

Ponašanje primorske gušterice (*Podarcis siculus*) i krške gušterice (*Podarcis melisellensis*) u novom okruženju

Karan, Doris

Master's thesis / Diplomski rad

2022

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:233014>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-05-18**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Biološki odsjek

Doris Karan

**Ponašanje primorske gušterice (*Podarcis
siculus*) i krške gušterice (*Podarcis
melisellensis*) u novom okruženju**

Diplomski rad

Zagreb, 2022.

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Biology

Doris Karan

**Behaviour in novel environment of Italian
lizard (*Podarcis siculus*) and Dalmatian wall
lizard (*Podarcis melisellensis*)**

Master thesis

Zagreb, 2022.

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

*Najveće hvala roditeljima na podršci, bez njih ne bih bila tu gdje jesam.
Hvala tati što je podijelio sa mnom svoju ljubav prema prirodi, bez njega nikad ne bih upisala
ovaj fakultet.
Hvala mami što me je naučila da je sve moguće i ostvarivo, bez nje nikad ne bih završila ovaj
fakultet.*

*Hvala svima koji su mi svojim postojanjem i dobrim društvom uljepšali godine studiranja, ali i
one koje su im prethodile.*

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Biološki odsjek

Diplomski rad

Ponašanje primorske gušterice (*Podarcis siculus*) i krške gušterice (*Podarcis melisellensis*) u novom okruženju

Doris Karan

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Primorska gušterica (*Podarcis siculus*) i krška gušterica (*Podarcis melisellensis*) su kohabitirajuće vrste guštera čiji se areali preklapaju na istočnojadranskoj obali i pripadajućim otocima. Primorska gušterica je dominantna u interspecijskim odnosima sa ostalim malim guštericama uključujući i kršku guštericu. Prilagodba različitim uvjetima staništa čini primorsku guštericu i uspješnom invazivnom vrstom, na područjima gdje nije autohtona. Cilj ovog rada bio je utvrditi razlike u ponašanju u novom okruženju u ovisnosti o vrsti i spolu. Istraživanje je provedeno na 10 mužjaka i 10 ženki svake vrste, ulovljenima na svakoj od tri lokacije (Knin, Pag i Sinj) odnosno ukupno 120 jedinki. Jedinke su tijekom istraživanja održavane u zatočeništvu u kontroliranim uvjetima. Istraživanje je provedeno testom otvorenog polja u kojem je izmjeren niz varijabli od interesa: broj palucanja jezikom i pokušaj bijega, vrijeme provedeno u centralnom, odnosno perifernom dijelu otvorenog polja, vrijeme koje je gušter proveo krećući se te udaljenost kretanja. Istraživanje je pokazalo da jedinke primorske gušterice više istražuju te da imaju manje razine neofobije u odnosu na jedinke krške gušterice. Pokazano je da ne postoji razlika u ponašanju između spolova.

(47 stranica, 10 slika, 2 tablice, 81 literaturnih navoda, jezik izvornika: hrvatski jezik)

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici

Ključne riječi: istraživačko ponašanje, hrabrost, neofobija, test otvorenog polja

Voditelj: dr. sc. Duje Lisičić, izv. prof.

Ocjenitelji:

dr. sc. Duje Lisičić, izv. prof.

dr. sc. Jasna Lajtner, izv. prof.

dr. sc. Renata Matonićkin Kepčija, izv. prof.

Rad prihvaćen: 10. veljača 2022.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Biology

Master Thesis

Behaviour of Italian wall lizard (*Podarcis siculus*) and Dalmatian wall lizard (*Podarcis melisellensis*) in novel environment

Doris Karan

Rooseveltovej trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Italian wall lizard (*Podarcis siculus*) and Dalmatian wall lizard (*Podarcis melisellensis*) are cohabiting lizard species with overlapping home ranges in the eastern Adriatic coast and the associated islands. The Italian wall lizard is dominant in interspecific relationships with other small lizards, including the Dalmatian wall lizard. Adaptation to different habitat conditions makes the Italian wall lizard also a successful invasive species in areas where it is not native. The study aimed to determine differences in behavior in the new environment depending on the species and sex. The research was carried out on 10 males and 10 females of each species, caught at each of the three locations (Knin, Pag and Sinj) which is a total of 120 individuals. The individuals were held in controlled conditions during the study. The research was conducted by an open field test in which a number of variables were measured: the number of tongue flicks and escape attempts, the time spent in the central or peripheral part of the open field, the time the lizard spent moving, and the distance of movement. Results have shown that Italian wall lizards are more exploratory and less neophobic than Dalmatian wall lizards. The results have also shown that no difference in behaviour was found between the sexes.

(47 pages, 10 figures, 2 tables, 81 references, original in: Croatian)

Thesis is deposited in Central Biological Library.

Keywords: exploratory behavior, boldness, neophobia, open-field test

Supervisor: Duje Lisičić, Assoc. Prof.

Reviewers:

Duje Lisičić, Assoc. Prof.

Jasna Lajtner, Assoc. Prof.

Renata Matonićkin Kepčija, Assoc. Prof.

Thesis accepted: February 10, 2022

Sadržaj

1. UVOD	1
1.1. Ponašanje	1
1.1.1. Znanost ponašanja – etologija.....	1
1.1.2. Osobnost kod životinja	2
1.1.3. Ponašanje u novom okruženju	3
1.1.4. Test otvorenog polja.....	4
1.1.5. Istraživanja ponašanja na gmazovima.....	5
1.2. Rod <i>Podarcis</i>	6
1.2.1. Sistematika roda	6
1.2.2. Krška i primorska gušterica	6
1.3. Primorska gušterica - <i>Podarcis siculus</i> (Rafinesque-Schmaltz, 1810).....	7
1.3.1. Rasprostranjenost vrste	7
1.3.2. Biologija vrste	8
1.3.3. Ugroženost i mjere zaštite.....	10
1.4. Krška gušterica - <i>Podarcis melisellensis</i> (Braun, 1877).....	10
1.4.1. Rasprostranjenost vrste	10
1.4.2. Biologija vrste	11
1.4.3. Ugroženost i mjere zaštite.....	13
2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA.....	14
3. MATERIJALI I METODE	15
3.1. Terenski dio istraživanja.....	15
3.2. Laboratorijski rad	15
3.2.1. Održavanje guštera u zatočeništvu.....	15
3.2.2. Test otvorenog polja.....	16

3.3. Analiza video snimki	17
3.4. Statistička obrada podataka	18
4. REZULTATI	20
4.1. Razlike između vrsta i spolova	20
5. RASPRAVA	27
6. ZAKLJUČAK	31
7. LITERATURA	32
8. PRILOZI	40
9. ŽIVOTOPIS	47

1. UVOD

1.1. Ponašanje

Ponašanje je reakcija organizma na izravno ili neizravno podražavanje koja obuhvaća nekakvu vrstu djelovanja i postupke (Huntingford 1984). Riječ „ponašanje“ koristi se u jako širokom smislu - uključuje statične položaje i aktivno kretanje, vokalizaciju, oslobađanje mirisa, promjenu boje (Manning i Dawkins 1998) te sve promjene koje služe komunikaciji i mogu izazvati promjenu ponašanja druge životinje (Immelmann 1980).

1.1.1. Znanost ponašanja – etologija

Od otkrića instinktivnog ponašanja njegovo se proučavanje razvijalo u sklopu etologije (Eibl-Eibesfeldt i Kramer 1958). Etologija je tradicionalno definirana kao biološko istraživanje ponašanja (Moreno i Munoz-Delgado 2007). Whitman (1919) je proučavanjem ptica otkrio određene uzorke ponašanja te potvrdio da osim naučenog ponašanja postoje i urođena ponašanja.

Tinbergen (1972) je naglasio da ponašanje ne treba samo opisivati već i istražiti njegovu evoluciju, njegove funkcionalne posljedice, strukturu te uzroke – uključujući vanjske stimulanse, unutarnje mehanizme i razvoj. Objašnjenja se mogu testirati empirijskim istraživanjem te nakon obrade rezultata i donošenja zaključaka mogu biti potvrđena ili odbijena. Druge znanstvene discipline omogućile su široki spektar koncepata i tehnika koje stimuliraju integraciju ponašanja s procesima na drugim razinama organizacije, uključujući genetiku, fiziologiju te ostale životne procese poput reprodukcije, preživljavanje i rasta (Altmann i Altmann 2003).

Cilj etologije je istraživanje ponašanja s metodama koje se koriste u prirodnim znanostima (Immelmann 1980). Metodologija etologije započinje opisivanjem ponašanja, a završava psihološkom analizom uzroka ponašanja. Etologija je interdisciplinarno područje (Bekoff 1995). Uključuje komparativnu morfologiju i fiziologiju, a naglasak je stavljen na razumijevanje evolucije, ontogenije i vrijednosti ponašanja u kontekstu preživljavanja (Eibl-Eibesfeldt i Kramer 1958). Etologija može biti definirana kao evolucijsko i komparativno istraživanje životinja, odnosno ponašanja koja su rezultat svjesnosti i namjere (Moreno i Munoz-Delgado 2007).

Osim intrinzičnog interesa i činjenica da ova tema otvara poprilično izazovna pitanja, istraživanje ponašanja životinja također ima i značajnu praktičnu važnost. Jedna od njih jest

očuvanje divljih životinja u njihovim prirodnim staništima, kao i dobrobit domesticiranih vrsta (Manning i Dawkins 1998). Premda se najčešće istražuje ponašanje sisavaca, sve se češće koriste drugačiji modelni organizmi poput gmazova.

1.1.2. Osobnost kod životinja

Osobnost je skup individualnih bihevioralnih razlika koje su konstantne kroz vrijeme i različite situacije. Osobnost uključuje kategorije poput hrabrosti, istraživačkog ponašanja, neofobije, agresivnosti i socijalnosti (Koski 2011, Réale i Dingemanse 2012).

Životinje se razlikuju po načinu na koji reagiraju na nove situacije, a te razlike utječu na stjecanje resursa, društvene interakcije, opstanak i reprodukciju. Proučavanje osobnosti ključno je za animalnu psihologiju, bihevioralnu genetiku i bihevioralnu ekologiju. Istraživači su u tim područjima razvili različite metode za proučavanje i mjerenje prethodno navedenih kategorija osobnosti. Neke od spomenutih metoda jesu: test otvorenog polja, test novog objekta (eng. *novel-object test*) i test uljeza (eng. *intruder test*) (Réale i Dingemanse 2012).

Neofobija je strah od nove situacije odnosno negativni odgovor na novi podražaj. Razina neofobije životinje procjenjuje se testom otvorenog polja jer takva nova okruženja predstavljaju nepoznati rizik koji je pojačan nedostatkom skloništa. S obzirom na to da utječe na vjerojatnost preživljavanja, adekvatan odgovor na novi podražaj od ključne je važnosti. Pritom je važno da životinja iskazuje takav strah samo u opasnim situacijama. Opreznost prema rizičnim podražajima esencijalna je za preživljavanje. Međutim opreznost prema podražajima koji ne predstavljaju prijetnju smanjuje vrijeme provedeno u potrazi za hranom ili partnerom (Crane i Ferrari 2017).

Stanje visoke opreznosti i stresa zahtijeva veće energetske troškove te smanjuje vrijeme za druge aktivnosti (Schaffer i sur. 2021). Iako je veći utrošak energije bolja opcija od mogućnosti da životinja postane plijenom, u slučaju niskog rizika predacije, neofobija postaje maladaptivna (Crane i Ferrari 2017). Smanjena neofobija omogućava jedinki da prije pronađe resurse i da ih iskoristi. Greenberg (1990) je predložio „hipotezu praga neofobije“ kako bi objasnio da je neofobija povezana s ekološkom plastičnošću vrste te da je uglavnom bazirana na genetici i oblikovana prirodnom selekcijom.

Hrabrost prilikom suočavanja s predatorom i istraživanje kada je životinja suočena s novim okruženjem povezani su s razinom opreznosti jedinke (Blažević i sur., 2020). Hrabrost se odnosi

na spremnost jedinke da se upusti u rizično ponašanje (napad predatora, intraspecijski sukobi). Ona se može mjeriti testom otvorenog polja gdje u laboratorijskim uvjetima vrijeme provedeno u centru odgovara vremenu koje životinja u prirodi provodi udaljena od skloništa (Yuen i sur. 2017). U testu otvorenog polja kretanje u centru arene interpretira se kao indikator hrabrosti (Walsh i Cummins, 1976).

Različite se razine hrabrosti kod životinja javljaju kao odgovor na predatorski pritisak te je pokazano da su jedinke koje su suočene s većim predatorskim pritiskom hrabrije (Brown i sur. 2005). Jedinke suočene s potencijalno opasnom situacijom, odnosno predatorom pokazat će jedno od tri moguća ponašanja – borba (eng. *fight*), bijeg (eng. *flight*) ili mirovanje (eng. *freeze*). Jedna od čestih strategija izbjegavanja napada predatora jest bijeg i sakrivanje u skloništu. Međutim, to ponašanje životinju košta vremena koje može provesti tražeći hranu ili partnera za reprodukciju, a može imati i fiziološke posljedice kao što su hipotermija ili hipoksija ako su uvjeti skloništa nepovoljni (Pellitteri-Rosa i sur. 2017). Iznenadno pojavljivanje predatora, koje može biti posljedica manje opreznosti i pažnje, vjerojatno će uzrokovati bijeg. *Freeze* je reakcija na relativno udaljenog predatora. Budući da su predatori često osjetljivi na kretanje, životinju koja u potpunosti miruje, teže je uočiti. U ovom je stanju životinja posebno oprezna kako bi mogla reagirati na promjene u poziciji, kretanju ili ponašanju predatora (Ratner 1975).

