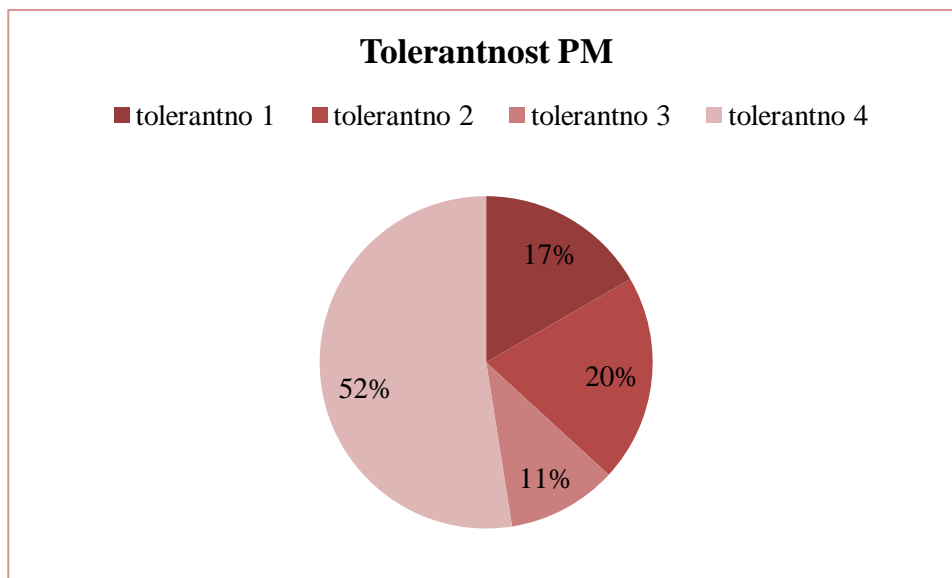
Dobiveni rezultati za vrijednost E/EU (tolerantnost) su pokazali da postoji statistički značajna razlika ($p=0,0010$) između dviju otočnih populacija. Daljnja analiza je pokazala da razlika postoji između mužjaka dviju populacija te između mužjaka s Pod Kopišta i ženki s Pod Mrčare. Iz Slike 7 se može vidjeti da populacija s Pod Mrčare ima veće vrijednosti E/EU (tolerantnost) od jedinki s Pod Kopišta, odnosno da je češće ulazila u tolerantna ponašanja, što smo dobili i ANOVA testom. Kad uspoređujemo mužjake dviju populacija vidi se da su mužjaci s Pod Mrčare češće ulazili u tolerantno ponašanje u odnosu na njihov ukupni broj ponašanja nego mužjaci populacije s Pod Kopišta. Nadalje, može se vidjeti da su mužjaci s Pod Mrčare imali veću tendenciju ka tolerantnom ponašanju od ženki s Pod Kopišta.



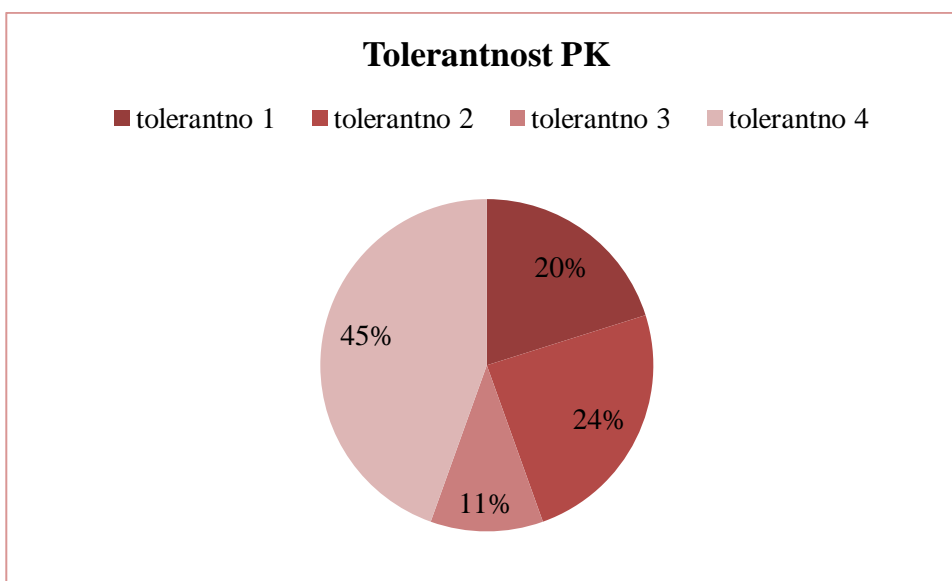
Slika 7. Grafički prikaz ovisnosti vrijednosti E/EU (tolerantnost) o grupi (populaciji i spolu) guštera; PM-M (Pod Mrčara male), PM-F (Pod Mrčara female), PK-M (Pod Kopište male), PK-F (Pod Kopište female)

Dobiveni rezultati za vrijednost S (tolerantnost) nisu pokazali statistički značajnu razliku ($p=0,1221$) međusobno između populacija, između spolova unutar populacija ni između spolova među populacijama.

Na Slikama 8 i 9 može se vidjeti udio pojedine kategorije tolerantnog ponašanja za svaku populaciju. Vidi se da je kod obje populacije najčešća kategorija u koju su ulazile bio kontakt duži od 2 sekunde (52% u populacije s Pod Mrčare i 45% u populacije s Pod Kopišta) dok su ostale bile rjeđe zastupljene.



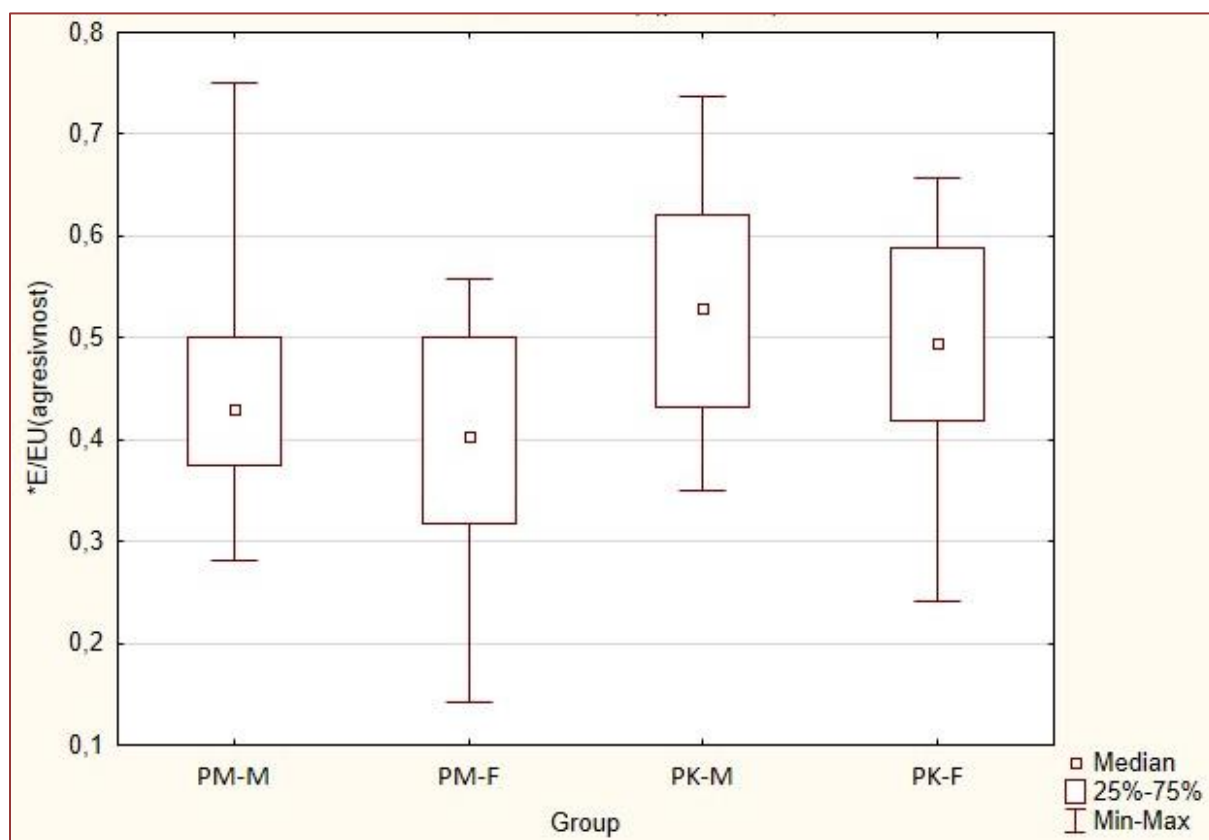
Slika 8. Udio pojedine kategorije tolerantnog ponašanja u populacije *P. siculus* s Pod Mrčare. Tolerantno 1= prošeću jedan kraj drugog, hoda ispred guštera koji ga prati za jednu duljinu tijela; tolerantno 2= kontakt kraće od 2 s; tolerantno 3= prošeće do njega i ostane u osobnom prostoru dulje od 2 s, ali bez kontakta; tolerantno 4= kontakt dulje od 2 s, sunčanje.



Slika 9. Udio pojedine kategorije tolerantnog ponašanja u populacije *P. siculus* s Pod Kopišta. Tolerantno 1= prošeću jedan kraj drugog, hoda ispred guštera koji ga prati za jednu duljinu tijela; tolerantno 2= kontakt kraće od 2 s; tolerantno 3= prošeće do njega i ostane u osobnom prostoru dulje od 2 s, ali bez kontakta; tolerantno 4= kontakt dulje od 2 s, sunčanje.