1.1.3. Ponašanje u novom okruženju

Jedinke u novom okruženju često moraju donositi odluke zasnovane na nedovoljnoj količini informacija te se koristiti određenim znakovima čije se značenje moglo promijeniti u odnosu na stari (poznati) okoliš (Maspons 2019). Kada se životinje susretnu s novim okruženjem, one će ga napustiti ili istraživati. Istraživanje staništa je imperativ ostanku u novom okruženju jer ono daje važne informacije, ali isto tako podrazumijeva i određeni rizik zbog predacije (Pinter-Wollman 2009).

Iako ne možemo biti sigurni u točnu motivaciju istraživačkog ponašanja, jasno je da životinja pokušava dobiti dodatnu percepciju svog okruženja. Istraživačko ponašanje odnosi se na ponašanja kojima životinja stvara nove percepcije. Okruženje u kojem se nalazi pritom je novo ili postoji varijabilnost u okruženju, a cilj je takvog ponašanja da sazna više o okruženju (Mc Reynolds 1962).

Odgovori (na novi okoliš ili novi objekt u poznatom okolišu) koji su dio istraživačkog ponašanja jesu: promatranje okoliša, njuškanje, hodanje, izdizanje (na stražnje noge), naginganje, skakanje, kopanje i slično. Kretanje je najbitniji aspekt istraživačkog ponašanja. Tim ponašanjima životinja stječe informacije i gradi znanje o vanjskom svijetu (Belzung 1999).

Istraživačko ponašanje produžetak je biološke adaptacije u kojoj prilagođavanje okolišu rezultira rastom i očuvanjem vrste (Bijou 1980). Ono uključuje povećane razine prikupljanja informacija iz okoliša. Kod ljuskaša (Squamata), u istraživačkom ponašanju, korištenje jezika značajan je element koji doprinosi detekciji kemijske informacije vomeronazalnim aparatom i/ili kušanjem (gustacijom) (Greenberg 1993).

Palucanje jezika dio je ponašanja koje se povezuje s korištenjem vomeronazalnog organa kod guštera (Graves i Halpern 1990) i ono je učestalije u novom okruženju (Greenberg 1993). U ovom kontekstu, jezik služi za kemorecepciju i to je standardni atribut istraživanja u gmazova. Prethodno je pokazano da gušteri koriste palucanje jezika prilikom istraživanja okoliša, za otkrivanje plijena i/ili predatora te u socijalnim interakcijama. Također, ono je prisutnije tijekom kretanja, što sugerira da je dio istraživačkog ponašanja (Greenberg 1985).

Laboratorijska istraživanja koriste metode koje omogućuju ekspresiju samo nekih ponašanja i u kojima je ograničeni broj akcija kao što su kretanje i izdizanje. Test otvorenog polja jedan je od najpopularnijih testova koji se koriste u istraživanju ponašanja životinja (Belzung 1999).

1.1.4. Test otvorenog polja

Test otvorenog polja standardna je mjera istraživačkog ponašanja i opće aktivnosti životinje (Gould i sur. 2009). Test se sastoji od mjerenja ponašanja koja su izražena kad je životinja smještena u arenu. Arena predstavlja ograđeni prostor četverokutnog oblika s okružujućim zidovima koji sprječavaju bijeg (Belzung 1999, Gould i sur. 2009).

Test se sastoji od nametnute interakcije životinje s novim okruženjem (Belzung 1999), što znači da su istraživači postavili životinje u arenu, a ne da su one samostalno ušle u nju. U odnosu na prijašnja mjerenja (od dvije do deset minuta) današnja mjerenja traju nešto duže (15-20 minuta) i daju više informacija jer se životinja snima u pojedinačnoj areni. Uz to postoje i softveri za videopraćenje i obradu informacija (Gould i sur. 2009).

Nakon što je životinja stavljena u arenu, određene stavke ponašanja se bilježe kroz određeno vrijeme. Te su stavke horizontalno kretanje (centar i periferija), frekvencija vertikalnog kretanja (izdizanje) i drugo (Belzung 1999). Glavni je aspekt ponašanja koji se promatra kretanja, a kod ljuskaša se, uz sve navedeno, mjeri i frekvencija izbačaja jezika (palucanja) (Gould i sur. 2009).

Ponašanja izazvana testom otvorenog polja ovise o interakciji životinje s raznim faktorima kao što su: stimulacija kao rezultat micanja iz poznatog okoliša, stimulacija uključena u transfer životinje u arenu, izloženost okolišu testiranja koji se sastoji od arene otvorenog polja i njenog okruženja te sva prijašnja iskustva testne situacije. Posljednji se faktor odnosi na slučaj kada se testiranje (na istoj životinji) ponavlja (Walsh i Cummins 1976).

Test otvorenog polja je vrlo popularan za istraživanje ponašanja životinja jer se može prilagoditi potrebama istraživanja različitih životinja – različitih veličina i načina kretanja. Gruen i sur. (2015) koristili su ovaj test kako bi pokazali utjecaj zvuka na strah i anksioznost kod labradora retrievera, a ujedno su pokazali da je došlo do habituacije ovih pasa u areni testa tijekom petodnevnog snimanja. Koristeći ovaj test, Warren and Callaghan (1975) zaključili su da mužjaci *Poecilia reticulata* (Peters, 1859) više vremena provode u periferiji nego u centru, dok kod ženki ovarijski ciklus utječe na ponašanje. Također smatraju da s vremenom dolazi do habituacije. Nadalje Jensen i sur. (1997) korištenjem testa otvorenog polja pokazali su da telići koji su odrasli sami imaju veći strah prema novim okruženjima i nepoznatim telićima u odnosu na teliće koji su odrasli u grupi. Nordberg i sur. (2021) koristili su ga kako bi istražili razlike u aktivnosti i istraživačkom ponašanju invazivnih i nativnih macaklina. Pokazalo se kako su invazivni macaklini imali veću aktivnost i istraživačko ponašanje u odnosu na native. Johnstone i sur. (2021) testirali su povezanost osobnosti guštera s tehnikom hvatanja pa se tako njihovim istraživanjem ustvrdilo da su plašljiviji gušteri ulovljeni metodom lova pomoću omče, dok su hrabriji ulovljeni zamkama.

1.1.5. Istraživanja ponašanja na gmazovima

Prvotna istraživanja pokazala su da gmazovi imaju znatno manje različitih ponašanja u odnosu na druge kralježnjake. Valja napomenuti da se to najvećim dijelom temeljilo na činjenici da su sama istraživanja išla u smjeru pokazivanja da su gmazovi životinje koje nemaju kompleksna ponašanja (Brattstrom 1974). U drugoj polovici 20. stoljeća gušteri dobivaju značajniju ulogu kao modelni organizmi u istraživanju ponašanja, odnosno bihevioralne ekologije (Fox i sur. 2003).

Kada su se napokon postavili uvjeti istraživanja tako da odgovaraju uvjetima u prirodi, pokazalo se da gmazovi imaju kompleksno socijalno ponašanje te mogu brzo učiti. Oni pokazuju raznolika ponašanja, s time da je većina promatranih ponašanja karakteristična za ekološko okruženje u kojem žive. Potrebno je naglasiti da se većina istraživanja gmazova temelji na proučavanju diurnalnih guštera te da opisuju razlike među vrstama u socijalnosti i agresivnosti (Baird i sur. 2013).

1.2. Rod *Podarcis*

1.2.1. Sistematika roda

Primorska gušterica, *Podarcis siculus* (Rafinesque-Schmaltz, 1810) i krška gušterica, *Podarcis melisellensis* (Braun, 1877) gušteri su iz roda *Podarcis* te porodice Lacertidae. Lacertidae su najčešća i najbrojnija porodica gmazova u Europi te je unutar ove porodice rod *Podarcis* najbrojniji (Blažević i sur. 2020). Rod *Podarcis* sastoji se od 23 vrste (Arnold i sur. 2007, Senczuk i sur. 2018), većinom rasprostranjene na europskom dijelu Mediterana. Gušteri toga roda predstavljaju značajni element herpetofaune Mediteranskih ekosustava, gdje imaju važnu ulogu u hrandibenim mrežama (Carretero 2008).

Vrste ovog roda morfološki su visoko varijabilne u veličini, obliku, obojenosti, a ta varijabilnost prisutna je ne samo među vrstama, već i populacijama (Carretero 2008). Mnoge vrste i podvrste su imenovane upravo na temelju tih polimorfizama.

Mnoga su genetička i molekularna istraživanja napravljena s ciljem razrješavanja filogenije ovog roda (Oliverio i sur. 2008). Međutim analiza molekularnih podataka ne slaže se s vrstama, a osobito s podvrstama koje su definirane na temelju morfoloških karakteristika (Poulakakis i sur. 2005). Razvoj molekularnih alata te njihova upotreba omogućila je razjašnjavanje odnosa unutar ovog roda, što je dovelo do promjena u taksonomiji.

1.2.2. Krška i primorska gušterica

Krška i primorska gušterica prizemne su, diurnalne vrste (Verwaijen i sur. 2002, Grbac i Brnin 2006), što znači da se kreću, hrane i razmnožavaju tijekom dana (Jelić i sur. 2015). Ove dvije

gušterice su ektotermne životinje tj. heliotermne (Grbac i Brnin 2006, Blažević i sur. 2020) što znači da toplinu reguliraju sunčanjem odnosno izlaganjem suncu (Vitt i Caldwell 2014).

Na istočnojadranskoj obali i pripadajućim otocima, areali *P. siculus* i *P. melisellensis* se preklapaju. Ova koegzistencija uobičajena je na kopnu i većim otocima gdje okupiraju različita staništa, dok je na manjim otocima obično moguće pronaći samo jednu od ovih dviju vrsta. Valja istaknuti kako je ovaj interspecijski odnos naročito zanimljiv u ekološkim, evolucijskim te bihevioralnim istraživanjima (Nikolić i sur. 2019).

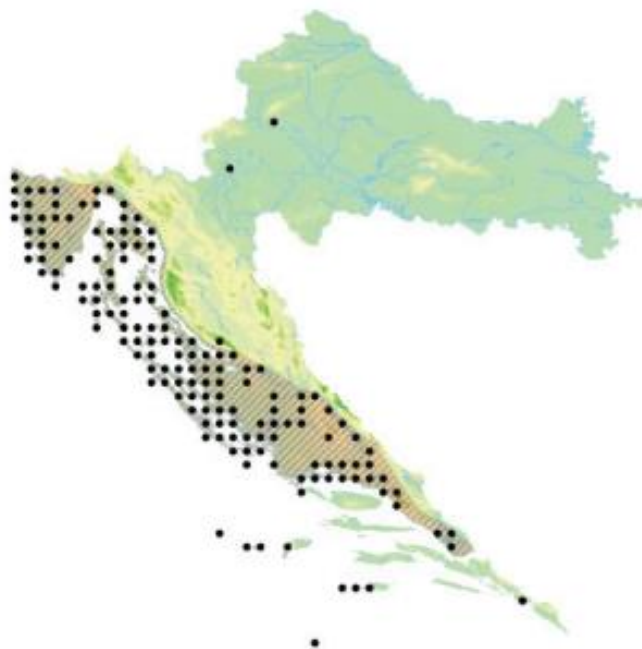
1.3. Primorska gušterica - *Podarcis siculus* (Rafinesque-Schmaltz, 1810)

1.3.1. Rasprostranjenost vrste

Primorska gušterica je rasprostranjena u Italiji, na brojnim otocima Tirenskog i Jadranskog mora te duž istočne jadranske obale. U Hrvatskoj naseljava jadransku obalu od Istre do Neuma te dubrovačko područje (Slika 1.), a prisutna je i na mnogim otocima (Jelić i sur. 2015).

Brelih i Džukić su 1974. literaturno opisali 24 podvrste primorske gušterice na temelju morfologije, ali Thorpe (1980) na temelju morfometrijske analize razlikuje samo dvije osnovne grupe - južnu i sjevernu. Naknadna genetička istraživanja provedena na većini opisanih hrvatskih podvrsta pokazala su razliku među skupinama primorske gušterice na području Hrvatske – haplokladovi Adria, dolina rijeke Po, Catanzaro i Sušac (Podnar i sur. 2005).

Introducirane populacije primorskih gušterica postoje u Španjolskoj, Portugalu, Francuskoj, Turskoj, Tunisu, Libiji i SAD-u (Grano i sur. 2011).



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

1.3.2. Biologija vrste

Primorska gušterica može postići veličinu do 9 cm (od vrha njuške do nečisnice). Obojenost ove vrste vrlo je varijabilna. Najčešće imaju zelenu, maslinastu ili svijetlosmeđu dorzalnu obojenost s mogućim prugastim uzorkom, koji se sastoji od svjetlijih i tamnijih linija, ili točkastim uzorkom (Slika 2). Također jedna od mogućnosti je i uniformno obojenje. Ventralni dio tijela pretežito je sivkaste ili bijele boje, dok se na rubnim trbušnim pločicama nalaze plave točke. Moguća je i pojava žutog ili narančastog obojenja. Prisutan je spolni dimorfizam te su ženke manje od mužjaka, imaju kraći rep i užu glavu (Arnold i sur. 2007).



Slika 2. Primorska gušterica (*Podarcis siculus*)

(Autor fotografije: Dušan Jelić; Preuzeto iz Crvene knjige vodozemaca i gmazova Hrvatske 2015)

Prilikom prve godine parenja ženke polažu samo jedno do dva legla, a kasnije se broj kreće između jednog do pet legla godišnje. Ženka liježe 2-12 jaja po leglu, iako je najčešće riječ o brojcima od pet do šest jaja. Mužjak doseže spolnu zrelost nakon jedne godine, a ženka nakon jedne do dvije godine (Jelić i sur. 2015). Ponašanje tijekom kopulacije uključuje mužjakovo nanošenje tragova ugriza na dorzalnoj i ventralnoj strani ženkinog abdomena, neposredno ispred njenih stražnjih nogu (Lauš i Zadavec 2011).

Primarno se hrani beskralježnjacima, pretežno člankonošcima kao što su kukci, pauzi te babure (Rugiero 1994, Zuffi i Giannelli 2013). Točan sastav prehrane ovisi o dostupnosti hrane na pojedinom lokalitetu, odnosno staništu, ekološkim uvjetima, godišnjem dobu i sastavu lokalne faune. Kada su izvori člankonožaca oskudni, primorska gušterica može uključiti mekušce u svoju

prehranu (Zuffi i Giannelli 2013). U uvjetima niske dostupnosti primarnog izvora hrane, pokazat će se sklonost neuobičajenim praksama kao što su kanibalizam, ovofagija i prehrana biljnim materijalom (Mačát i sur. 2015). Odrasle jedinke ponekad se hrane mladima svoje vrste, drugih vrsta guštera te malih sisavaca (Zuffi i Giannelli 2013). Predatori su joj ptice, zmije i sisavci.

Naseljava različita staništa poput obalnih i priobalnih područja, makija, kamenih zidova, raznih obradivih površina, livada, rubova šuma i naselja (Crnobrnja-Isailović i sur. 2009), ali i područja do čak 2000 m nadmorske visine (Jelić i sur. 2015).

U usporedbi s drugim gušterima, odličan je trkač i može prijeći veće udaljenosti. Poprilično je agresivna vrsta, posebice prema drugim gušterima porodice Lacertidae. Dobra prilagođenost različitim uvjetima staništa, uspješno širenje i uspostavljanje populacija na okolna područja čine ju uspješnom invazivnom vrstom na područjima gdje nije nativna. Te karakteristike joj također omogućavaju uspješnu kompeticiju s autohtonim vrstama koje istiskuje. Na mnogim je lokalitetima razlog gubitka pojedinih populacija autohtonih gušterica (Jelić i sur. 2015).

1.3.3. Ugroženost i mjere zaštite

Primorska gušterica je uvrštena u Crvenu knjigu vodozemaca i gmazova Republike Hrvatske sa statusom najmanje zabrinjavajuće. Podvrstama *P. s. ragusae* i *P. s. adriaticus* dodijeljeni su statusi gotovo ugroženih. S obzirom da su ove dvije podvrste tretirane kao zasebne konzervacijske jedinice sa specifičnim uzorcima ugroženosti, za njih su date zasebne procijene ugroženosti.

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. Zbog brojnosti populacije te invazivnosti nije zaštićena, a u skladu s tim nema ni predloženih mjera očuvanja (Jelić i sur. 2015).

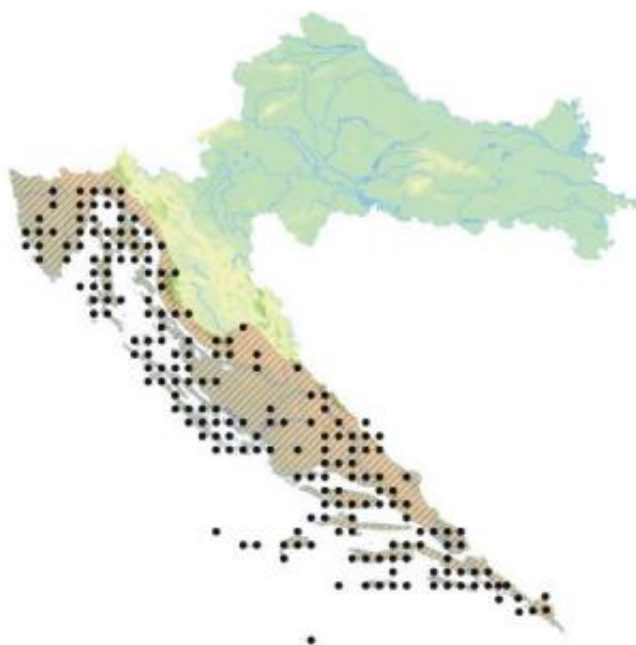
1.4. Krška gušterica - *Podarcis melisellensis* (Braun, 1877)

1.4.1. Rasprostranjenost vrste

Krška gušterica naseljava istočno jadransko obalno područje od krajnjeg sjeveroistoka Italije pa sve do sjeverozapada Albanije. U Hrvatskoj je prisutna duž cijele obale te na većini otoka

(Slika 3.). Dublje u kontinentu prisutna je samo duž dolina rijeka, na područjima koja su pod utjecajem mediteranske klime. Sve podvrste, izuzev jedne, isključivo žive na otocima (Jelić i sur. 2015).

Brelih i Džukić 1974. literaturno su opisali 20 podvrsta krške gušterice na temelju morfologije, ali Thorpe (1980) na temelju morfometrijske analize razlikuje samo dvije osnovne grupe - južnu i sjevernu. Naknadna genetička istraživanja provedena na većini opisanih hrvatskih podvrsta pokazala su razliku među trima glavnim skupinama krške gušterice na području Hrvatske: *P. m. fiumanus*, *P. m. melisellensis* i *P. m. ssp. n.*, s time da je potonju potrebno opisati kao novu podvrstu.



Slika 3. Potencijalna rasprostranjenost (označena kosim crtama) i nalazišta (označena točkama) krške gušterice u Republici Hrvatskoj

(Preuzeto iz Crvene knjige vodozemaca i gmazova Hrvatske 2015)

1.4.2. Biologija vrste

Krška gušterica može narasti do 7,4 cm od vrha njuške do nečisnice. Obojenost ove vrste je vrlo varijabilna. Dorzalni dio je smeđe ili zelenkaste boje s uzorkom uzdužnih svjetlijih i tamnijih

pruga ili mrežastim uzorkom. Također jedna od mogućnosti je i uniformno obojenje kada jedinka ima jednolično smeđezeleno obojana leđa. Ventralni je dio tijela bijele, žute ili narančaste boje bez dodatnih oznaka (Slika 4.), dok se na rubnim trbušnim pločicama nalaze plave točke (Jelić i sur. 2015). Prisutan je spolni dimorfizam. Ženke su manje od mužjaka – imaju kraći rep, kraće udove te manju i užu glavu (Verwaijen i sur. 2002, Brecko i sur. 2008).



Slika 4. Mužjak krške gušterice (*Podarcis melisellensis*)

(Autor fotografije: Dušan Jelić; Preuzeto iz Crvene knjige vodozemaca i gmazova Hrvatske 2015)

Ženke godišnje polažu nekoliko legla (najviše pet) te između dva i osam jaja po leglu. Parenje započinje tijekom svibnja, a odvija se tako da mužjak tijekom parenja čeljustima uhvati ženku za jedan od bokova. Ženke jaja polažu u rahlu zemlju, među korijenje vegetacije ili ispod kamenja (Jelić i sur. 2015).

Primarno se hrane beskralježnjacima, pretežno člankonošcima. Krška gušterica ima prehrabene navike slične primorskoj gušterici, a točan sastav prehrane ovisi o dostupnoj hrani na pojedinim staništima. Prehrana biljnim materijalom nije rijetka praksa (Herrel i sur. 2008), a uključuje prehranu plodovima, sjemenkama i vegetativnim organima biljke. Zabilježeni su i primjeri kanibalizma gdje se obično odrasli hrane mladuncima. Predatori su im ptice, zmije i sisavci (Jelić i sur. 2015, Van Moorlegheem i sur. 2019).

Obično naseljava suha staništa s ponešto grmovite i/ili zeljaste vegetacije poput rijetkih i degradiranih šuma, makije, gariga, kamenitih pašnjaka i livada, suhozida, obalnog kamenjara te područja do 1400 m nadmorske visine (Ajtić i sur. 2009).

1.4.3. Ugroženost i mjere zaštite

Krška gušterica je uvrštena u Crvenu knjigu vodozemaca i gmazova Republike Hrvatske sa statusom najmanje zabrinjavajuće. Podvrstama *P. m. melisellensis* i *P. m. ssp. n.* dodijeljeni su statusi gotovo ugroženih. S obzirom da su ove dvije podvrste tretirane kao zasebne konzervacijske jedinice sa specifičnim uzorcima ugroženosti, za njih su date zasebne procijene ugroženosti (Jelić i sur. 2015).

Iako krška gušterica generalno nije ugrožena vrsta, manje otočne populacije ugrožene su zbog predacije i kompeticije. Ovoj vrsti predatori su domaće mačke i štakori te joj, kao takvi, predstavljaju prijetnju. Posebnu prijetnju predstavlja i primorska gušterica za koju je dokazano da kompeticijom istiskuje kršku guštericu (Downes i Bauwens 2002) te ju na određenim lokacijama može čak i u potpunosti istrijebiti (Vervust 2009).

Krška gušterica je strogo zaštićena svojta Zakonom o zaštiti prirode (NN 144/2013) te se dio njenog areala nalazi unutar zakonom zaštićenih područja (nacionalnih parkova i parkova prirode). Navedena je u Nacionalnoj ekološkoj mreži kao ciljna vrsta za ekološki značajna područja – otoci Jabuka, Brusnik, Svetac, Biševo i Vis. Također se nalazi 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.

Predložene mjere očuvanja jesu kontrola populacije domaćih mačaka i štakora te njihova eradikacija, što vrijedi i za ostale invazivne vrste. Također kako bi se spriječio unos primorske gušterice, potrebno je provoditi strogu kontrolu unosa građevinskog i drugog sličnog materijala na otoke s *P. m. melisellensis* i *P. m. ssp. n.* (Jelić i sur. 2015).

2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Cilj istraživanja je utvrditi razlike u ponašanju primorske gušterice, *Podarcis siculus* i krške gušterice, *Podarcis melisellensis* u novom okruženju korištenjem testa otvorenog polja.

Specifični ciljevi su:

1. Utvrditi razlike u ponašanju u novom okruženju u ovisnosti o vrsti
2. Istražiti razlike u ponašanju u novom okruženju u ovisnosti o spolu

3. MATERIJALI I METODE

3.1. Terenski dio istraživanja

Kao dio projekta „Dopaminska regulacija kompetitivnog ponašanja guštera *Podarcis sicula* i *Podarcis melisellensis* - BOLDeR“ voditeljice doc. dr. sc. Sofie Ane Blažević, financiranog od strane Hrvatske zaklade za znanost, uz dozvolu Ministarstva zaštite okoliša i energetike te etičkog povjerenstva, pomoću omče ulovljeno je ukupno 120 jedinki - 30 mužjaka i 30 ženki svake vrste odnosno po 10 mužjaka i 10 ženki svake vrste na trima lokacijama – Knin, Pag i Sinj.

U metodi lova pomoću omče koristi se dugi štap na čijem je kraju zavezana omča od flaksa kako bi se gušteru prebacila oko vrata. Nakon uspješnog prebacivanja omče preko glave guštera, štap se podigne. Ulovljeni gušteri stavljeni su u individualno obilježenu platnenu vrećicu. Nakon toga smješteni su u prethodno uređene prostorije za održavanje ovih guštera u sklopu prostora Zavoda za animalnu fiziologiju Biološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta.

3.2. Laboratorijski rad

3.2.1. Održavanje guštera u zatočeništvu

Ulovljene jedinke držane su pojedinačno u plastičnim terarijima s podlogom od treseta. Iznad svakog terarija se nalazila lampa za grijanje. Svaki terarij sadržavao je po jedan kamen, posudicu s vodom te komad plastične cijevi dugačke 10-ak centimetara. Plastična cijev jednog otvorenog kraja, a drugog zalijepljenog ljepljivom trakom služila je kao sklonište. Terariji su se nalazili u prostoriji u kojoj je vlažnost zraka bila između 40 % i 60 %, dok je svjetlost pratila prirodnu izmjenu dana i noći. Temperatura zraka danju je iznosila 30 °C, a noću 20 °C. Jedinke guštera hranjenje su šturcima svaki drugi dan.

Svaki gušter je premjeren, pregledano mu je zdravstveno stanje i potvrđen spol. Napravljena je evidencija jedinki s obzirom na lokaciju s koje su uzete, spol i vrstu. Jedinke primorske gušterice su imale oznaku PS (*Podarcis siculus*), dok su jedinke krške gušterice imale oznaku PM (*Podarcis melisellensis*). Na ta dva slova je dodan i redni broj kako bi se dobila oznaka svakog individualnog guštera za lakše raspoznavanje u evidenciji, transportu i pokusu (npr. PM 3).

3.2.2. Test otvorenog polja

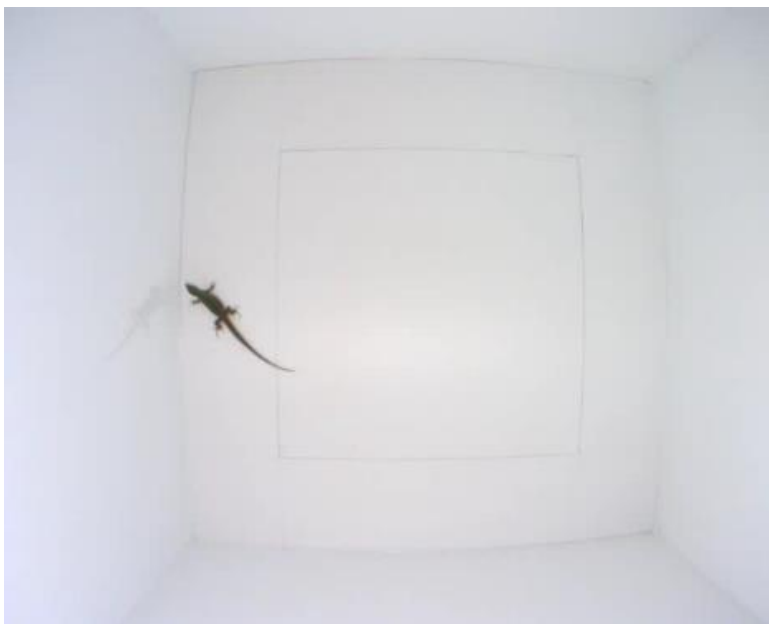
Test otvorenog polja je jedan od najpopularnijih i najčešće korištenih testova za istraživanje ponašanja životinja. Koristila sam ga za istraživanje istraživačkog ponašanja dviju vrsta roda *Podarcis*.