4.3.3. Agresivnost

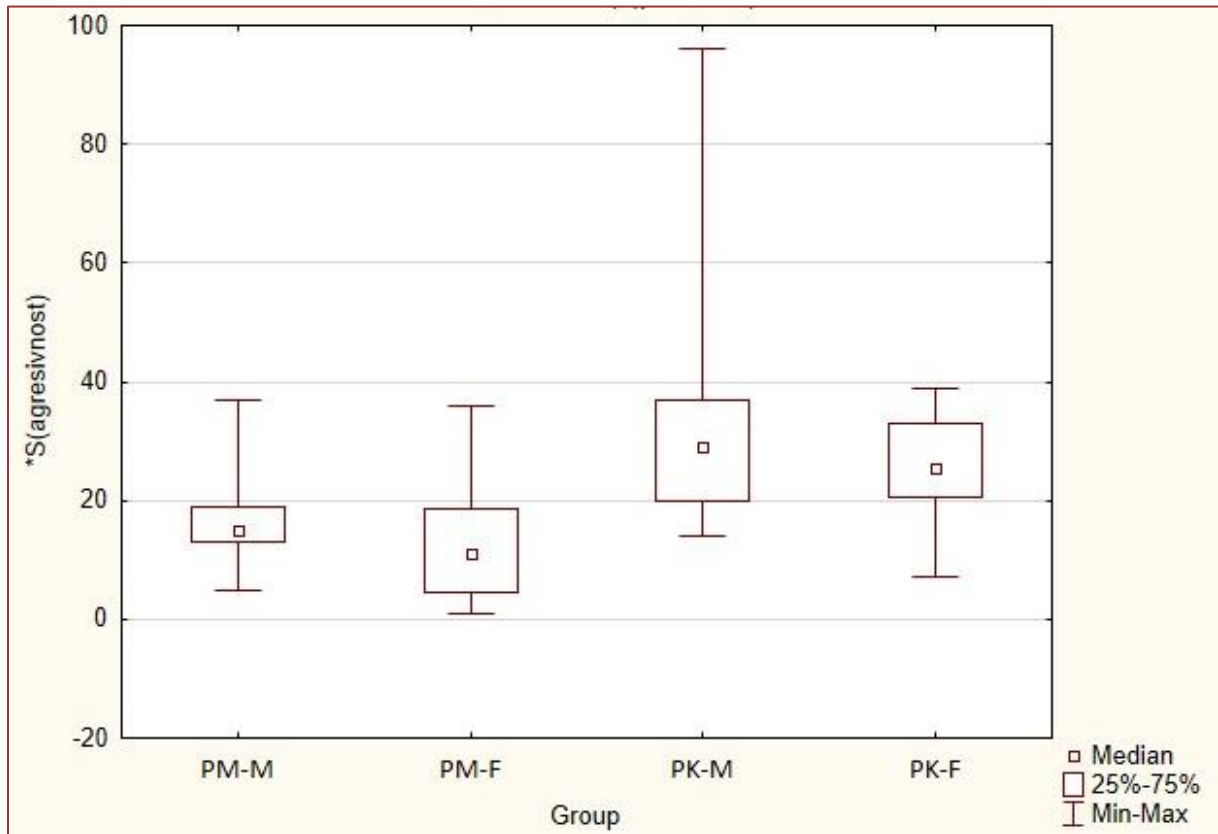
Dobiveni rezultati za vrijednost E/EU (agresivnost) su pokazali da postoji statistički značajna razlika ($p=0,0063$) između dviju otočnih populacija. Daljnja analiza je pokazala da razlika postoji između ženki s Pod Mrčare i mužjaka s Pod Kopišta. Iz Slike 10 se može vidjeti da populacija s Pod Kopišta ima veće vrijednosti E/EU (agresivnost) od populacije s Pod Mrčare, odnosno da je češće ulazila u agresivna ponašanja, što smo dobili i ANOVA testom. Nadalje, može se vidjeti da su mužjaci s Pod Kopišta bili agresivniji od ženki s Pod Mrčare.



Slika 10. Grafički prikaz ovisnosti vrijednosti E/EU (agresivnost) o grupi (populaciji i spolu) guštera; PM-M (Pod Mrčara male), PM-F (Pod Mrčara female), PK-M (Pod Kopište male), PK-F (Pod Kopište female)

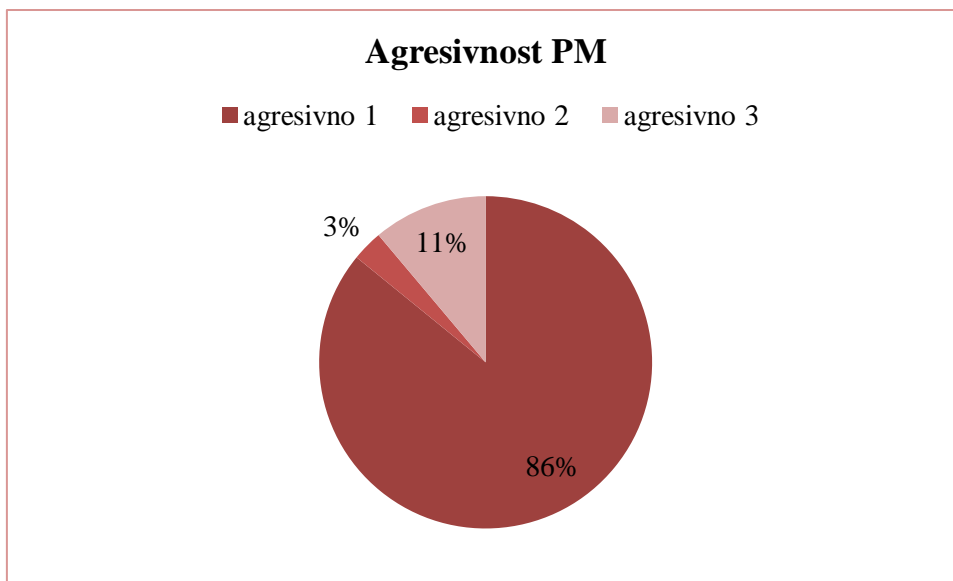
Dobiveni rezultati za vrijednost S (agresivnost) su pokazali da postoji statistički značajna razlika ($p=0,0000$) između dviju otočnih populacija. Daljnja analiza je pokazala da razlike postoje između: a) mužjaka dviju populacija (PM-M i PK-M), b) ženki dviju populacija (PM-F i PK-F), c) mužjaka s Pod Mrčare i ženki s Pod Kopišta i d) ženki s Pod Mrčare i mužjaka s Pod Kopišta. Iz Slike 11 se može vidjeti da populacija s Pod Kopišta ima veće vrijednosti S (agresivnost) od jedinki s Pod Mrčare, odnosno da populacija s Pod Kopišta pokazuje višu

vrijednost agresivnosti od populacije s Pod Mrčare. Nadalje, može se vidjeti da su: a) mušjaci s Pod Kopišta bili agresivniji od mušjaka s Pod Mrčare, b) ženke s Pod Kopišta bile agresivnije od ženki s Pod Mrčare, c) ženke s Pod Kopišta bile agresivnije od mušjaka s Pod Mrčare i d) mušjaci s Pod Kopišta bili agresivniji od ženki s Pod Mrčare.

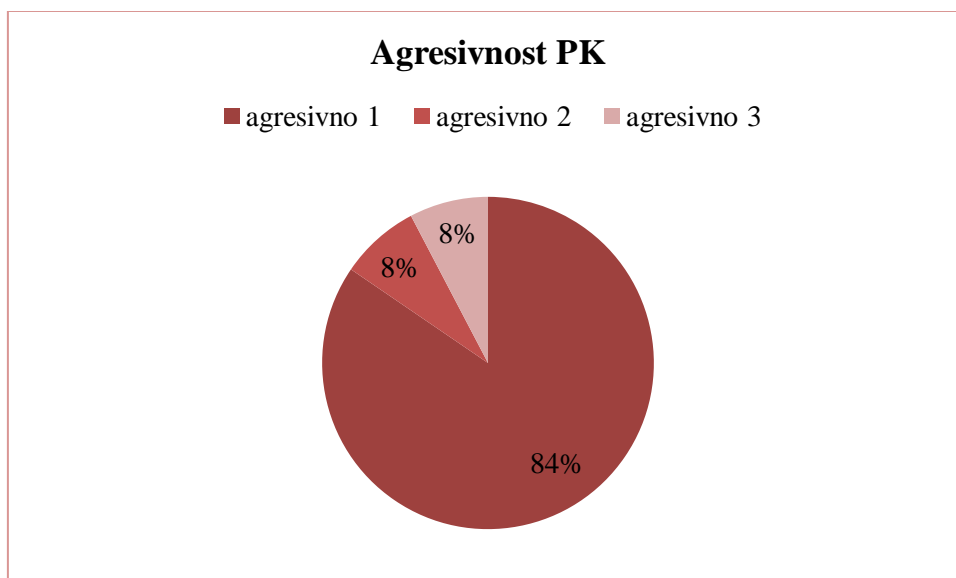


Slika 11. Grafički prikaz ovisnosti vrijednosti S (agresivnost) o grupi (populaciji i spolu) guštera; PM-M (Pod Mrčara male), PM-F (Pod Mrčara female), PK-M (Pod Kopište male), PK-F (Pod Kopište female)

Na Slikama 12 i 13 može se vidjeti udio pojedine kategorije agresivnog ponašanja za svaku populaciju. Vidi se da je kod obje populacije najčešća kategorija u koju su ulazile bio „display“ (86% u populacije s Pod Mrčare i 84% u populacije s Pod Kopišta) dok su ostale bile rijede zastupljene.



Slika 12. Udio pojedine kategorije agresivnog ponašanja u populacije *P. siculus* s Pod Mrčare. Agresivno 1= display, podizanje glave, trzaj tijela; agresivno 2= agresivan napad bez kontakta, zatrčise; agresivno 3= agresivan napad sa kontaktom.