Kutija korištena u testu otvorenog polja, dimenzija 50x50x50 cm, napravljena je od pleksiglasa te ima svijetle, neprozirne zidove s otvorenom donjom i gornjom stranom, a nalazila se na Forex-ploči. Iznad kutije je postavljena kamera i lampa za osvjetljenje. Pokus je proveden u vremenu koje odgovara dnevnom ritmu guštera u prirodi, od 09:00 do 16:00. Temperatura prostorije tijekom odvijanja pokusa je iznosila 30 °C.

Prije početka pokusa jedinka se pomoću laganog usmjeravanja štapićem navodi u plastično cilindrično sklonište. Plastično sklonište je postavljeno u svaki od individualnih terarija, dizajnirano je od plastične cijevi sa jednim otvorenim krajem i osim što služi kao sklonište gušterici, služi i kao prijenosno sredstvo od terarija do kutije za test jer se na taj način smanjuje stres jedinki u usporedbi sa klasičnim hvatanjem rukom. Jedinku se potom lagano spušta u kutiju za test, odnosno centar arene testa otvorenog polja (Slika 5.), nakon čega započinje period aklimatizacije u trajanju od dvije minute. Nakon dvije minute pokreće se program za snimanje EthoVisionXT 15. Svaka snimka traje 15 minuta.

Budući da su se koristile četiri odvojene kutije za test s vlastitim kamerama, istovremeno su se odvijala četiri snimanja.

Nakon pokusa jedinku se uz pomoć štapića navodi u njeno plastično sklonište koje se koristi kao sredstvo transporta iz kutije za test u odgovarajući terarij. Poslije svakog pokusa zidovi kutije te Forex-ploča temeljito su očišćeni 30 %-tnim alkoholom i papirnatim ubrusom kako bi se uklonio sav miris prethodnih jedinki.



Slika 5. Test otvorenog polja

3.3. Analiza video snimki

Nakon izvođenja pokusa videosnimke sam analizirala koristeći program Noldus EthoVision XT 15. Navedeni program služi za analizu ponašanja životinja prema parametrima koje želimo promatrati, a koje smo unaprijed odabrali. Neposredno prije početka snimanja potrebno je postaviti duljinu trajanja videosnimke te oznake jedinki u pokusu.

Program ima mogućnost automatskog praćenja vrijednosti unaprijed odabranih varijabli, ali i njihova vlastoručnog prikupljanja. Program nije bio u mogućnosti automatski analizirati određene varijable pa sam njihove vrijednosti ručno prikupila. Varijable od interesa za ovaj rad prikazala sam u Tablici 1. Vrijeme provedeno u centralnom odnosno perifernom dijelu otvorenog polja, vrijeme koje je gušter proveo krećući se te udaljenost kretanja varijable su koje je program samostalno pratio. Varijable „palucanje jezikom“ i „pokušaj bijega“ sam pratila tako što sam gledajući videosnimke vlastoručno bilježila njihovu frekvenciju. Vrijednosti ovih varijabli potom sam unijela u zasebnu Excel tablicu. Detaljan opis analiziranja ovih varijabli u videosnimkama sadržan je u „Protokol palucanje jezikom i pokušaj bijega“ koji se nalazi u prilogu.

Tablica 1. Odabrane varijable koje su praćene prilikom obrade video snimki

Varijabla	Opis varijable
Palucanje jezikom	Ukupan broj palucanja jezika jedinke
Pokušaj bijega	Ukupan broj pokušaja bijega jedinke
Centar	Vrijeme koje je jedinka u pokusu provela u centralnom dijelu otvorenog polja
Periferija	Vrijeme koje je jedinka u pokusu provela u perifernom dijelu otvorenog polja
Vrijeme kretanja	Ukupno vrijeme koje je jedinka provela krećući se
Udaljenost	Ukupna udaljenost koju je jedinka prešla

3.4. Statistička obrada podataka

Linearni model je statistički model koji definira zavisnu varijablu kao linearnu funkciju jedne ili više nezavisnih varijabli. Pouzdanost statističke analize provedene prema linearnom modelu ovisi o trima pretpostavkama. Pretpostavlja se da je distribucija podataka normalna, da su opažanja međusobno neovisna te da su varijance unutar svih kategorija jednake. Ove pretpostavke su uvjeti koje treba ispuniti prije nego se upotrijebi linearni model za predviđanje te donošenja zaključaka. Ukoliko bilo koji od ovih uvjeta nije zadovoljen, zaključci doneseni na temelju rezultata provedene analize su nepouzdani.

Za testiranje potrebnih uvjeta koristila sam Shapiro-Wilk test, Bartlett test te dijagnostičke grafove modela. Shapiro-Wilk test koristi se kako bi se testirala normalna distribucija, dok se Bartlett test koristi za testiranje homogenosti odnosno pretpostavke da su varijance jednake. Dijagnostički grafovi osnovni su alat za provjeru svih navedenih pretpostavki. Dijagnostički grafovi se koriste za brzu vizualnu identifikaciju pretpostavki, dok se navedeni testovi koriste za potvrdu viđenoga. Ukoliko pretpostavke nisu zadovoljene, podatci se mogu modificirati transformacijom te izbacivanjem atipičnih podataka (eng. *outlier*).

Analiza varijance (ANOVA) koristi se kako bi se potvrdila značajnost rezultata istraživanja odnosno kako bi utvrdili treba li prihvatiti ili odbaciti nul-hipotezu. Koristi se kako bi se analizirao

utjecaj jedne ili više nezavisnih varijabli na zavisnu varijablu. ANOVA uspoređuje srednje vrijednosti između grupa te utvrđuje postojanje statistički značajnih razlika između srednjih vrijednosti.

Prikupljene podatke statistički sam obradila koristeći program „RStudio“. Koristeći linearne modele, programom sam testirala odnose između nezavisnih varijabli (vrste i spola) unutar svih odabranih kategorija ponašanja.

4. REZULTATI

Sve varijable su za valjanost statističke analize zadovoljile sve pretpostavke – njihova distribucija je normalna, međusobno su neovisne te su njihove varijance unutar svih kategorija jednake (homogenost varijance). Za testiranje navedenih pretpostavki koristila sam Shapiro-Wilk test, Bartlett test te dijagnostičke grafove modela. Dijagnostički grafovi su pokazali da su sve pretpostavke zadovoljene. Bartlett test potvrdio je pretpostavku da su varijance unutar svih kategorija jednake dok je Shapiro-Wilk test je potvrdio normalnu distribuciju. Normalna distribucija je potvrđena s obzirom da je dobivena p-vrijednost iznosila 0.21, a nul-hipoteza Shapiro-Wilk testa koja pretpostavlja normalnu distribuciju se prihvća ukoliko je $p > 0.05$. Homogenost varijanci je potvrđena s obzirom da je dobivena p-vrijednost iznosila 0.032, a nul-hipoteza Bartlett testa koja pretpostavlja homogenost varijanci se prihvća ukoliko je $p < 0.05$.

4.1. Razlike između vrsta i spolova

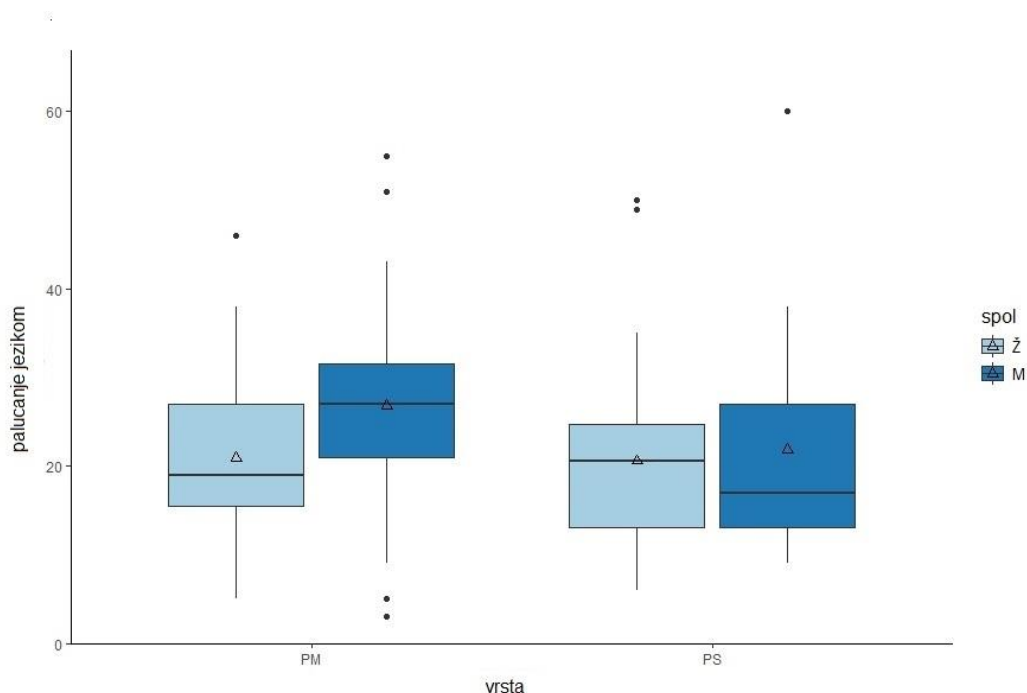
Između vrsta nema statistički značajne razlike ($p < 0.05$) u varijabli „palucanje jezikom“ (Slika 6.) dok je u svim ostalim varijablama ona prisutna (Tablica 2.). Statistički značajna razlika između vrsta se pojavila u varijablama „pokušaj bijega“ i „vrijeme kretanja“, pokazujući više vrijednosti za *Podarcis siculus* (Slika 7.-9.). Varijabla „centar“ pokazuje više vrijednosti za *Podarcis melisellensis* (Slika 10.), sa statistički značajnom razlikom između vrsta.

Grafovi ukazuju da jedinke primorske gušterice imaju veći broj pokušaja bijega i vremena provedenog krećući. Jedinke krške gušterice više vremena provode u centralnom dijelu u odnosu na jedinke primorske gušterice koje više vremena provode u perifernom dijelu otvorenog polja.

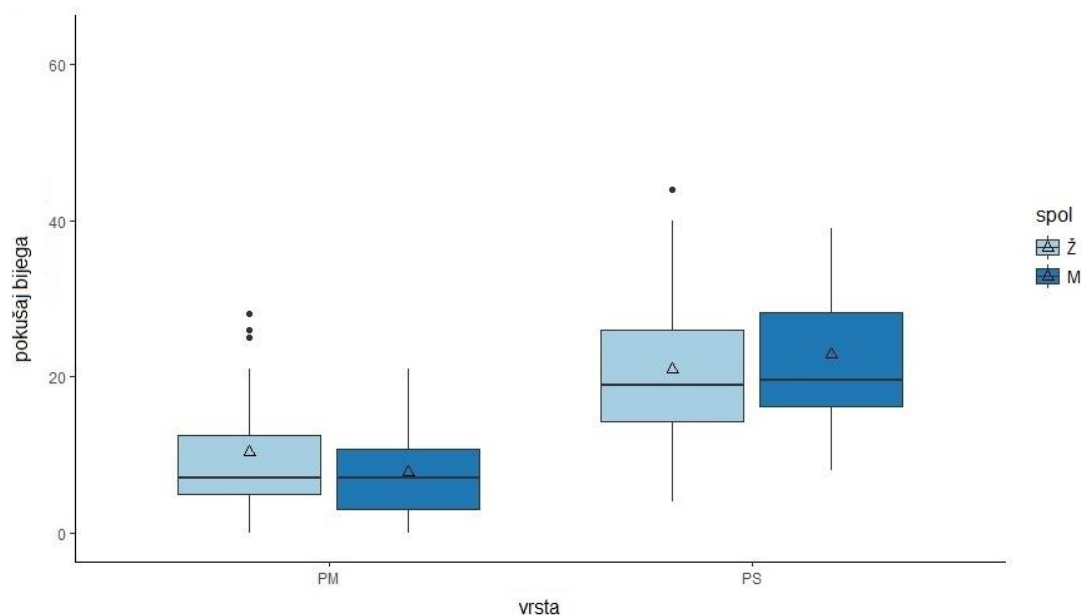
Nije pronađena statistički značajna razlika, ni u jednoj od varijabli, između spolova. Također, ne postoji razlika između spolova u ovisnosti o vrsti. Dobivene vrijednosti su pokazatelj da razlike u ponašanju ne ovise o spolu nego isključivo o vrsti.

Tablica 2. Prikaz p-vrijednosti dobivenih obradom podataka tj. analizom varijance s dva promjenjiva faktora. Znakom “*” označena je interakcija varijabli. Podebljane su vrijednosti $p < 0.05$.

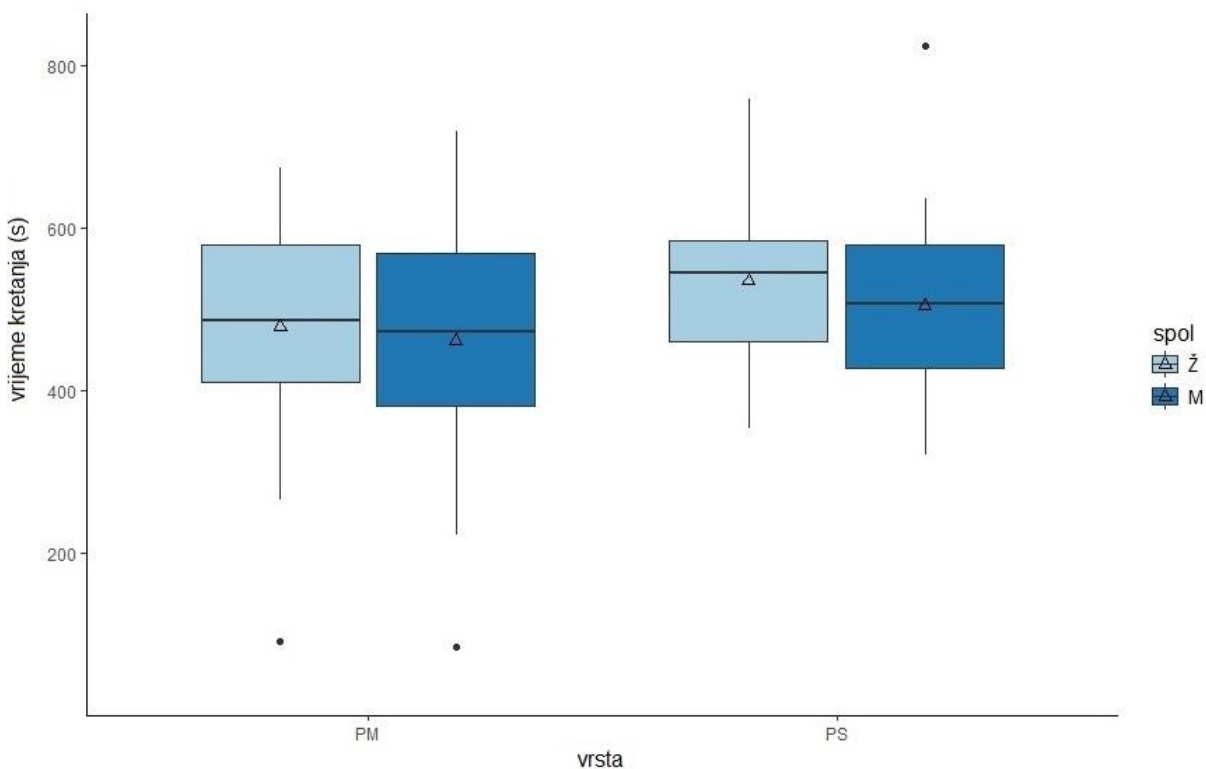
Varijabla	Faktor	p-vrijednost
Vrijeme kretanja	vrsta	0.035
	spol	0.315
	vrsta*spol	0.793
Centar	vrsta	0.025
	spol	0.530
	vrsta*spol	0.347
Palucanje jezikom	vrsta	0.222
	spol	0.088
	vrsta*spol	0.270
Pokušaj bijega	vrsta	2.832e-11
	spol	0.850
	vrsta*spol	0.200
Udaljenost	vrsta	0.005
	spol	0.495
	vrsta*spol	0.364



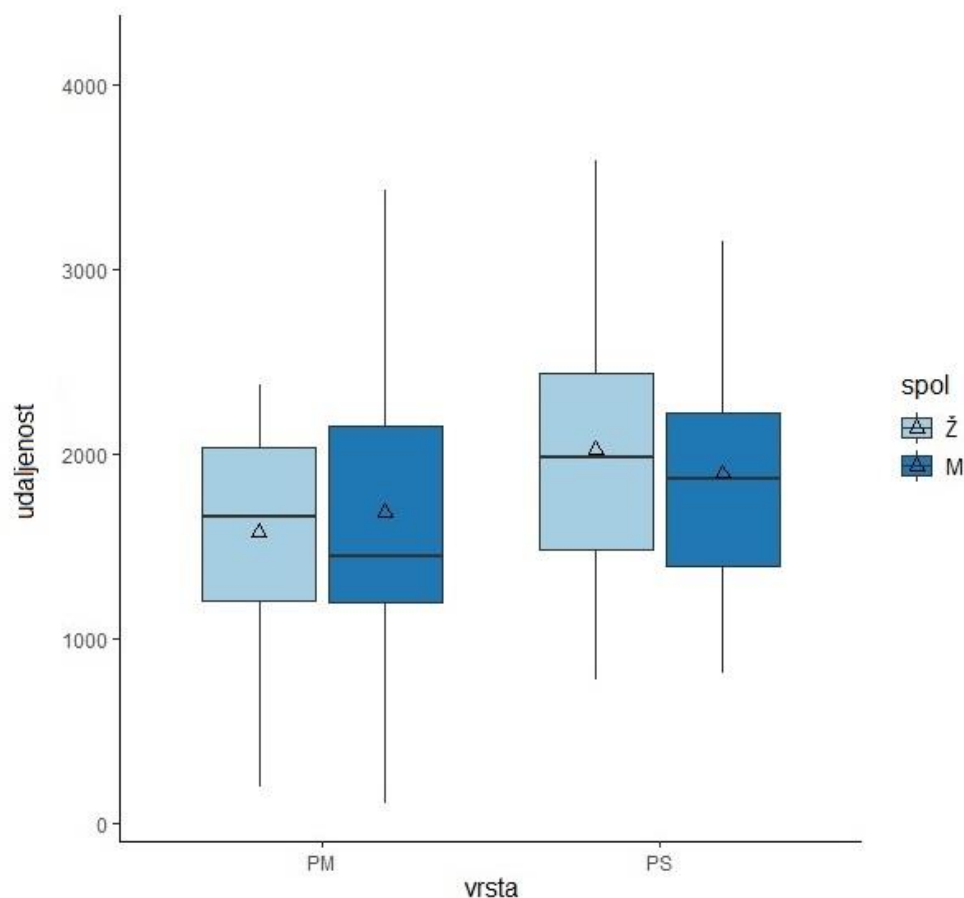
Slika 6. Grafički prikaz dobivenih rezultata za broj palucanja jezikom (varijabla „palucanje jezikom“). Za ovu varijablu nema statistički značajnih razlika među vrstama ni spolovima. Na x osi prikazane su vrste te spolovi unutar vrsta (PM – *Podarcis melisellensis*, PS – *Podarcis siculus*, Ž – ženke, M – mužjaci). Svaka grupa sadrži 30 jedinki. Četverokut obuhvaća podatke od donjeg kvartila (donji rub) do gornjeg kvartila (gornji rub). Linija unutar četverokuta označava medijan dok trokut označava srednju vrijednost. Vertikalne linije ispod i iznad četverokuta (tzv. „whiskers“) pokazuju varijabilnost seta podataka izvan donjeg i gornjeg kvartila odnosno minimum i maksimum, bez ekstremnih vrijednosti. Ekstremne vrijednosti prikazane su točkama.



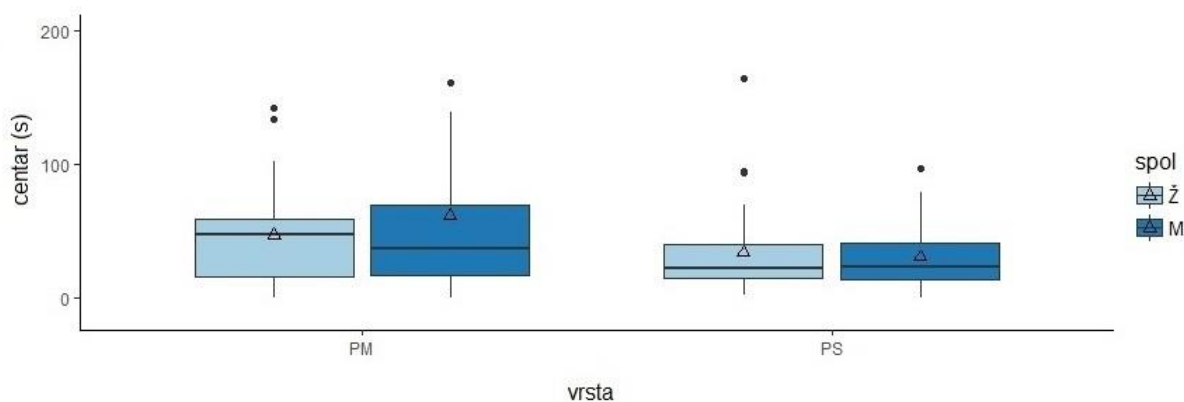
Slika 7. Grafički prikaz dobivenih rezultata za broj pokušaja bijega (varijabla „pokušaj bijega“). Kod ove varijable statistički značajno se razlikuju vrste, ali ne i spolovi. Na x osi prikazane su vrste te spolovi unutar vrsta (PM – *Podarcis melisellensis*, PS – *Podarcis siculus*, Ž – ženke, M – mužjaci). Svaka grupa sadrži 30 jedinki. Četverokut obuhvaća podatke od donjeg kvartila (donji rub) do gornjeg kvartila (gornji rub). Linija unutar četverokuta označava medijan dok trokut označava srednju vrijednost. Vertikalne linije ispod i iznad četverokuta (tzv. „whiskers“) pokazuju varijabilnost seta podataka izvan donjeg i gornjeg kvartila odnosno minimum i maksimum, bez ekstremnih vrijednosti. Ekstremne vrijednosti prikazane su točkama.



Slika 8. Grafički prikaz dobivenih rezultata za vrijeme koje je gušter proveo krećući se (varijabla „vrijeme kretanja“). Kod ove varijable statistički značajno se razlikuju vrste, ali ne i spolovi. Na x osi prikazane su vrste te spolovi unutar vrsta (PM – *Podarcis melisellensis*, PS – *Podarcis siculus*, Ž – ženke, M – mužjaci). Svaka grupa sadrži 30 jedinki. Četverokut obuhvaća podatke od donjeg kvartila (donji rub) do gornjeg kvartila (gornji rub). Linija unutar četverokuta označava medijan dok trokut označava srednju vrijednost. Vertikalne linije ispod i iznad četverokuta (tzv. „whiskers“) pokazuju varijabilnost seta podataka izvan donjeg i gornjeg kvartila odnosno minimum i maksimum, bez ekstremnih vrijednosti. Ekstremne vrijednosti prikazane su točkama.



Slika 9. Grafički prikaz dobivenih rezultata za udaljenost koju je gušter prešao (varijabla „udaljenost“). Kod ove varijable statistički značajno se razlikuju vrste, ali ne i spolovi. Na x osi prikazane su vrste te spolovi unutar vrsta (PM – *Podarcis melisellensis*, PS – *Podarcis siculus*, Ž – ženke, M – mužjaci). Svaka grupa sadrži 30 jedinki. Četverokut obuhvaća podatke od donjeg kvartila (donji rub) do gornjeg kvartila (gornji rub). Linija unutar četverokuta označava medijan dok trokut označava srednju vrijednost. Vertikalne linije ispod i iznad četverokuta (tzv. „whiskers“) pokazuju varijabilnost seta podataka izvan donjeg i gornjeg kvartila odnosno minimum i maksimum, bez ekstremnih vrijednosti. Ekstremne vrijednosti prikazane su točkama.



Slika 10. Grafički prikaz dobivenih rezultata za vrijeme koje je gušter proveo u centralnom dijelu otvorenog polja (varijabla „centar“). Kod ove varijable statistički značajno se razlikuju vrste, ali ne i spolovi. Na x osi prikazane su vrste te spolovi unutar vrsta (PM – *Podarcis melisellensis*, PS – *Podarcis siculus*, Ž – ženke, M – mužjaci). Svaka grupa sadrži 30 jedinki. Četverokut obuhvaća podatke od donjeg kvartila (donji rub) do gornjeg kvartila (gornji rub). Linija unutar četverokuta označava medijan dok trokut označava srednju vrijednost. Vertikalne linije ispod i iznad četverokuta (tzv. „whiskers“) pokazuju varijabilnost seta podataka izvan donjeg i gornjeg kvartila odnosno minimum i maksimum, bez ekstremnih vrijednosti. Ekstremne vrijednosti prikazane su točkama.

5. RASPRAVA

Istraživane su razlike u ponašanju primorske i krške gušterice u novom okruženju unutar određenih kategorija ponašanja tj. varijabli. Gušterice vrste *Podarcis siculus* i vrste *Podarcis melisellensis* razlikuju se u svim testiranim varijablama osim varijable „palucanje jezikom“. Statistički značajna razlika pronađena je u varijablama prijedene udaljenosti, količini kretanja, vremenu provedenom u centru odnosno periferiji te pokušajima bijega, između ove dvije vrste gušterica.

Unutar vrsta, u raznim aspektima osobnosti kao što su hrabrost i istraživačko ponašanje, često postoje razlike između spolova (Schuett i Dall 2005). Mužjaci su uglavnom hrabriji u potrazi za ženka za reprodukciju (Reaney i Backwell 2007) te sudjeluju u rizičnim ponašanjima koja ih izlažu većem riziku predacije (Cooper i Vitt 2002). S obzirom na različite uloge koje mužjaci i ženke imaju tijekom reprodukcije, ženke će se rjeđe izložiti rizičnom ponašanju (King i sur. 2013). Međutim, moji rezultati ne pokazuju razlike u ponašanju između ženki i mužjaka neovisno o vrsti, ni u jednoj od promatranih varijabli. Rezultati su kroz nekoliko varijabli pokazali da pronađene razlike u ponašanju ovise isključivo o vrsti.

Palucanje jezika je dio istraživačkog ponašanja i prisutnije je tijekom kretanja guštera (Greenberg 1985). Budući da nema statistički značajne razlike u varijabli „palucanje jezikom“ između primorske i krške gušterice, može se zaključiti da jedinke obje vrste primaju jednaku količinu informacija iz novog okruženja. Sukladno tome, budući da gušteri koriste jezik kao sastavni dio istraživanja (Greenberg 1985), ova varijabla ne pokazuje razlike u istraživačkom ponašanju ovih dvaju gušterica. Međutim, vrijednosti rezultata ostalih promatranih varijabli ukazuju na postojanje razlika u odgovoru na prikupljene informacije, povezanih s razinom istraživačkog ponašanja i hrabrosti gušterica.