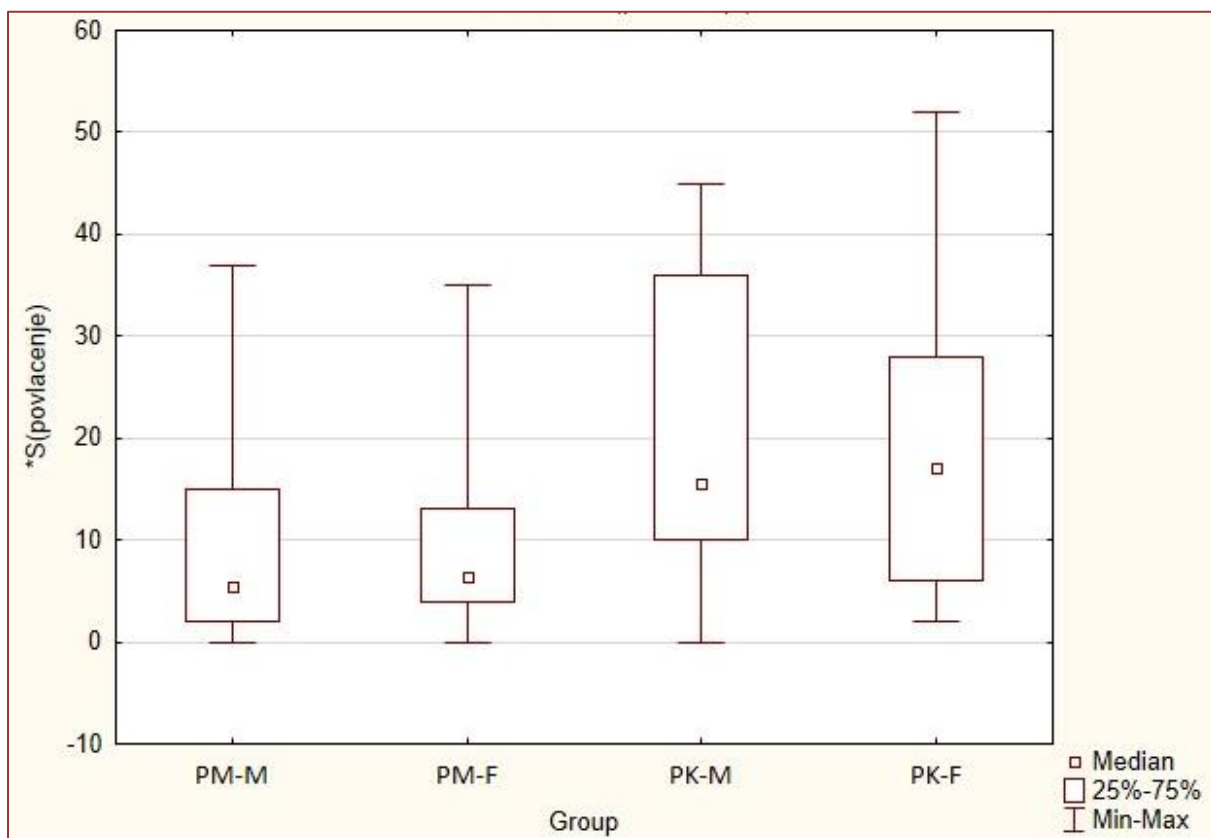


Slika 13. Udio pojedine kategorije agresivnog ponašanja u populacije *P. siculus* s Pod Kopišta. Agresivno 1= display, podizanje glave, trzaj tijela; agresivno 2= agresivan napad bez kontakta, zatrčise; agresivno 3= agresivan napad sa kontaktom.

4.3.4. Povlačenje

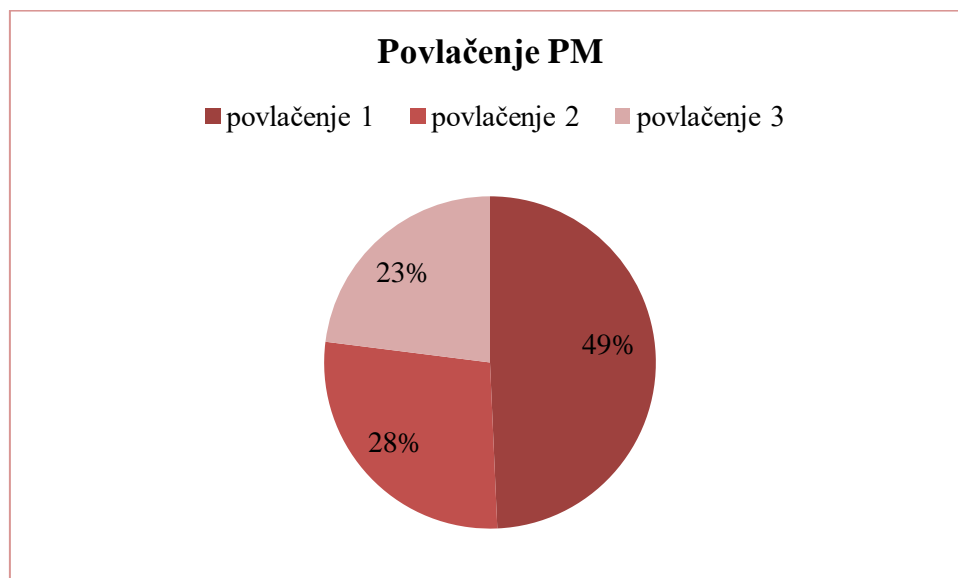
Dobiveni rezultati za vrijednost E/EU (povlačenje) nisu pokazali statistički značajnu razliku ($p=0,2368$) međusobno između populacija, između spolova unutar populacija ni između spolova među populacijama.

Dobiveni rezultati za vrijednost S (povlačenje) su pokazali da postoji statistički značajna razlika ($p=0,0019$) između dviju otočnih populacija. Daljnja analiza je pokazala da razlike postoje između mužjaka dviju populacija (PM-M i PK-M) te između mužjaka s Pod Mrčare i ženki s Pod Kopišta. Iz Slike 14 se može vidjeti da populacija s Pod Kopišta ima veće vrijednosti S (povlačenja) od jedinki s Pod Mrčare. Nadalje, može se vidjeti da su se mužjaci s Pod Kopišta pokazali veće vrijednosti povlačenja od mužjaka s Pod Mrčare te da su se ženke s Pod Kopišta pokazale veće vrijednosti povlačenja od mužjaka s Pod Mrčare.

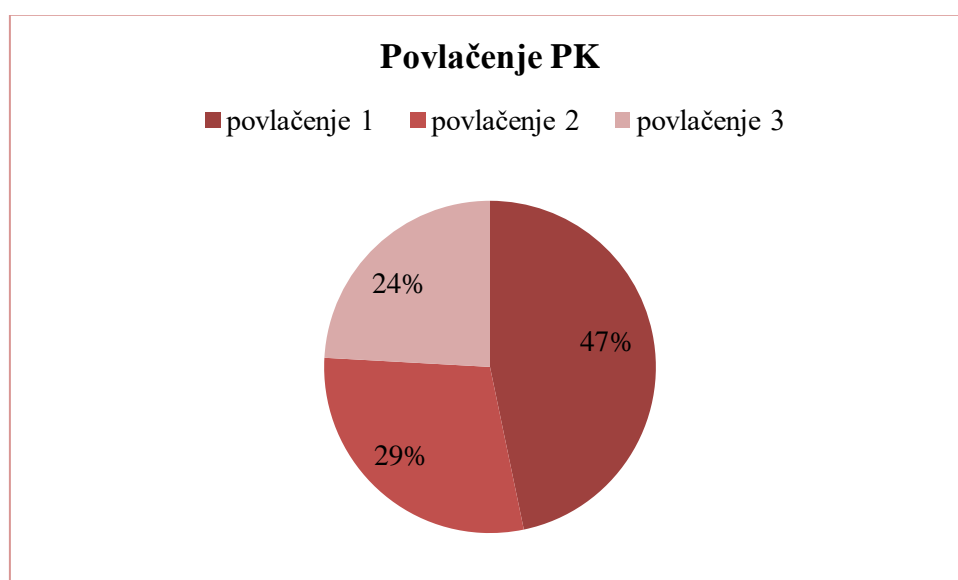


Slika 14. Grafički prikaz ovisnosti vrijednosti S (povlačenje) o grupi (populaciji i spolu) guštera; PM-M (Pod Mrčara male), PM-F (Pod Mrčara female), PK-M (Pod Kopište male), PK-F (Pod Kopište female)

Na Slikama 15 i 16 može se vidjeti udio pojedine kategorije povlačenja za svaku populaciju. Vidi se da je kod obje populacije najčešća kategorija u koju su ulazile bio bijeg sa kontaktom (49% u populacije s Pod Mrčare i 47% u populacije s Pod Kopišta) dok su ostale bile rijeđe zastupljene.



Slika 15. Udio pojedine kategorije povlačenja u populacije *P. siculus* s Pod Mrčare. Povlačenje 1= bijeg sa kontaktom; povlačenje 2= povlačenje, dođu blizu, stanu i jedan ode; povlačenje 3= bijeg bez kontakta.



Slika 16. Udio pojedine kategorije povlačenja u populacije *P. siculus* s Pod Kopišta. Povlačenje 1= bijeg sa kontaktom; povlačenje 2= povlačenje, dođu blizu, stanu i jedan ode; povlačenje 3= bijeg bez kontakta.

4.4. Rezultati za dominantnost guštera

U Tablici 4 su navedeni rezultati koji su dobiveni na temelju izračunatog vremena provedenog u centralnoj zoni te broja povlačenja i agresivnih ponašanja guštera kao što je opisano u Prilogu 3. Vidi se da je za PK, PKM i PKF više od pola jedinki dominantno dok je za PM, PMM i PMF manje od pola jedinki dominantno. Ti su rezultati dalje korišteni za analizu Fisherovim egzaktnim testom u Statistici.