Jedinke s većom razinom istraživačkog ponašanja često se karakterizira kao hrabrije jedinke. Takve jedinke nakon napada predatora brže napuštaju sklonište i nastavljaju s istraživačkom aktivnošću (Van Oers i sur. 2004). Osim toga prijeći će veći dio teritorija u potrazi za resursima i time potencijalno povećati svoju uspješnost u pribavljanju istih, ali ujedno i povećati rizik od predatora. Hrabrije jedinke manje su osjetljive na promjene u okruženju. One koriste informacije iz prethodnih iskustava kako bi donijele odluke zbog čega mogu brže reagirati.

Plašljivije jedinke prikupljaju informacije o trenutnim događanjima na temelju kojih imaju bolje, ali sporije reakcije (Nilsson i sur. 2014).

Primorska gušterica u odnosu na kršku guštericu prelazi veću udaljenost kada je izložena nepoznatim podražajima koje prima u novom okruženju. Primorska gušterica također provodi više vremena krećući se u odnosu na kršku guštericu. Imajući na umu povećane razine kretanja – utrošenog vremena i prijedene udaljenosti, možemo pretpostaviti da je primorska gušterica hrabrija te da ima veće razine istraživačkog ponašanja. Veća prijedena udaljenost u testu otvorenog polja može se interpretirati kao mogućnost da u prirodi istraži veći dio teritorija. Isto se može pretpostaviti i na temelju količine vremena koje utroši za kretanje.

Ovakvi rezultati daju naslutiti da je primorska gušterica manje neofobična u odnosu na kršku guštericu jer manje neofobične jedinke više vremena istražuju (Schaffer i sur. 2021). Istraživanje omogućava životinji stjecanje informacija o novom okolišu, što može imati adaptivnu vrijednost jer omogućava optimizaciju traganja za hranom i bijega od predatora (Belzung 1999). S obzirom da krška gušterica pokazuje veće razine neofobije, mogli bismo zaključiti da se manje izlaže riziku predacije što može biti adaptacija na predatorski pritisak, u slučaju visokog rizika predacije (Amo i sur. 2003). Međutim u slučaju niskog rizika predacije, neofobija postaje maladaptivna (Crane i Ferrari 2017). Kako bismo utvrdili (mal)adaptivnost neofobije kod krške gušterice, potrebna su nam dodatna saznanja o njenom staništu odnosno morali bismo izmjeriti razine predacije.

Bijeg je jedno od triju mogućih ponašanja koja se javljaju kao odgovor na predatorski pritisak. Životinja bježi ili se skriva u skloništu kako bi izbjegla napad predatora (Pellitteri-Rosa i sur. 2017). Primorska gušterica ima veći broj pokušaja bijega u odnosu na kršku guštericu. Učestalije bježanje primorske gušterice se može protumačiti kao veća reaktivnost (u odnosu na kršku guštericu) na potencijalno opasnu situaciju. Vrste imaju adaptivne modifikacije u odgovoru na predatorski pritisak odnosno imaju veći ili manji prag osjetljivosti na podražaj koji će izazvati reakciju bijega (Seghers 1974). Niži prag označava stanje visoke opreznosti i stresa koje zahtijeva veće energetske troškove te smanjuje vrijeme za druge aktivnosti (Schaffer i sur. 2021).

Pokušaji bijega mogu biti definirani i kao vertikalno kretanje. Kao takvi povezani su s istraživačkim ponašanjem i služe za prikupljanje informacija (Sturman i sur. 2018). Oslanjanjem na zidove arene, jedinka može biti izložena dodatnim vizualnim, olfaktornim i taktilnim

podražajima. To joj potencijalno omogućava prikupljanje dodatnih informacija na temelju kojih gradi dodatna saznanja o okruženju (Lever i sur. 2006).

Tijekom istraživanja novog okruženja, životinje tipično izbjegavaju otvorena područja ako su u nemogućnosti sakrivanja i bijega jer su ona povezana s većim rizikom, posebice od predatora (Aimon i sur. 2021). Spremnost jedinke da se upusti u rizično ponašanje se definira kao hrabrost. Hrabrost se u laboratorijskim uvjetima mjeri kao količina vremena koju jedinka provede u centru arene. U prirodi to vrijeme odgovara vremenu koju jedinka provodi udaljena od skloništa na otvorenom području gdje je izloženija napadu predatora (Yuen i sur. 2017). U odnosu na primorsku guštericu, krška gušterica više vremena provodi u centru arene otvorenog polja, na temelju čega bi se moglo zaključiti da je krška gušterica hrabrija. Međutim, hrabrije jedinke se više kreću (Spiegel i sur. 2016) što nije karakteristika krške gušterice. Zbog toga smanjeno kretanje može ukazivati na *freeze* reakciju na novo okruženje. Drugim riječima, strah koji je reakcija na nepoznate podražaje u novom okruženju rezultira smanjenim kretanjem jedinke. Zbog toga, jedinka koja je na početku snimanja stavljena u centar arene, provodi više vremena u centru arene. *Freeze* značajno smanjuje vrijeme koje krška gušterica može provesti istražujući. S druge strane, primorska gušterica provodi više vremena u perifernom dijelu otvorenog polja što ukazuje na veće razine istraživačkog ponašanja. Nova okruženja, poput arene testa otvorenog polja, utječu na vrijeme koje jedinka provodi u centru odnosno periferiji arene. Jedinke s većim razinama istraživačkog ponašanja brže napuštaju centar arene te više vremena provode u periferiji (Ahmad i Richardson, 2013).

Jedinke koje imaju veće razine istraživačkog ponašanja se prilagođavaju brže u odnosu na jedinke koje su manje istraživački nastrojene. Tomu je vjerojatno razlog bolja procjena rizika. Brža i bolja procjena rizika se temelji na većoj količini prikupljenih informacija od novog podražaja. Prikupljanje informacija je nužno kako bi jedinke prilagodile svoje ponašanje okolišu (Rodríguez-Prieto 2011).

Visoke razine hrabrosti i istraživačkog ponašanja te manje razine neofobije upućuju na veću vjerojatnost da jedinke napuste svoje stanište kako bi pronašle novo (Damas-Moreira i sur. 2019). Te karakteristike omogućavaju uspješnije iskorištavanje resursa u novom okruženju dajući prednost invazivnim vrstama u odnosu na native vrste jer je vjerojatnije da će se proširiti i biti uspješnije ne samo u traženju hrane već i partnera (Chapple i sur. 2012).

P. siculus ima veliku sposobnost rasprostranjenja, eurivalentna je vrsta, predator širokog spektra te ima visoku toleranciju prema ljudskoj aktivnosti (Jelić i sur. 2015). Općenito, vrste s ovim karakteristikama su invazivne vrste (Keller i sur. 2011). *P. siculus* je dominantna u interspecijskim odnosima s *P. melisellensis* koju potiskuje (Downes i Bauwens 2002), ali i u odnosu s drugim vrstama roda *Podarcis* (Capula i sur. 2002, Kraus 2009, Damas-Moreira i sur. 2019, Putman i sur. 2020). Damas-Moreira i sur. (2019) su istraživanjem otkrili da je *P. siculus* hrabrija, više istražuje i manje je neofobična od native *P. virescens*. Putman i sur. (2020.) su proveli istraživanje na tri invazivne vrste – *P. siculus*, *Anolis sagrei* i *A. carolinensis* te native vrste *Sceloporus occidentalis*. Istraživanje je pokazalo da invazivni gušteri nisu bili hrabriji od nativnih.

Treba pretpostaviti da je manja razina neofobije *P. siculus* u odnosu na *P. melisellensis*, samo jedan dio osobnosti te bi trebalo i druge uzeti u obzir kada je riječ o istraživačkom ponašanju *P. siculus* kao invazivne vrste radi objašnjavanja pitanja vezanih za ekološku funkciju ponašanja i njegovu evolucijsku vrijednost.

Karakteristike kao što su agresivnost, hrabrost i istraživačko ponašanje, mogu utjecati na preživljavanje reguliranjem frekvencije rizičnog ponašanja. Te karakteristike su direktno odgovorne za reprodukciju, preživljavanje te uspjeh u širenju, izbjegavanju predatora i zadržavanju teritorija (Nordberg i sur. 2021).

Ovo istraživanje je dobar model za proučavanje utjecaja različitih osobnosti na ponašanje blisko srodnih vrsta koje dijele stanište. Višednevnim snimanjem zaredom odnosno izlaganjem jedinki istom okruženju nekoliko puta, mogla bi se utvrditi razlika u habituaciji između ove dvije vrste. Analiza razlike u habituaciji primorske i krške gušterice bi pružila uvid u njihovu prilagodljivost. Razumijevanje ponašanja ovih dvaju vrsta može doprinijeti pronalasku rješenja za smanjenje ugroženosti te načinu konzervacije autohtone vrste *P. melisellensis* koja je u Hrvatskoj, kao vrsta od posebnog interesa, strogo zaštićena.

6. ZAKLJUČAK

Na temelju rezultata dobivenih istraživanjem ponašanja dviju vrsta gušterica – *Podarcis siculus* i *Podarcis melisellensis*, može se zaključiti sljedeće:

1. Postoje razlike u ponašanju između *P. siculus* i *P. melisellensis* u novom okruženju koje upućuju da je *P. siculus* manje neofobna i više istražuje
2. Ne postoje razlike u ponašanju u novom okruženju između spolova, i to unutar kao i između vrsta

S obzirom na dobivene rezultate, nije moguće zaključiti koja vrsta pokazuje veće razine hrabrosti.

7. LITERATURA

Ahmad, F., Richardson, M. K. (2013): Exploratory behaviour in the open field test adapted for larval zebrafish: impact of environmental complexity. *Behavioural processes* 92(1): 88-98.

Aimon, C., Lebigre, C., Le Bayon, N., Le Floch, S., Claireaux, G. (2021): Effects of dispersant treated oil upon exploratory behaviour in juvenile European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Ecotoxicology and Environmental Safety* 208(1): 111592.

Ajtić, R., Böhme, W., Lymberakis, P., Crnobrnja-Isailovic, J., Sindaco, R. (2009): *Podarcis melisellensis*. U: IUCN Red List of Threatened Species.

Altmann, S. A., Altmann, J. (2003): The transformation of behaviour field studies. *Animal Behaviour* 65(3): 413-423.

Amo, L., López, P., Martín, J. (2003): Risk level and thermal costs affect the choice of escape strategy and refuge use in the wall lizard, *Podarcis muralis*. *Copeia* 2003(4): 899-905.

Arnold, N. E., Arribas, O., Carranza, S. (2007): Systematics of the Palaearctic and Oriental lizard tribe Lacertini (Squamata: Lacertidae: Lacertinae), with descriptions of eight new genera. *Zootaxa* 1430: 1-86.

Baird, T. A., Hardy, I. C. W., Briffa, M. (2013): Lizards and other reptiles as model systems for the study of contest behaviour. U: Hardy, I. C., Briffa, M. (ur.) *Animal contests*. Cambridge University Press, str. 258-286.

Bekoff, M. (1995): Cognitive ethology and the explanation of nonhuman animal behavior. U: Meyer, J.A., Roitblat, H. L. (ur.) *Comparative Approaches to Cognitive Science*. MIT Press, Cambridge, str. 119-150.

Belzung, C. (1999): Measuring rodent exploratory behavior. U: Crusio, W.E., Gerlai, R.T. (ur.) *Handbook of Molecular-Genetic Techniques for Brain and Behavior Research*. Elsevier, str. 738-749.

Bijou, S. W. (1980): Exploratory behavior in infants and animals: A behavior analysis. *The psychological record* 30(4): 483-495.

Blažević, S. A., Glogoški, M., Nikolić, B., Hews, D. K., Lisičić, D., Hranilović, D. (2020): Differences in cautiousness between mainland and island *Podarcis siculus* populations are paralleled by differences in brain noradrenaline/adrenaline concentrations. *Physiology & Behavior* 224: 113072.

Brattstrom, B. H. (1974): The evolution of reptilian social behavior. *American Zoologist* 14(1): 35-49.

Brown, C., Jones, F., Braithwaite, V. (2005): In situ examination of boldness–shyness traits in the tropical poeciliid, *Brachyrhaphis episcopi*. *Animal Behaviour* 70(5): 1003-1009.

Brecko, J., Huyghe, K., Vanhooydonck, B., Herrel, A., Grbac, I., Van Damme, R. (2008): Functional and ecological relevance of intraspecific variation in body size and shape in the lizard *Podarcis melisellensis* (Lacertidae). *Biological Journal of the Linnean Society* 94(2): 251-264.

Brelih, S., Džukić, G. (1974): *Catalogus Faunae Jugoslaviae*. Academia Scientiarum et Artium Slovenica, Ljubljana

Capula, M., Luiselli, L., Bologna, M. A., Ceccarelli, A. (2002): The decline of the Aeolian wall lizard, *Podarcis raffonei*: causes and conservation proposals. *Oryx* 36(1): 66-72.

Carretero, M. A. (2008): An integrated assessment of a group with complex systematics: the Iberomaghrebian lizard genus *Podarcis* (Squamata, Lacertidae). *Integrative Zoology* 3(4): 247-266.

Chapple, D. G., Simmonds, S. M., Wong, B. B. (2012): Can behavioral and personality traits influence the success of unintentional species introductions?. *Trends in ecology & evolution*, 27(1): 57-64.

Cooper, W. E., Vitt, L. J. (2002): Increased predation risk while mate guarding as a cost of reproduction for male broad-headed skinks (*Eumeces laticeps*). *Acta ethologica* 5(1): 19-23.

Crane, A. L., Ferrari, M. C. (2017): Patterns of predator neophobia: a meta-analytic review. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 284(1861): 20170583.

Crnobrnja-Isailovic, J., Vogrin, M., Corti, C., Pérez Mellado, V., Sá-Sousa, P., Cheylan, M., Pleguezuelos, J., Sindaco, R., Romano, A., Avci, A. (2009): *Podarcis siculus*. U: IUCN Red List of Threatened Species.

Damas-Moreira, I., Riley, J. L., Harris, D. J., Whiting, M. J. (2019): Can behaviour explain invasion success? A comparison between sympatric invasive and native lizards. *Animal Behaviour* 151: 195-202.

Downes, S. i Bauwens, D. (2002): An experimental demonstration of direct behavioural interference in two Mediterranean lacertid lizard species. *Animal Behaviour* 63: 1037–1046.

Eibl-Eibesfeldt, I., Kramer, S. (1958): Ethology, the comparative study of animal behavior. *The Quarterly review of biology* 33(3): 181-211.

Fox, S.F, Mc Coy, J. K., Baird, T. A. (2003): Lizard social behavior. JHU Press, Baltimore.

Grano, M., Cattaneo, C., Cattaneo, A. (2011): A case of cannibalism in *Podarcis siculus campestris* De Betta, 1857 (Reptilia, Lacertidae). *Biodiversity Journal* 2(3): 151-152.

Graves, B. M., Halpern, M. (1990): Roles of vomeronasal organ chemoreception in tongue flicking, exploratory and feeding behaviour of the lizard, *Chalcides ocellatus*. *Animal Behaviour* 39(4): 692-698.

Grbac, I., Brnin, K. (2006): Habitat use of sympatric populations of *Podarcis sicula* and *P. melisellensis* on a small Adriatic island. *Periodicum Biologorum* 108(2): 177.

Greenberg, N. (1985): Exploratory behavior and stress in the lizard, *Anolis carolinensis*. *Zeitschrift für Tierpsychologie* 70(2): 89-102.

Greenberg, R. (1990): Feeding neophobia and ecological plasticity: a test of the hypothesis with captive sparrows. *Animal Behaviour* 39(2): 375-379.

Greenberg, N. (1993): Central and endocrine aspects of tongue-flicking and exploratory behavior in *Anolis carolinensis*. *Brain, behavior and evolution* 41(3-5): 210-218.

Gruen, M.E., Case, B.C., Foster, M.L., Lazarowski, L., Fish, R.E., Landsberg, G., DePuy, V., Dorman, D.C., Sherman, B.L. (2015): The use of an open-field model to assess sound-induced fear and anxiety-associated behaviors in Labrador retrievers. *Journal of Veterinary Behavior* 10(4): 338-345.

Gould T.D., Dao D.T., Kovacsics C.E. (2009): The Open Field Test. U: Gould T. (ur.) *Mood and Anxiety Related Phenotypes in Mice*. Humana Press, Totowa, str. 1-20.

Herrel, A., Huyghe, K., Vanhooydonck, B., Backeljau, T., Breugelmans, K., Grbac, I., Van Damme, R., Irschick, D. J. (2008): Rapid large-scale evolutionary divergence in morphology and performance associated with exploitation of a different dietary resource. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105(12): 4792-4795.

Huntingford, F. (1984): *The study of animal behaviour*. Chapman and Hall, London.

Immelmann, K. (1980): *Introduction to ethology*. Springer Science & Business Media, Boston.

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.

Jensen, M. B., Vestergaard, K. S., Krohn, C. C., Munksgaard, L. (1997): Effect of single versus group housing and space allowance on responses of calves during open-field tests. *Applied Animal Behaviour Science* 54(2-3): 109-121.

Johnstone, K. C., McArthur, C., Banks, P. B. (2021): Catch me if you can: personality drives technique-specific biases during live-capture trapping. *Wildlife Research* 48(8): 713-721.

Keller, R. P., Geist, J., Jeschke, J. M., Kühn, I. (2011): Invasive species in Europe: ecology, status, and policy. *Environmental Sciences Europe* 23(1): 1-17.

King, A. J., Fürtbauer, I., Mamuneas, D., James, C., Manica, A. (2013): Sex-differences and temporal consistency in stickleback fish boldness. PLoS One 8(12): e81116.

Koski, S. E. (2011): How to measure animal personality and why does it matter? Integrating the psychological and biological approaches to animal personality. U: Inoue-Murayama, M., Weiss, A. (ur.) From genes to animal behavior. Springer, Tokyo, str. 115-136.

Kraus, F. (2009): Impacts of alien reptiles and amphibians. Alien reptiles and amphibians a scientific compendium and analysis. Springer, Dordrecht, str. 57-93.

Lauš, B., Zadavec, 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.

Lever, C., Burton, S., O'Keefe, J. (2006): Rearing on hind legs, environmental novelty, and the hippocampal formation. Reviews in the Neurosciences 17(1-2): 111-134.

Mačát, Z., Veselý, M., Jablonski, D. (2015): New case of fruit eating observation in *Podarcis siculus* (Rafinesque-Schmaltz, 1810)(Lacertidae) from Croatia. Biharean Biologist 9(2): 158-159.

Manning, A., Dawkins, M. S. (1998): An introduction to animal behaviour. Cambridge University Press, Cambridge.

Maspons, J., Molowny-Horas, R., Sol, D. (2019): Behaviour, life history and persistence in novel environments. Philosophical Transactions of the Royal Society B 374(1781): 20180056.

Mc Reynolds, P. (1962): Exploratory behavior: A theoretical interpretation. Psychological Reports 11(2): 311-318.

Moreno, C. B., Muñoz-Delgado, J. (2007): An account on the history of ethology. Suma Psicológica 14(2): 213-224.

Nikolić, B., Josić, P., Burić, D., Tkalec, M., Lisičić, D., Blažević, S. A., Hranilović, D. (2019): Coexisting lacertid lizard species *Podarcis siculus* and *Podarcis melisellensis* differ in dopamine brain concentrations. Journal of Comparative Physiology A 205(4): 451-456.

Nilsson, J. Å., Brönmark, C., Hansson, L. A., Chapman, B. B. (2014): Individuality in movement: the role of animal personality. U: Hansson i sur. (ur.) Animal movement across scales. Oxford University Press, Oxford, str. 90-109.

Nordberg, E., Denny, R., Schwarzkopf, L. (2021): Testing measures of boldness and exploratory activity in native versus invasive species: geckos as a model system. *Animal Behaviour* 177(1): 215-222.

Oliverio, M., Bologna, M. A., Mariottini, P. (2008): Molecular biogeography of the Mediterranean lizards *Podarcis* Wagler, 1830 and *Teira* Gray, 1838 (Reptilia, Lacertidae). *Journal of Biogeography* 27(6): 1403-1420.

Pellitteri-Rosa, D., Bellati, A., Cocca, W., Gazzola, A., Martín, J., Fasola, M. (2017): Urbanization affects refuge use and habituation to predators in a polymorphic lizard. *Animal Behaviour* 123(1): 359-367.

Pinter-Wollman, N. (2009): Spatial behaviour of translocated African elephants (*Loxodonta africana*) in a novel environment: using behaviour to inform conservation actions. *Behaviour* 146(9): 1171-1192.

Podnar, M., Mayer, W., Tvrtković, N. (2005): Phylogeography of the Italian wall lizard, *Podarcis sicula*, as revealed by mitochondrial DNA sequences. *Molecular Ecology*, 14(2): 575-588.

Poulakakis, N., Lymberakis, P., Valakos, E., Zouros, E., Mylonas, M. (2005): Phylogenetic relationships and biogeography of *Podarcis* species from the Balkan Peninsula, by Bayesian and maximum likelihood analyses of mitochondrial DNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 37(3): 845-857.

Putman, B. J., Pauly, G. B., Blumstein, D. T. (2020): Urban invaders are not bold risk-takers: a study of 3 invasive lizards in Southern California. *Current zoology* 66(6): 657-665.

Ratner, S. C. (1975): Animal's defenses: Fighting in predator-prey relations. U: Pliner P., Krames L., Alloway T. (ur.) Nonverbal communication of aggression. Springer, Boston, str. 175-190.

Réale, D., Dingemanse, N. J. (2012): Animal personality. eLS.

Reaney, L. T., Backwell, P. R. (2007): Temporal constraints and female preference for burrow width in the fiddler crab, *Uca mjoebergi*. Behavioral Ecology and Sociobiology 61(10): 1515-1521.

Rodríguez-Prieto, I., Martín, J., 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.

Rugiero, L. (1994): Food habits of the Ruin Lizard, *Podarcis sicula* (Rafinesque-Schmaltz, 1810), from a coastal dune in Central Italy. Herpetozoa 7(1/2): 71-73.

Schaffer, A., Caicoya, A. L., Colell, M., Holland, R., von Fersen, L., Widdig, A., Amici, F. (2021): Neophobia in 10 ungulate species—a comparative approach. Behavioral Ecology and Sociobiology 75(7): 1-12.

Schuett, W., Dall, S. R. (2009): Sex differences, social context and personality in zebra finches, *Taeniopygia guttata*. Animal Behaviour 77(5): 1041-1050.

Seghers, B. H. (1974): Schooling behavior in the guppy (*Poecilia reticulata*): an evolutionary response to predation. Evolution 28(3): 486-489.

Senczuk, G., Havenstein, K., Milana, V., Ripa, C., De Simone, E., Tiedemann, R., Castiglia, R. (2018): Spotlight on islands: on the origin and diversification of an ancient lineage of the Italian wall lizard *Podarcis siculus* in the western Pontine Islands. Scientific reports 8(1): 1-12.

Sturman, O., Germain, P. L., Bohacek, J. (2018): Exploratory rearing: a context-and stress-sensitive behavior recorded in the open-field test. Stress 21(5): 443-452.

Thorpe, R. S. (1980): Microevolution and taxonomy of European reptiles with particular reference to the grass snake *Natrix natrix* and the wall lizards *Podarcis sicula* and *P. melisellensis*. Biological Journal of the Linnean Society 14(2): 215-233.

Tinbergen, N. (1972): Social Behaviour in Animals. Chapman & Hall, London.

- Yuen, C. H., Schoepf, I., Schradin, C., Pillay, N. (2017): Boldness: are open field and startle tests measuring the same personality trait?. *Animal Behaviour* 128: 143-151.
- Van Moorleghe, C., Huyghe, K., Van Damme, R. (2020): Chemosensory deficiency may render island-dwelling lizards more vulnerable to invasive predators. *Biological Journal of the Linnean Society* 129(1): 128-142.
- Van Oers, K., Drent, P. J., de Goede, P., van Noordwijk, A. J. (2004): Realized heritability and repeatability of risktaking behaviour in relation to avian personalities. *Proceedings of the Royal Society B* 271: 65–73.
- Verwajen, D., Van Damme, R., Herrel, A. (2002): Relationships between head size, bite force, prey handling efficiency and diet in two sympatric lacertid lizards. *Functional Ecology* 16(6): 842-850.
- Vitt, L. J., Caldwell, J. P. (2014): *Herpetology: an introductory biology of amphibians and reptiles*. Academic press.
- Walsh, R. N., Cummins, R. A. (1976): The open-field test: a critical review. *Psychological bulletin* 83(3): 482-504.
- Warren, E. W., Callaghan, S. (1975): Individual differences in response to an open field test by the guppy—*Poecilia reticulata* (Peters). *Journal of Fish Biology* 7(1): 105-113.
- Whitman, C. O. (1919): *The behavior of pigeons*. Publication of the Carnegie Institute, Washington.
- Zuffi, M. A., Giannelli, C. (2013): Trophic niche and feeding biology of the Italian wall lizard, *Podarcis siculus campestris* (De Betta, 1857) along western Mediterranean coast. *Acta Herpetologica* 8(1): 35-39.

8. PRILOZI

Popis priloga:

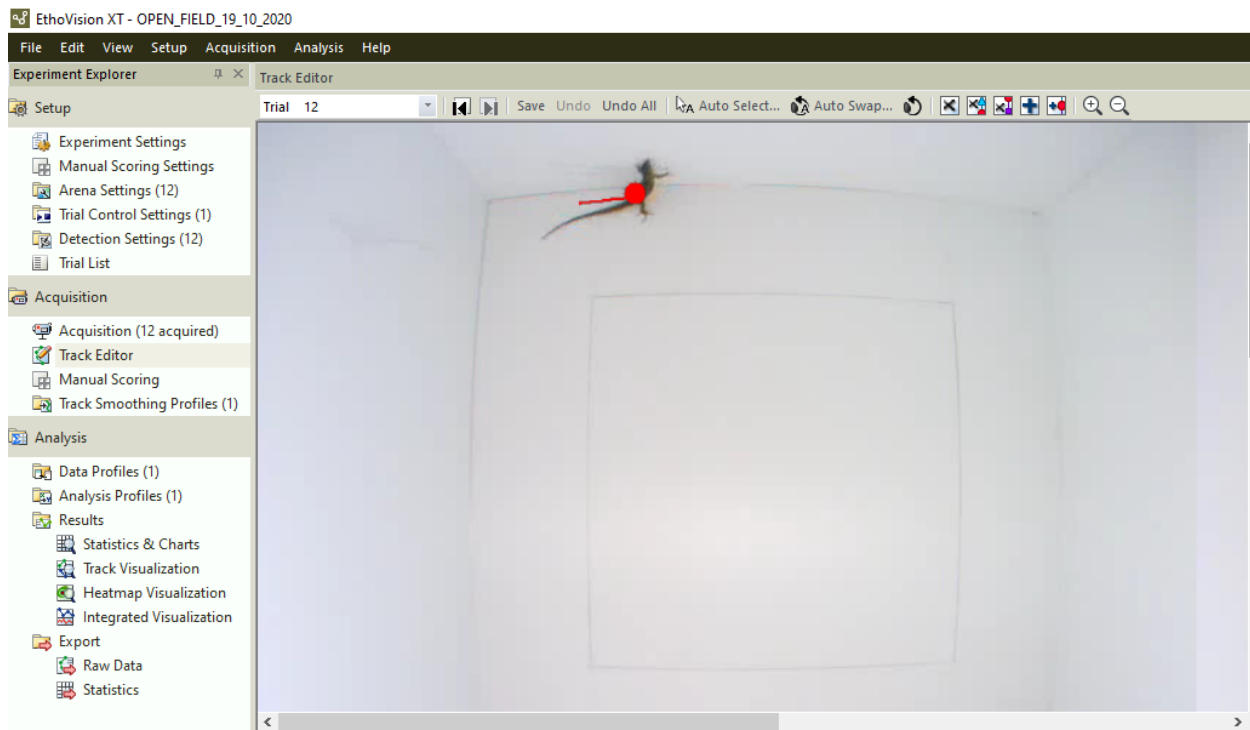
- Prilog I. Protokol palucanje jezikom i pokušaj bijega

Prilog I. Protokol palucanje jezikom i pokušaj bijega

Prije svega, potrebno je izmijeniti pogrešno zabilježene točke praćenja guštera. U *Track Editor*-u treba pregledati sve *Trial*-e i izmijeniti nepravilno zabilježene odnosno nezabilježene točke. Potom se snimke gledaju u program EthoVisionXT 15 u *Track Editor*-u i podatci se bilježe ručno. Ručno bilježenje je najbolja opcija s obzirom da se u *Manual scoring*-u ne može povećati (približiti) dovoljno da se palucanje jezikom vidi.