Tablica 4. Rezultati dominantnosti guštera dobiveni na temelju vremena provedenog u centralnoj zoni te broja povlačenja i agresivnih ponašanja guštera po određenim skupinama

Analizirana skupina jedinki (X)	*X(ukupno)	** X(dominantno)	*** X(jednako)
PM	42	12	21
PK	50	30	25
PMM	26	6	13
PMF	16	6	8
PKM	22	12	11
PKF	28	18	14

*X(ukupno)- ukupan broj jedinki

**X(dominantno)- ukupan broj dominantnih jedinki dobiveni kao što je opisano u Prilozima 3.1. i 3.2.

***X(jednako)- ukupan broj dominantnih jedinki dobiveni kao što je opisano u Prilogu 3.3.

U Tablici 5 su navedeni rezultati dobiveni Fisherovim egzaktnim testom kao što je opisano u Prilgu 3. Vidi se da za parove PM i PK te PMM i PKM postoji statistički značajna razlika ($p < 0,05$).

Tablica 5. Vrijednosti razine značajnosti (vrijednosti p) za sve parove analizirane Fisherovim egzaktnim testom. Znakovima „<“, „>“ i „=“ označeno je koja je populacija bila dominantnija u analiziranom paru. X(jednako), gdje je X= PM, PK, PMM, PMF, PKM ili PKF, predstavlja varijable čije vrijednosti odgovaraju pretpostavci da je 50% guštera dominantno, a 50% nije dominantno.

Analizirani par	Vrijednost p
PM < PK	0,0033
PMM < PKM	0,0370
PMF = PKF	0,1196
PM = PM(jednako)	0,0732
PK = PK(jednako)	0,4216
PMM = PMM(jednako)	0,0828
PMF = PMF(jednako)	0,7224
PKM = PKM(jednako)	1,0000
PKF = PKF(jednako)	0,4182

Dobivenih rezultati su pokazali da je populacija s Pod Kopišta bila dominantnija od populacije s Pod Mrčare. Nadalje, kad uspoređujemo razliku po spolovima između populacija, analiza je pokazala da su mužjaci s Pod Kopišta bili agresivniji od mužjaka s Pod Mrčare.

5. RASPRAVA

Rezultati istraživanja pokazali su da se populacije *P. siculus* s Pod Kopišta i Pod Mrčare razlikuju u sva tri istraživana parametra ponašanja vezana za interakciju s drugim gušterom: tolerantnosti, agresivnosti i povlačenju, ali i u dominantnosti koju smo također ispitali.

Inicijator

Analizom podataka na temelju razlike u populaciji i spolu nije zabilježena statistički značajna razlika u broju inicijacija. Nijedna populacija ni spol između ili unutar populacija nisu više inicirali neko od ispitivanih ponašanja, tj. nisu prvi iskazali neku od kategorija ponašanja unutar tri tipa ponašanja koja su istraživana. Istraživanje je pokazalo da na varijablu inicijator nisu utjecali različiti okolišni čimbenici pojedinog otoka ni razlike među spolovima unutar i između populacija.

Tolerantnost

Analiza vrijednosti podatka za parametar tolerantnost je pokazala da je populacija *P. siculus* s Pod Mrčare češće ulazila u tolerantna ponašanja. Razlika je vidljiva između mužjaka dviju populacija te mužjaka s Pod Mrčare i ženki s Pod Kopišta. U oba slučaja su mužjaci s Pod Mrčare imali veću tendenciju ka tolerantnom ponašanju (Slika 7). Vjerojatan razlog tome su bolji životni uvjeti na Pod Mrčari, tj. bogatija i gušće raspoređena vegetacija na tom otoku koja gušterima osigurava bolje sklonište te veću raspoloživost hrane što su Vervust i sur. (2007) dokazali u svom istraživanju. Razlozi veće tendencije ka tolerantnom ponašanju mužjaka još nisu razjašnjeni te je potrebno provesti detaljnija istraživanja na tu temu, ali neki znanstvenici vjeruju da je mogući razlog konkurencija ženki radi zaštite potomstva te osiguravanja hrane potrebne za dugotrajnu brigu za mlade (Clutton-Brock i Huchard 2013; Rosvall 2011). Između ženki *P. siculus* dvaju otoka razlika u tendenciji ka tolerantnom ponašanju te samoj toleranciji nije se pokazala statistički značajnom iz čega se može zaključiti da su ženke s oba otoka podjednako često ulazile u tolerantna ponašanja i bile jednako tolerantne. Analizom podataka na temelju razlike u populaciji i spolu nije zabilježena statistički značajna razlika u vrijednosti tolerancije koja opisuje je li životinja zapravo tolerantna. Dobiveni rezultati znače da mužjaci s Pod Mrčare nisu općenito tolerantniji od jednaki s Pod Kopišta već da samo češće ulaze u takva ponašanja.

Najčešći oblik tolerantnog ponašanja bio je onaj u kojem su gušteri bili u kontaktu duže od dvije sekunde, najčešće tijekom sunčanja, dok su ponašanja bez kontakta ili kontakta

kraćeg od dvije sekunde bila rjeđa (Slike 8 i 9). Iz toga se može zaključiti da su jedinke obiju populacija, ukoliko su ulazile u tolerantno ponašanje, najčešće ulazile u najtolerantniju kategoriju ponašanja od istraživanih, tj. onu s najvećom vrijednošću, te su se jedinke češće zajedno sunčale nego pojedinačno.

Agresivnost

Istraživanjem agresivnosti populacija *P. siculus* pokazalo se da su jedinke s Pod Kopišta ne samo češće ulazile u agresivna ponašanja već su i općenito bile agresivnije od jedinki s Pod Mrčare. Razlike su vidljive između mužjaka s Pod Kopišta i ženki s Pod Mrčare gdje su mužjaci imali veću tendenciju ka agresivnom ponašanju (Slika 8). Nadalje, rezultati su pokazali da su i mužjaci i ženke s Pod Kopišta bili agresivniji i od mužjaka i od ženki s Pod Mrčare (Slika 9). Općenito je dokazano da je populacija s Pod Kopišta bila agresivnija od populacije s Pod Mrčare što su uočili i Vervust i sur. (2007) tijekom svog posjeta otocima. Uvidjeli su da su jedinke s Pod Kopišta češće ulazile u intraspecifična agresivna ponašanja te su imale više fizičkih znakova borbe na tijelima poput ožiljaka, nedostatka palca, itd. Nadalje, uočili su tri puta veću gustoću populacije i izostanak borbe za teritorij kod jedinki s otoka Pod Mrčara te su se jedinke ponašale manje agresivno nego jedinke s Pod Kopišta što je ovim istraživanjem i dokazano. Rezultati ovog istraživanja pokazuju, kao što je bilo pretpostavljeno u početnoj hipotezi, da su mužjaci općenito agresivniji od ženki što je u skladu s istraživanjem koje su proveli Scandurra i sur. (2018), no oni naglašavaju da se ti rezultati mogu razlikovati od vrste do vrste te da su u nekim slučajevima, primjerice kod pjegave hijene, ženke agresivnije od mužjaka. Navode kao vjerojatan razlog veće agresije kod mužjaka to što su mužjaci ti koji brane teritorij i svoju ženku za parenje te imaju više koristi od agresivnog ponašanja nego što to imaju ženke kod kojih je glavni razlog agresije briga za potomstvo. Vrlo često gravidne ženke ili ženke koje brinu za potomstvo postanu mnogo agresivnije u to doba upravo kako bi pružile bolju zaštitu svojim mladima.

Gušteri obiju populacija su svoju agresiju najčešće iskazivali tzv. „display-om“ (Slike 12 i 13) koji uključuje podizanje glave te uvijanjem vrata i tijela (Huntingford 2019), koja je u ovom istraživanju navedena kao kategorija agresivnog ponašanja sa najmanjom vrijednošću te najmanje opisuje to ponašanje, čija je namjera bila, prema Abrantesu (2014), upozoriti suparnika na nadolazeće ozbiljnije posljedice. Nešto rjeđe ponašanje dovelo je do napada s kontaktom (Huntingford 2019) u slučaju kad se protivnik nije povukao ili je i sam iskazao

neko agresivno ponašanje pa se jednika izravnim napadom željela obraniti ili pokazati svoju hrabrost i superiornost nad protivnikom.

Povlačenje

Analizom vrijednosti podataka na temelju razlika u populaciji i spolu nije zabilježena statistički značajna razlika u tendenciji ka povlačenju koja opisuje koliko je životinja sklona povlačenju te koliko se često povlači. Obje populacije i oba spola unutar i izvan populacija *P. siculus* imale su sličnu tendenciju. Nadalje, analiza vrijednosti povlačenja je pokazala statistički značajnu razliku između mužjaka dviju populacija te između mužjaka s Pod Mrčare i ženki s Pod Kopišta. U oba slučaja su jedinke s Pod Kopišta imale veće vrijednosti povlačenja što znači da su se one „jače“ povlačile. Razlog ovakvih rezultata može biti veća opasnost od predatora, tj. ptica na otoku Pod Kopište te manjak skloništa zbog rjeđe vegetacije, zbog čega su jedinke izloženije pticama, najčešće tijekom sunčanja na otvorenom, te su sklonije povlačenju kao obrambenom mehanizmu. Gušter će se povući ako se osjeti ugrožnim ili prestrašenim (Bradley Bays i sur. 2006), tj. ako njegov protivnik iskaže agresivno ponašanje.