Pokušaj bijega

Pokušaj bijega je svaki slučaj u kojem je gušter prednjim nogama naslonjen na zid arene, odnosno svaki skok na jedan od četiri zida arene (Slika 1.). Minimalno vrijeme za trajanje jednog pokušaja bijega je 15 sekundi (s), ukoliko ponašanje traje duže vremena ono se bilježi svakih 15 s. Npr, ukoliko gušter ostane naslonjen na zid 38 s, brojimo to kao 3 pokušaja bijega (15 s + 15 s + 8 s).



Slika 1. Primjer pokušaja bijega

Palucanje jezikom

Palucanje jezikom je svako izbacivanje jezika guštera (Slika 2). Izbacivanje jezika je teže pratiti i bilježiti u odnosu na pokušaj bijega. S obzirom da ova radnja traje vrlo kratko, trebalo bi ju promatrati bez ikakvog ubrzanja (brzina 1x) kako bi bili sigurni da je sve točno zabilježeno. Ukoliko se gleda s ubrzanjem, postoji mogućnost da nećemo uočiti svaki slučaj palucanja jezikom.

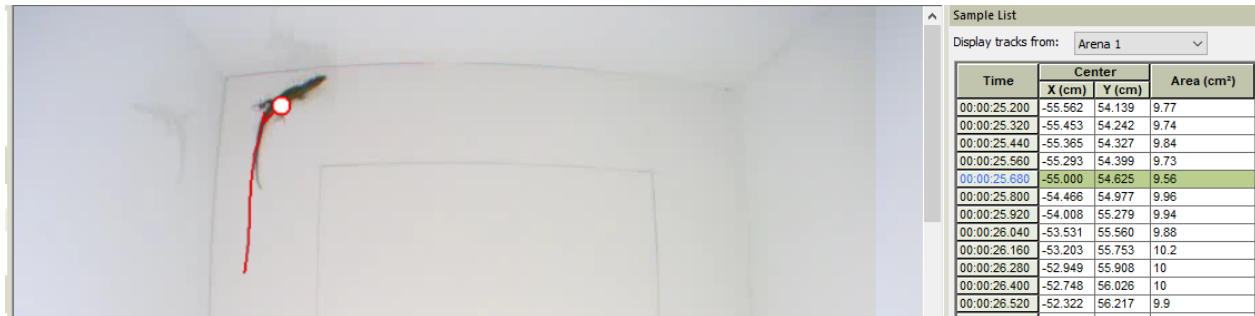
Snimke se mogu gledati ubrzano ako smatramo da se svako palucanje jezikom može uočiti. Gledanje usporenog videa također je mogućnost, pogotovo na početku dok nismo u potpunosti sigurni što jest, a što nije palucanje jezikom.

Trajanje jednog palucanja jezikom je toliko kratko da je vidimo samo u jednom kadru (eng. *frame*). Upravo je to indikator je li nešto palucanje jezikom ili ne. Ako traje duže (kroz nekoliko kadrova) onda to nije palucanje jezikom.

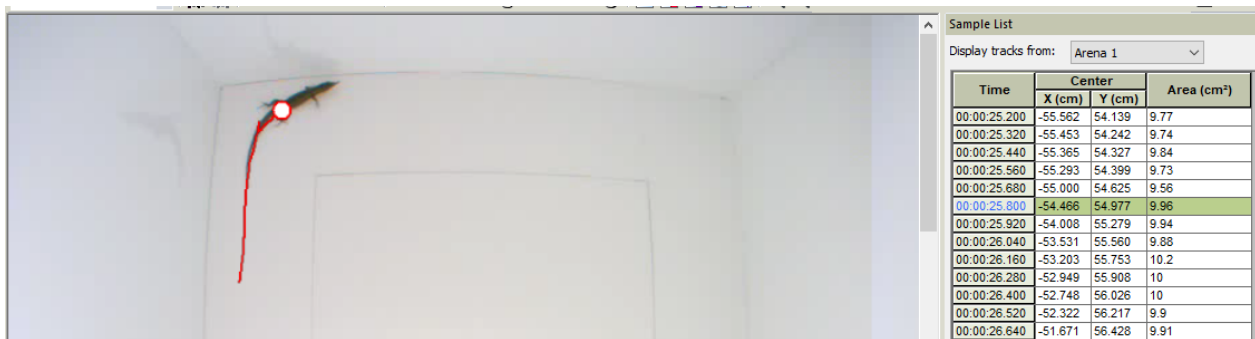


Slika 2. Primjer palucanja jezikom

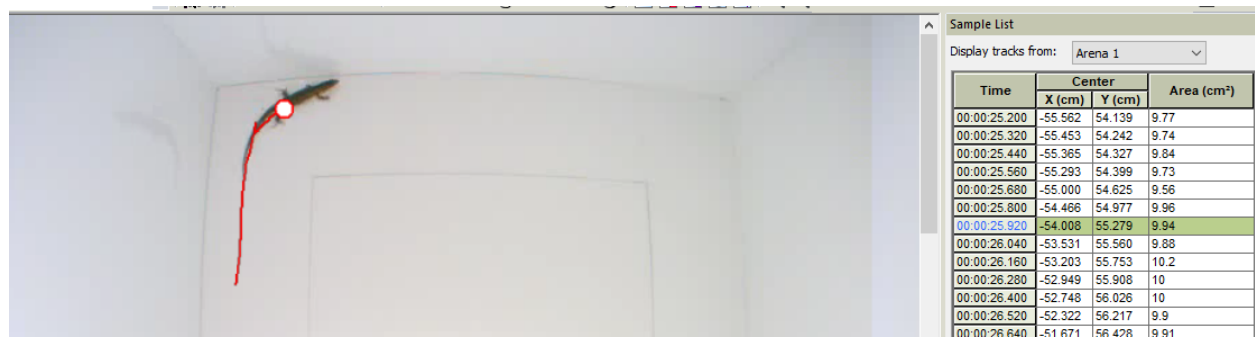
Iduće tri slike prikazuju tri kadra, a to su: kadar u kojem se događa palucanje jezikom (Slika 4.), kadar koji mu prethodi (Slika 3.) te kadar koji slijedi nakon njega (Slika 5.).



Slika 3. Prikaz guštera bez palucanja jezikom



Slika 4. Prikaz guštera s vidljivim palucanjem jezikom



Slika 5. Prikaz guštera bez palucanja jezikom

Primjer nečega što izgleda kao palucanje jezikom, ali to nije

Zbog kvalitete videa česte su situacije u kojima se nešto čini kao palucanje jezikom, ali zapravo nije. U tim situacijama moguće je primijetiti promjenu u području glave guštera koja bi mogla biti definirana kao palucanje jezikom. Međutim, kada se malo bolje promotri, može se uočiti da to nije slučaj.

U narednih nekoliko slika su prikazani zasebni kadrovi nečega što na prvu izgleda kao palucanje jezikom, ali ipak to nije. Kadar koji prethodi mogućem palucanju jezikom je prikazan na Slika 6., dok je kadar koji slijedi nakon mogućeg palucanja jezikom prikazan na Slika 12. Ovo „palucanje jezikom“ traje kroz pet kadrova (Slika 7., Slika 8., Slika 9., Slika 10. i Slika 11.) što nam govori da to zapravo nije palucanje jezikom.



Slika 6. Kadar prije „palucanje jezikom“



Slika 7. Kadar koji prikazuje „palucanje jezikom“



Slika 8. Kadar koji prikazuje „palucanje jezikom“



Slika 9. Kadar koji prikazuje „palucanje jezikom“



Slika 10. Kadar koji prikazuje „palucanje jezika“



Slika 11. Kadar koji prikazuje „palucanje jezikom“



Slika 12. Kadar nakon „palucanje jezikom“

Ručno bilježenje pokušaja bijega i palucanja jezikom

Tijekom gledanja videa potrebno je bilježiti pokušaje bijega i palucanje jezikom. Bilježi se učestalost jednog i drugog kroz 15 minuta. Najbrže je bilježiti navedeno na papir te naknadno prepisati sve zapise u Excel.

Primjer zapisa jednog videa

XIXIXIOIIIXIOIIIXXIXIXIXXIXIXIXIXIOIXXIIIOIXIIIIIOI
XIXI

gdje je X = palucanje jezika, O = pokušaj bijega, I = 30 sekundi

Prva oznaka „I“ označava 30 sekundi, druga oznaka „I“ označava jednu minutu, treća oznaka „I“ označava minutu i trideset sekundi itd. Na ovaj način bilježimo događaje kroz vrijeme.

Kada se bilježi palucanje jezikom, potrebno je bilježiti samo one slučajeve kada smo u potpunosti sigurni da je riječ o palucanju jezikom, a slučajevi u kojima nismo sigurni se ne uzimaju u obzir.

Zapis u Excel-u

U Excel se zapisuje broj palucanja jezika i pokušaja bijega kroz svakih 30 sekundi, kroz 15 minuta. Primjer tablice prikazan je na Slika 13.

#	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA
1	Vrijeme/min			0,5		1		1,5		2		2,5		3		3,5		4		4,5		5		5,5		6	
2	Datum	Trial	Arena	TF	EA	TF	EA	TF	EA	TF	EA	TF	EA	TF	EA	TF	EA	TF	EA	TF	EA	TF	EA	TF	EA	TF	EA
3	19.10.	1	1	3	1	1	3	1	0	0	2	2	0	2	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0
4	19.10.	1	2	2	1	1	3	1	0	0	2	4	1	1	3	0	3	3	4	0	2	0	0	1	3	2	
5	19.10.	1	3	2	1	3	1	1	0	4	0	2	1	2	0	1	0	0	0	0	1	2	0	2	0	3	
6	19.10.	1	4	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	2	2	0	3	2	0	1	1	0	2	2	0	
7	19.10.	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	6	3	5	2	2	0	3	0	2	1	1	0	0	1	0	
8	19.10.	2	2	2	0	0	1	0	1	0	1	0	0	2	0	3	0	3	0	2	0	0	1	0	0	2	
9	19.10.	2	3	10	11	2	5	3	5	1	4	0	7	2	1	2	0	0	9	0	4	0	2	1	5	0	
10	19.10.	2	4	2	1	2	0	2	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	2	0	2	
11	19.10.	3	1	1	1	2	1	2	1	0	1	2	1	1	1	2	3	1	0	2	0	0	2	0	0	0	
12	19.10.	3	2	0	2	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	
13	19.10.	3	3	3	0	0	1	1	1	1	0	1	1	2	0	2	0	2	1	1	1	0	1	0	3	0	
14	19.10.	3	4	2	0	1	0	5	0	3	0	1	1	3	1	2	0	2	3	0	1	0	0	4	0	0	
15	19.10.	4	1	2	3	2	2	1	1	0	1	2	1	2	1	0	2	1	2	0	0	3	2	0	3	0	
16	19.10.	4	2	0	1	1	4	3	1	2	2	1	1	0	1	3	2	0	0	0	1	2	3	0	0	3	
17	19.10.	4	3	3	2	1	1	1	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	1	3	0	2	2	0	0	1	
18	19.10.	4	4	2	0	3	0	1	1	1	0	3	0	1	1	2	0	3	1	0	0	2	0	0	0	0	
19	19.10.	5	1	5	0	7	0	5	0	2	0	4	1	1	0	2	0	5	0	3	0	2	0	1	1	0	
20	19.10.	5	2	1	1	3	0	0	0	2	1	1	1	1	1	3	1	0	0	1	1	1	2	0	1	1	

Slika 13. Primjer zapisa palucanja jezika i pokušaja bijega

9. ŽIVOTOPIS

Rođena sam 16. rujna 1997. godine u Požegi te sam 2012. godine završila Osnovnu školu „Mladost“ Jakšić. Po završetku srednjoškolskog obrazovanja u Gimnazija Požega, upisala sam preddiplomski studij Biologije na Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Sveučilišta u Zagrebu. Diplomski studij Eksperimentalne biologije, modul Zoologija sam upisala 2019. godine na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu u Zagrebu. Aktivno se služim engleskim jezikom.