Najčešći oblik povlačenja koji je bio prisutan kod ispitivanih populacija jest bijeg sa kontaktom (Slike 15 i 16), koji je u ovom istraživanju okarakteriziran kao kategorija povlačenja s najmanjom vrijednošću te kao takva najmanje opisuje povlačenje kao tip ponašanja, dok su bjegovi i povlačenja bez kontakta bili rjeđi. Može se zaključiti da su se gušteri obiju populacija najčešće povlačili ukoliko je protivnik iskazao ozbiljnu agresiju što govori o hrabrosti guštera. Najčešće će se povući već kad je došlo do izravnog napada.

Dominantnost

Rezultati dominantnosti su pokazali da su oba spola jedinki *P. siculus* s Pod Kopišta dominantniji od oba spola jedinki s Pod Mrčare te da su mužjaci općenito dominantniji od ženki, što je bilo u skladu s prethodno postavljenom hipotezom. Prema Abrantesovoj (2017) teoriji dominantnosti možemo zaključiti da su dominantnije jedinke s Pod Kopišta bile uspješnije u zauzimanju ili zadržavanju grijanog mjesta arene te su time provodile više vremena sunčajući se nego jedinke s Pod Mrčare. Vallejo (2018) napominje da je agresivno ponašanje najznačajniji primjer dominantnosti te da agresivno ponašanje dominantnih jedinki rezultira tolerantnijim i krotkim jedinkama. Rezultati ovog istraživanja su pokazali da su

agresivnije jedinke s Pod Kopišta isto bile i dominantnije, dok su manje agresivne i dominantne jedinke s Pod Mrčare imale veću tendenciju ka tolerantnom ponašanju.

Zanimljivo je da se ovim istraživanjem pokazalo da su agresivnost i povlačenje u pozitivnoj korelaciji. Naime, rezultati su pokazali da je agresivnija populacija bila sklonija povlačenju i bijegu od negativnog agresivnog ponašanja protivnika. Herrel i sur. (2009) su pokazali da postoji pozitivna korelacija između agresivnog ponašanja, veličine tijela i snage zagriža te negativna korelacija sa bijegom: veće jedinke sa većom snagom zagriža pokazale su se agresivnijima te su imale manji broj povlačenja, tj. bijega u nepoznatoj i ograničenoj okolini. Kao objašnjenje su naveli da će agresivnije jedinke sa jačom snagom zagriža radije obraniti svoj teritorij i napasti protivnika nego što će se povući od potencijalno negativnog podražaja. Kod guštera vrste *Tupinambis merianae* je dokazano da su jedinke, mužjaci i ženke, koje su bile agresivnije i imale jaču snagu ugriza trebale više vremena kako bi se sklonile te su pokazale smanjenu tendenciju ka povlačenju. Budući da ovo sugerira da predispozicije za borbu, kao što su veliko tijelo, jači mišići glave i veća snaga zagriža, mogu negativno utjecati na sposobnost povlačenja, duže vrijeme potrebno za sklanjanje mogla bi biti i posljedica bihevioralnog opiranja bijegu, a ne rezultat nesposobnosti bijega. Rezultati ovog istraživanja ukazuju i na druge razloge ovisnosti agresivnosti i povlačenja. Razlog pozitivne ovisnosti agresivnosti i povlačenja mogla bi biti veća ranjivost guštera *P. siculus* na otoku Pod Kopište te su jedinke, kako bi bolje preživjele u nedostatku skloništa, razvile povlačenje kao obrambeni mehanizam. Nadalje, agresivnije jedinke su bile i dominantnije te su više vremena provodile sunčajući se pa su imale i više energije kako bi pobjegle od agresivnog protivnika. Potrebno je provesti daljnja istraživanja kako bi se dobili zaključci o korelaciji agresivnosti i povlačenja.

6. ZAKLJUČAK

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

1. Mužjaci *P. siculus* s Pod Mrčare imaju veću tendenciju ka tolerantnom ponašaju od mužjaka i ženki *P. siculus* s Pod Kopišta
2. Oba spola, i mužjaci i ženke, *P. siculus* s Pod Kopišta češće stupaju u agresivna ponašanja sa većom dozom agresije od oba spola *P. siculus* s Pod Mrčare
3. Mužjaci i ženke *P. siculus* s Pod Kopišta se više povlače od mužjaka *P. siculus* s Pod Mrčare
4. Populacija *P. siculus* s Pod Kopišta je dominantnija od populacije s Pod Mrčare
5. Mužjaci obiju populacija *P. siculus* pokazuju veću agresivnost te su dominantniji od ženki unutar populacije

Na temelju svega navedenog potvrđena je hipoteza da populacija *P. siculus* s Pod Kopišta pokazuje veći dozu agresivnosti i dominantnosti od populacije s Pod Mrčare te da mužjaci općenito pokazuju veću agresivnost te su dominantniji od ženki. Dobiveni rezultati pokazuju da postoje značajne razlike u agresivnosti i dominantnosti između populacija *P. siculus* s otoka Pod Mrčara i Pod Kopište te bi bilo zanimljivo provesti daljnja istraživanja ponašanja i fiziologije ovih dviju populacija.

7. LITERATURA

- Abrantes, R. (12.06.2014.): Aggressive behavior- the making of a definition. Ethology Institute. Preuzeto s <https://ethology.eu/aggressive-behavior-the-making-of-a-definition/> (05.08.2019.)
- Abrantes, R. (22.02.2017.): Critical reasoning- on aggression and dominance. Ethology Institute. Preuzeto s <https://ethology.eu/tag/dominant-behavior/> (05.08.2019.)
- Arnold, N. E., Arribas, O., Carranza, S. (2007): Systematics of the Palearctic and Oriental lizard tribe Lacertini (Squamata: Lacertidae: Lacertinae), with descriptions of eight new genera. *Zootaxa* **1430**: 1-86.
- Bradley Bays, T., Lightfoot, T., Mayer, J. (2006): Exotic pet behavior. Saunders Elsevier, St. Louis, Missouri, USA, str. 117-122.
- Capula, M. (1993): Natural hybridization in *Podarcis sicula* and *Podarcis wagleriana* (Reptilia: Lacertidae). *Biochemical Systematics and Ecology* **21**: 373-380.
- Capula, M. (2002): Genetic evidence of natural hybridization between *Podarcis sicula* and *Podarcis tiliguerta* (Reptilia: Lacertidae). *Amphibia – Reptilia* **23**: 313-321.
- Capula, M., Aloise, G. (2011): Extreme feeding behaviours in the Italian wall lizard, *Podarcis siculus*. *Acta Herpetologica* **6**(1): 11-14.
- Clutton-Brock, T. H., Huchard, E. (2013): Social competition and selection in males and females. *Phil Trans R Soc B* **368**: 20130074. <https://doi.org/10.1098/rstb.2013.0074>
- Crnobrnja-Isailović, J., Vogrin, M., Corti, C., Pérez Mellado, V., Sá-Sousa, P., Cheylan, M., Pleguezuelos, J., Sindaco, R., Romano, A., Avci, A. (2009): *Podarcis siculus* (errata version published in 2016). The IUCN Red List of Threatened Species 2009: e.T61553A86151752. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009.RLTS.T61553A12515189.en> (02.08.2019.)
- Doughty, P., Shine, R., Lee, M.S.Y. (2003): Energetic costs of tail loss in a montanescincid lizard. *CompBiochemPhys A*. 135: 215 -219.

- Downes, S., Bauwens, D. (2002): An experimental demonstration of direct behavioural interference in two Mediterranean lacertid lizard species. *Animal behaviour* **63**: 1037-1046.
- Downes, S., Bauwens, D. (2004): Associations between first encounters and ensuing social relations within dyads of two species of lacertid lizards. *Behavioral Ecology* **15**: 938-945.
- Emlen, S. T., Oring, L. W. (1977): Ecology, sexual selection, and the evolution of mating systems. *Science* **197**: 215–223.
- Grano, M., Cattaneo, C. i Cattaneo, A. (2011): A case of cannibalism in *Podarcis siculus campestris* De Betta, 1857 (Reptilia, Lacertidae). *Biodiversity Journal* **2**(3): 151–152.
- Gorman, G.C., Soulé, M., Yung Yang, S., Nevo, E. (1975): Evolutionary genetics of insular Adriatic lizards, *Evolution* **29**: 52-71.
- Herrel, A., Andrade, D., Carvalho, J., Brito, A., Abe, A., Navas, C. (2009): Aggressive behavior and performance in the Tegu lizard *Tupinambis meriana*. *Physiological and biochemical zoology* **82**(6): 680-685.
- Herrel, A., Huyghe, K., Vanhooydonck, B., Backeljau, T., Breugelmans, K., Grbac, I., Van Damme, R., Irschick, D. J. (2008): Rapid large-scale evolutionary divergence in morphology and performance associated with exploitation of a different dietary resource. *PNAS* **105**: 4792-4795.
- Huntingford, F. A. (11.7.2019.): Aggressive behaviour. Britannica. Preuzeto s <https://www.britannica.com/science/aggressive-behaviour> (05.08.2019)
- Jelić, D., Kuljerić, M., Koren, T., Treer, D., Šalamon, D., Lončar, M., Podnar Lešić, M., Janev Hutinec, B., Bogdanović, T., Mekinić, S., Jelić, K. (2015): Crvena knjiga vodozemaca i gmazova Hrvatske. Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb.
- Knell, R. J. (2009): Population density and the evolution of male aggression. *Journal of Zoology* **278**: 83–90.
- Lo Cascio, P., Corti, C. (2006): The micro-insular distribution of the genus *Podarcis* within the Aeolian Archipelago: historical vs. palaeogeographical interpretation. Mainland and insular lacertid lizards: a mediterranean perspective 91-102.

- Losos, J. B., Ricklefs, R. E. (2009): Adaptation and diversification on islands. *Nature* **457**, 830-836.
- Nevo, E., Gorman, G., Soule, M., Yang, S. Y., Clover, R., Jovanović, V. (1972): Competitive exclusion between insular *Lacerta* species (Sauria, Lacertidae). *Oecologia (Berl.)* **10**: 183-190.
- Novosolov, M., Meiri, S. (2013): The effect of island type on lizard reproductive traits. *Journal of Biogeography* **40**: 2385-2395.
- Olivier, B., Young, L. J. (2002): Animal models of aggression. U: Davis, K. L., Charney, D., Coyle, J. T., Nemeroff, C. (ur.) *Neuropsychopharmacology: The fifth generation of progress*. Lippincott, Williams and Wilkins, Philadelphia, Pennsylvania, str. 1699-1708.
- Pafilis, P., Pérez-Mellado, V., Valakos, E. (2008): Postautotomy tail activity in the Balearic lizard, *Podarcis lilfordi*. *The Science of Nature* **95**(3):217-221.
- Rosvall, K. A. (2011): Intrasexual competition in females: evidence for sexual selection. *Behavioral Ecology* **22**: 1131-1140.
- Scandurra, A., Alterisio, A., Di Cosmo, A., D'Aniello, B. (2018): Behavioral and perceptual differences between sexes in dogs: An overview. *Animals* **8**: 151.
- Vallejo, D. (27.12.2018.): The social system of dominance in animals: hierarchy and submission. *Zoo Portraits*. Preuzeto s <https://www.zooportraits.com/social-system-dominance-animals/> (06.08.2019.)
- Vervust, B., Grbac, I., Van Damme, R. (2007): Differences in morphology, performance and behaviour between recently divergent populations of *Podarcis sicula* mirror differences in predation pressure. *Oikos* **116**: 1343-1352.
- Vervust, B., Pafilis, P., Valakos, E. D., Van Damme, R. (2010): Anatomical and physiological changes associated with a recent dietary shift in the lizard *Podarcis sicula*. *Physiological and Biochemical Zoology* **83**: 632-642.
- Vitt, L. J., Caldwell, J. P. (2014a): Thermoregulation, performance and energetics. U: *Herpetology: An introductory biology of amphibians and reptiles*. 4. izd. Academic Press, London, str. 203-227.

Vitt, L. J., Caldwell, J. P. (2014b): Foraging ecology and diets. U: Herpetology: An introductory biology of amphibians and reptiles. 4. izd. Academic Press, London, str. 291-318.

URL 1: <http://www.californiaherps.com/lizards/pages/p.siculus.html> (06.08.2019.)

8. PRILOZI

1. Protokol korištenja Noldus EthoVision XT 13
2. Statistička obrada podataka u Statistica 13
 - 2.1. Protokol korištenja Shapiro-Wilk testa
 - 2.2. Protokol korištenja ANOVA testa
 - 2.3. Protokol korištenja Kruskla-Wallis testa
3. Protokol za računanje dominantnosti guštera
 - 3.1. Računanje dominantnosti pomoću vremena provedenog u centralnoj zoni
 - 3.2. Računanje dominantnosti pomoću broja povlačenja i broja agresivnih ponašanja
 - 3.3. Analiza dominantnosti Fisherovim egzaktnim testom

1. Protokol korištenja Noldus EthoVision XT 13

Program radi na engleskom jeziku pa protokol sadržava engleske nazive koji su označeni podebljanim slovima.

Experiment settings

Kad započnemo s radom programa, prvo nam se otvori prozor u kojem pod **New experiment** odaberemo **New from template** pa **Apply a pre-defined template**. U novootvorenom prozorčiću odaberemo **Live tracking (and saving video file)** i pod **Sources** kameru kojom ćemo snimati. Sljedeće nas pita koji subjekt želimo da program prati te mi odaberemo **Rodents** i **Other**. Nadalje, traži nas da odaberemo tip terena na kojem će se izvoditi eksperiment gdje mi pod **Arena template** odaberemo **No arena template** jer ćemo sami označivati arenu. Zatim definiramo način kako da program prati guštera odabirmo **Center-point**, a boju životinje u odnosu na pozadinu **Darker**. Na kraju proverimo jesu li sve postavke dobro definirane i ako je sve u redu potvrdimo na **Finish**.

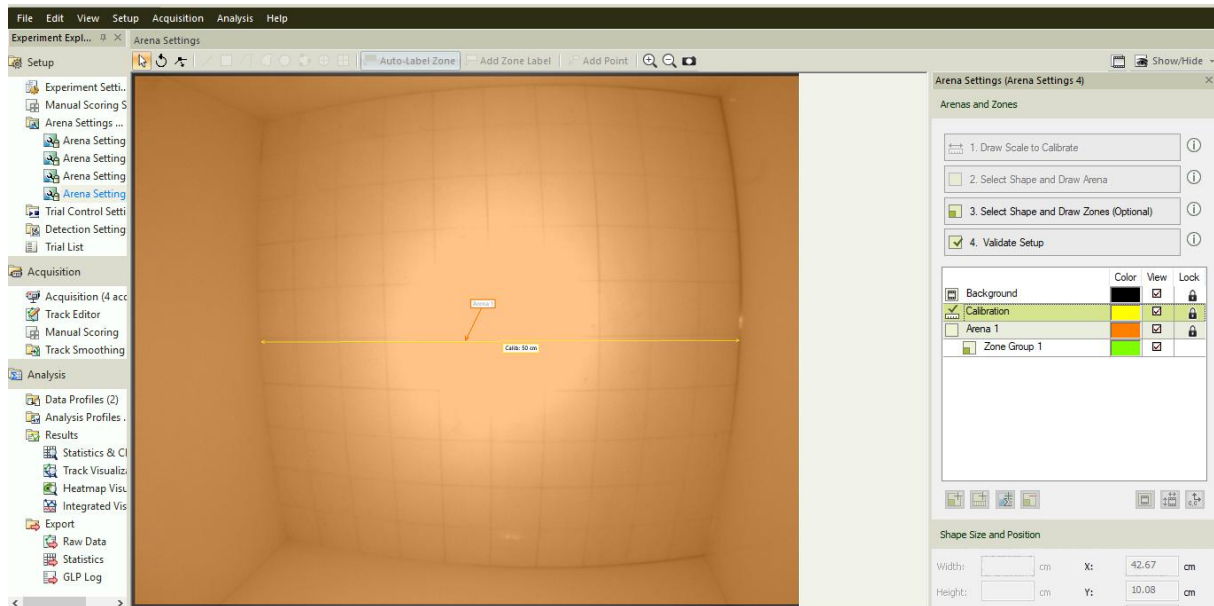
Manual scoring settings

U glavnom izborniku programa **Setup** pod **Manual scoring settings** pritisnemo **Add behavior**. U prozorčiću koji se otvori pod **Behavior name** upišemo sve kategorije ponašanja za svakog guštera pojedinačno, npr. za prvog guštera: neagresivno 1a, neagresivno 1b, a za drugog guštera: neagresivno 2a, neagresivno 2b ..., te dodamo nazive Inicijator 1 i Inicijator 2 za svakog guštera te Centar 1 i Centar 2 za vrijeme provedeno u centru za ta dva guštera, a pod **Behavior type** odaberemo **Point event**. U tablici pod Subject 1 svakoj postavci pridružimo drugo slovo ili broj koje ćemo poslije koristiti kod ručnog označavanja ponašanja tijekom pregledavanja snimki.

Arena settings

U traci s lijeve strane prozora nalazi se postavka **Arena Settings** u kojoj pritisnemo **Grab background image**. Na zaslonu programa nam se pojavi slika koju je snimila naša video kamera koja će nam služiti kao primjerak na kojem ćemo označiti sve što želim da program analizira. Na početku pritisnemo **Draw scale to calibrate** kako bi nacrtali vodoravnu liniju od jednog do drugog ruba arene i promjer arene namjestimo na 50 cm. Zatim odaberemo **Select shape and draw arena** kako bi nacrtali arenu na način da pomoću alata koji su nam ponuđeni

u gornjoj traci obuhvatimo cijelu arenu (Slika 17). Na kraju pritisnemo **Validate setup** kako bi provjerili jesmo li sve postavke ispravno napravili.

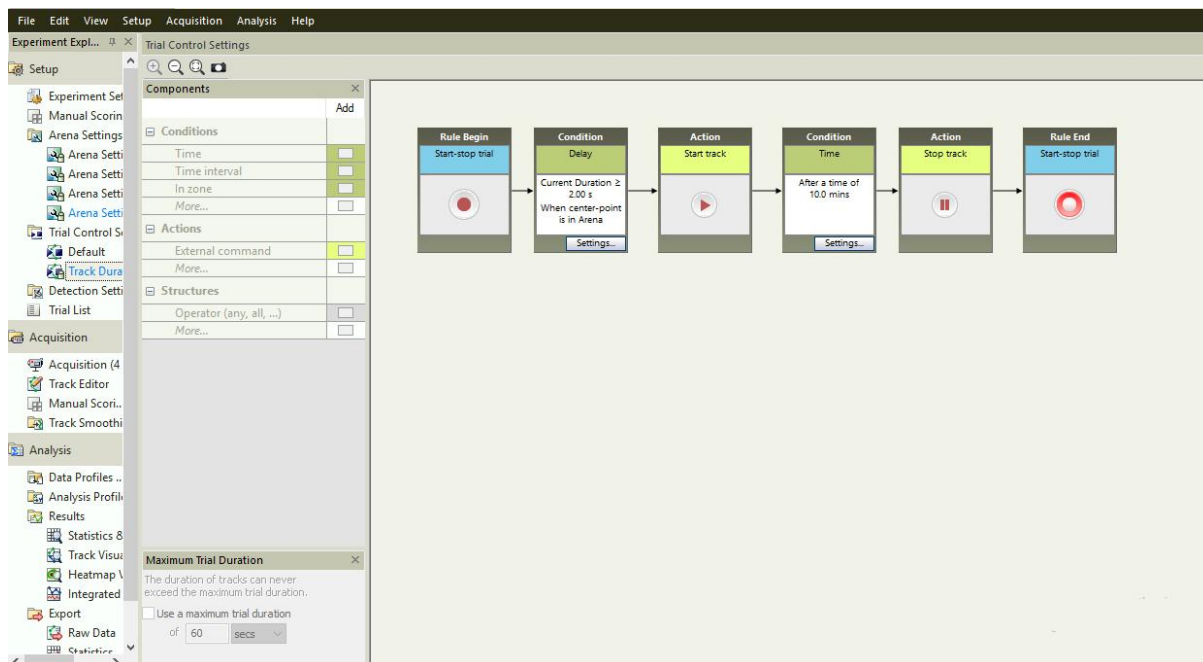


Slika 17. Prikaz zaslona programa EthoVision XT 13 kod postavljanja Arena Settings

Navedene postavke koje smo napravili za prvi video možemo kopirati i na druge videe tako da desnim klikom miša kliknemo na **Arena Settings 1** i odaberemo **Duplicate**. Postavke će se automatski duplicirati i u lijevoj traci će nastati **Arena Settings 2**. Duplicirane postavke samo prilagođavamo novom videu.

Trial control settings

U postavci **Trial Control Settings** u shemi u prvom **Condition**-u odaberemo **Settings** kako bi postavili željene uvjete. U otvorenom prozorčiću pod **Condition name** upišemo **Delay**, a pod **Condition is met when** u **Statistic**-u odaberemo **Current duration, of: When center-point is in Arena** i **is: ≥ 2 s**. Zatim u drugom **Condition**-u također odaberemo **Settings** i u **Condition name** upišemo **Time**, u **Condition is met** označimo **After** i odaberemo **10 mins**. Na Slici 18 je prikaza shema s postavljenim postavkama za ovo istraživanje.



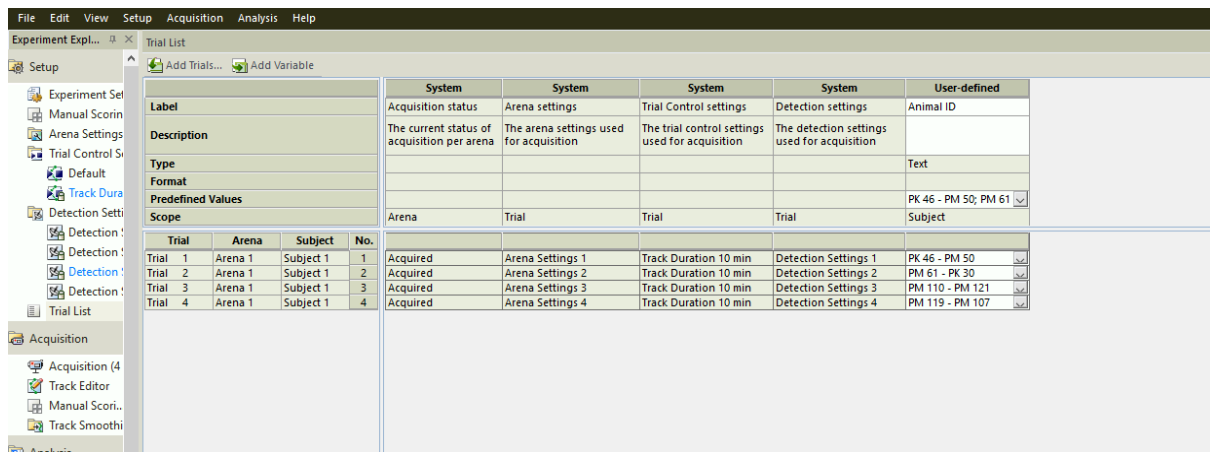
Slika 18. Prikaz zaslona u programu EthoVision XT 13 kod postavljanja Trial Control Settings

Detection settings

Sljedeća postavka je **Detection Settings** u kojoj odaberemo **Select video** gdje **Sample rate** postavimo na 2,08 per sec. Posljednje, odaberemo **Background** pa **Grab Current** kako bi dobili trenutnu sliku arene (to sve učinimo prije nego smo u arenu stavili pregradu i guštere).

Trial list

U postavci **Trial List** odaberemo **Add trials** i upišemo željeni broj snimanja (u mom slučaju 4 ili 5). Potom pritisnemo **Add variable** te za svako snimanje postavimo pripadajuće postavke kao što je to prikazao na Slici 19.

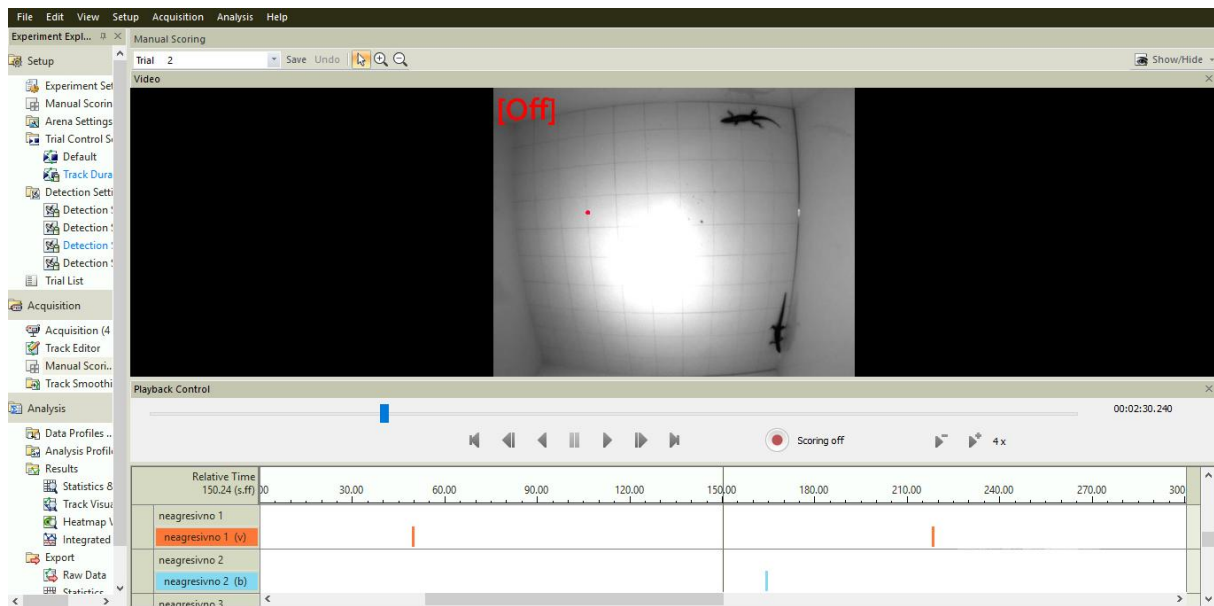


Slika 19. Prikaz zaslona u programu EthoVision XT 13 kod postavljanja Trial List

Acquisition

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

Nakon snimanja video materijali se pregledavaju tako da se u glavnom izborniku pod **Acquisition** odabere **Manual scoring**. Ručno, pomoću slova koja su prethodno određena u **Manual scoring settings**-u, određuju se tipovi ponašanja (tolerantnost, agresivnost i povlačenje) prema unaprijed zadanim kategorijama ponašanja (Slika 20).



Slika 20. Prikaz zaslona u programu EthoVision XT 13 tijekom označavanja ponašanja jedinki

Analysis

Nakon ručnog označavanja rezultati se analiziraju u Ethovision-u pritiskom na **Analysis Profiles** u glavnom izborniku **Analysis**. Odabere se **Behaviours** te se kvačicama na lijevoj strani u **Manually Scored Behaviour** označe sve postavke koje smo prethodno postavili u **Manual scoring settings**.

Nakon toga se u **Results** odabere **Statistics and Charts** gdje se pritisne **Show/hide** i prvo odabere **Independent Variable** te se u prozorčiću koji se otvori označi **Animal ID**. Ponovnim pritiskom na **Show/hide**, odabere se **Dependent Variable** te se u prozorčiću odabere **Select all** kako bi se odabrale sve postavke koje smo označili u prethodnom koraku. Zatim u gornjoj traci pritisnemo na **Calculate** pa **Export** data kako bi rezultate dobili u obliku Excel tablice.

2. Statistička obrada podataka u Statistica 13

Program radi na engleskom jeziku pa protokol sadržava engleske nazive koji su označeni podebljanim slovima.

2.1. Protokol korištenja Shapiro-Wilk testa

U glavnom izborniku programa u **Statistics**-u izaberemo **Basic statistics** pa **Descriptive statistics**. Otvara nam se prozorčić u kojem pod **Variables** izaberemo parametre od interesa za statističku analizu (u mom slučaju to su: inicijator, log S i log E/EU za sve tipove ponašanja), zatim u traci ispod uzaberemo **Normality**, kvačicom označimo **Shapiro-Wilk W test** i pritisnemo **Histograms**. Dobivamo histograme i p vrijednosti na temelju kojih možemo odrediti jesu li podaci normalno distribuirani. S obzirom na to biramo sljedeći test za analizu podataka. Za $p < 0,05$ (nije normalna distribucija) biramo neparametrijski test Kruskal-Wallis, a za $p > 0,05$ (normalna distribucija) biramo parametrijski test ANOVA.

2.2. Protokol korištenja ANOVA testa

Na gornjoj traci izaberemo karticu **Statistics** i odaberemo **ANOVA** test. U prozorčiću pod **Type of analysis** odaberemo **Factorial ANOVA** i pod **Specification method** odaberemo **Quick specs dialog**. Pod **Variables** odaberemo zavisne varijable **Dependent variables** (one koje su u testu na normalnost pokazale normalnu distribuciju podataka; u mom slučaju su to log E/EU (tolerantnost) i log E/EU (agresivnost)), a pod **Categorical factors** odaberemo **POPULATION** i **SEKS**. Pritisnemo na **Factor codes** kako bi provjerili jesu li svi parametri dobro označeni i potvrdimo na **OK**. Dobijemo tablicu u kojoj vidim razlikuju li se jedinice po populaciji i spolu. Za $p < 0,05$ postoji statistički značajna razlika što je označeno crveno (u mom slučaju to je varijabla **POPULATION**). Zatim u donjoj traci izaberemo prozor **ANOVA results** pa **More results**. U otvorenom prozorčiću odaberemo **All effects/ Graphs** i odaberemo kategoriju gdje je u tablici bilo $p < 0,05$ i odaberemo zavisne varijable. Ovaj postupak ponovimo za svaku zavisnu varijablu zasebno. Na taj način dobivamo grafove koji nam govore kako odabrane zavisne varijable ovise o populaciji, tj. kako se one razlikuju između dviju populacija guštera.

2.3. Protokol korištenja Kruskla-Wallis testa

U **Statistics** izaberemo **Nonparametrics** pa u izborniku **Comparing multiple indep. samples (groups)**. U prozorčiću koji se otvara pod **Variables** odaberemo zavisne varijable

pod **Dependent variables** (u mom slučaju inicijator, S i E/EU za sve tipove ponašanja) i nezavisne varijable pod **Independent variable** (u mom slučaju GROUP). Provjerimo jesmo li unijeli sve željene parametre pritiskom na **Codes**, zatim **All** i kad smo zadovoljni da su svi parametri točno unijeti pritisnemo **OK**. Za kraj pritisnemo **Summary: Kruskal-Wallis ANOVA & Median test**. Dobivamo tablice u kojima gledamo p vrijednosti i ako je $p < 0,05$ tada postoji statistički značajna razlika između skupina. Nadalje, u donjoj traci izaberemo prozor **Kruskal-Wallis ANOVA and Median test** te nam se otvara prozorčić u kojem izaberemo **Multiple comparisons of mean ranks for all groups** nakon čega dobivamo nove tablice. U prozoru sa strane izaberemo karticu **Multiple Comparisons p values**. U dobivenim tablicama je crveno označeno točno po kojim se parametrima skupine razlikuju. Kako bi dobili grafove kojima bi potkrijepili dobivene rezultate u donjoj traci izaberemo prozor **Kruskal-Wallis ANOVA and Median test** i pritisnemo **Box & whisker**, provjerimo jesu li odabrane sve željene varijable te odaberemo **Median/Quart./Range**. Na taj način dobijemo grafove gdje možemo za odabrani parametar vidjeti našu srednju vrijednost (**median**), u kojem rangu (koliko postotak) se nalazi najveći dio vrijednosti (**range**), u mom slučaju 25%-75%, te minimalne i maksimalne vrijednosti odabranog parametra.

Za kraj još želimo vidjeti razlikuju li se populacije međusobno po željenim parametrima. To možemo provjeriti na način da u glavnom izborniku pod **Statistics** izaberemo **Nonparametrics** pa **Comparing two independent samples (groups)**. Pod **Variables** izaberemo zavisne varijable pod **Dependent variables** (u mom slučaju inicijator, S i E/EU za sve tipove ponašanja) i nezavisne varijable pod **Independent variable** (u mom slučaju POPULATION) te za kraj pritisnemo **M-W U test**. U dobivenoj tablici gleda se zadnji stupac **2*1 sided exact p**. Crveno je označeno po kojim parametrima se populacije točno statistički razlikuju (tamo gdje je $p < 0,05$ postoji statistički značajna razlika).

3. Protokol za računanje dominantnosti guštera

3.1. Računanje dominantnosti pomoću vremena provedenog u centralnoj zoni

Postupak provodimo u Excel-u. Računamo dominantnost za par guštera, odnosno za jedan trial. Dijelimo vrijeme provedeno u centralnoj zoni jednog guštera sa vremenom provedenim u centralnoj zoni drugog guštera (dijelimo manji broj s većim kako bi dobili postotak). Dobiveni postotak oduzmemo od 100% i ako to iznosi više od 40%, označavamo dominantnost za trial (par guštera). Također, bitno je da u posebnoj koloni označimo koji je od dva guštera dominantan (2), subdominantan (1) ili neutralan (0).

Npr: par guštera, vrijeme u centralnim zonama:

$g_1 = 4 \text{ min}$, $g_2 = 9 \text{ min}$

$4/9 = 0,44$ (44%)

$1 - 0,44$ (100% - 44%) = 0,56 (56%)

Vidimo da razlika iznosi 56% što je veće od 40% pa zaključujemo da trial ima oznaku dominantnosti.

3.2. Računanje dominantnosti pomoću broja povlačenja i broja agresivnih ponašanja

Postupak provodimo u Excel-u. Dijelimo broj povlačenja jednog guštera sa brojem agresivnih ponašanja drugog guštera (onaj s većim brojem) unutar jednog para guštera. Ako je postotak veći od 70%, označavamo dominantnost za trial i individualnog guštera.

Npr: par guštera, broj povlačenja i agresivnih ponašanja

g_1 , broj povlačenja: 1

g_1 , broj agresivnih ponašanja: 6

g_2 , broj povlačenja: 5

g_2 , broj agresivnih ponašanja: 2

$5/6 = 0,83$ (83%)

Postotak je veći od 70%, iznosi 83%, pa označavamo dominantnost za trial i individualnog guštera.

Da bi se označila konačna dominantnost za trial, oba uvjeta (vrijeme u centralnoj zoni i broj povlačenja) moraju biti ispunjena.

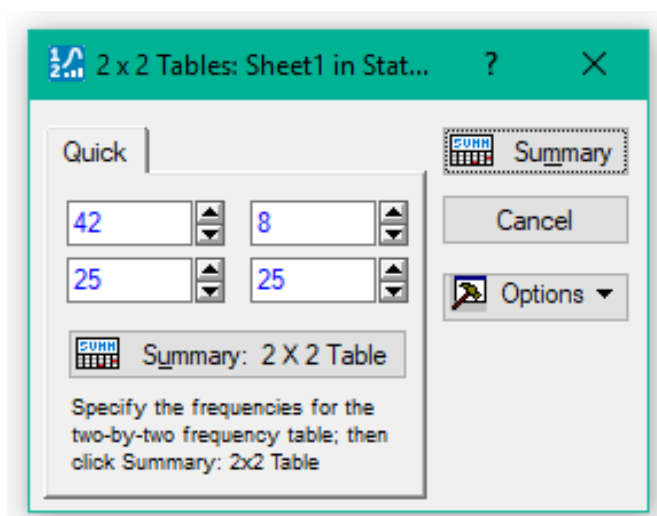
3.3. Analiza dominantnosti Fisherovim egzaktnim testom

Postupak provodimo u Programu Statistica 13. Ovaj test se napravi za sljedeće parove:

- a) PM i PK
- b) PMM i PKM
- c) PMF i PKF
- d) PM i PM(jednako)
- e) PK i PK(jednako)
- f) PMM i PMM(jednako)
- g) PMF i PMF(jednako)
- h) PKM i PKM(jednako)
- i) PKF i PKF(jednako)

U programu pod **Statistic** odaberemo **Nonparametric** pa **2*2 Tables**. Zatim nam se otvori prozorčić kao na Slici 12 u koji unosimo izračunate varijable: u prvi red za jednu skupinu guštera, a u drugi za drugu skupinu. Pristisnemo **Summary** te dobijemo tablicu u kojoj promatramo vrijednost za **Fisher exact p, two-tailed test**. Za vrijednost $p < 0,05$ postoji statistički značajna razlika.

Vrijednosti za PM(jednako), PK(jednako), ... odgovaraju pretpostavci da je 50% guštera dominantno, a 50% nije dominantno. Vrijednosti izračunamo tako da od ukupnog broja guštera odredimo da je 50% njih dominantno, a 50% nije dominantno. Npr. za PK i PK(jednako): Iz Excel tablica je odođeno da je 42 guštera dominantno, a 8 nedominantno (unesu se u prvi red). U drugi red se unesu vrijednosti izračunate prema gornjoj pretpostavci. Od ukupno 50 PK guštera 50% ih je dominantno i 50% ih je nedominantno što iznosi njih 25 za svaku varijablu (Slika 21).



Slika 21. Vrijednosti za test dominantnosti za par PK i PK(jednako) u programu Statistica. U prvom redu su vrijednosti za PK, a u drugom za PK(jednako)

9. ŽIVOTOPIS

Osobni podaci

Ime i prezime: Iva Pintarić

Datum i mjesto rođenja: 31.01.1994., Čakovec

E-mail adresa: iva.p.3101@gmail.com

Obrazovanje

2000.-2008. Osnovna škola Vladimira Nazora Pribislavec

2008.- 2012. Gimnazija Josipa Slavenskog Čakovec, opći smjer

2012.-2019. Prirodoslovno-matematički fakultet u Zagrebu,
Integrirani preddiplomski i diplomski studij biologije i kemije

Sudjelovanje u popularizaciji znanosti

2013., 2015., 2016. Sudjelovanje u organizaciji *Noć biologije*

Dodatne informacije

Materinji jezik: Hrvatski

Drugi jezik/ci: Engleski i njemački

Računalne vještine i kompetencije: Vrlo dobra računalna pismenost. Aktivno korištenje operacijskih sustava, Microsoft Office paketa (Word, Excel, PowerPoint), alata za obradu slike i videa (Adobe Photoshop, GIMP, Movie Maker, avidemux) i programa za statističku obradu Statistica 13.