

Pretraživanje prostora primorske (*Podarcis sicula*) i krške gušterice (*Podarcis melisellensis*) u testu otvorenog polja

Glojnarić, Ivana

Master's thesis / Diplomski rad

2017

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:217:083383>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-31**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno – matematički fakultet
Biološki odsjek

Ivana Glojnarić

Pretraživanje prostora primorske (*Podarcis
sacula*) i krške gušterice (*Podarcis melisellensis*) u
testu otvorenog polja Diplomski rad

Zagreb, 2017

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

Zahvaljujem mentoru doc. dr.sc. Duji Lisičiću i kolegi Marku Glogoškom za pomoć pri izradi ovog rada. Zahvaljujem obitelji i svim prijateljima koji su bili uz mene u lijepim i onim manje lijepim trenucima proživljenim za vrijeme studija i izrade ovog rada.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno-matematički fakultet

Biološki odsjek

Diplomski rad

Pretraživanje prostora primorske (*Podarcis sicula*) i krške gušterice (*Podarcis melisellensis*) u testu otvorenog polja

Ivana Glojnarčić

Rooseveltova trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Primorska gušterica, *Podarcis Sicula* i krška gušterica, *Podarcis melisellesis* su dvije vrste gušterica iz porodice Lacertidae. Kada ove dvije vrste dijele isto stanište, *P. sicula* nadjača *P. melisellesis* kao dominantna vrsta, što obično dovodi do istiskivanja *P. melisellesis*. U ovom diplomskom radu sam pokušavala utvrditi utječe li na to način na koji te dvije vrste pretražuju prostor u kojem žive. Da bi to uspjela uzela sam 14 jedinki svake vrste, 7 ženki i 7 mužjaka te ih podvrgnula testu otvorenog polja na kojem se nalazilo 9 kamena, a iza jednog od njih je bila hrana te pratila kako pretražuju prostor. Svaki pokus je trajao 10 min. Svaka jedinka je bila podvrgnuta istom pokusu 10 dana za redom. Parametri istraživanja su bili kretanje, smjelost i pretraživanje prostora s obzirom na hranu. Gledali smo razlike između vrsta, spola i dana izvođenja pokusa.

42 stranice, 20 slika, 3 tablice, 24 literaturna navoda, jezik izvornika: hrvatski jezik

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici

Ključne riječi: Pretraživanje prostora, *Podarcis sicula*, *Podarcis melisellesis*, test otvorenog polja

Voditelj: Dr. sc. Duje Lisičić, doc.

Ocjenitelji: Dr. sc. Duje Lisičić, doc

Dr. sc. Antun Alegro, izv. prof.

Dr. sc. Anamarija Štambuk, doc.

Zamjena: Dr. sc. Davor Zanella, izv. prof.

Rad prihvaćen 5. listopada 2017.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb

Faculty of Science

Division of Biology

Graduation Thesis

Exploratory activity in open field test of Italian wall lizard (*Podarcis sicula*) and Dalmatian lizard (*Podarcis melisellensis*)

Ivana Glojnaric

Rooseveltovej trg 6, 10000 Zagreb, Croatia

Italian wall lizard, *Podarcis sicula* and Dalmatian wall lizard, *Podarcis melisellensis* are two species from family Lacertidae. When these two species share the same habitat, *P. sicula* overpower *P. melisellensis* as the dominant competitor, which usually leads to the extinction of *P. melisellensis*. In this Graduation thesis I was trying to determine whether this is affected by their exploratory activity in the habitat they live in. In order to do so, I took 14 individuals of every species, 7 females and 7 males, subjected them to an open field test with 9 stones, and behind one of them there was food, and tracked how they explored the space. Each test lasted for 10 minutes. Each individual was subjected to the same test for 10 days in a row. The parameters of the study were movement, the boldness and the exploring of space according to food in it. I looked at the differences between species, sex, and day of the experiment.

42 pages, 20 figures, 3 tables, 24 references, original in: Croatian

Thesis deposited in the Central Biological Library

Key words: Spatial exploring, *Podarcis siculus*, *Podarcis melisellensis*, open field test

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

Reviewers: Dr. sc. Duje Lisičić, doc

Dr. sc. Antun Alegro, izv. prof.

Dr. sc. Anamarija Štambuk, doc.

Supstitute: Dr. sc. Davor Zanella, izv. prof.

Thesis accepted on 5th of October 2017

SADRŽAJ

1.	Uvod.....	1
1.1.	Općenito o porodici Lacertidae (gušterice)	1
1.1.1.	Primorska gušterica (<i>Podarcis siculus</i> Rafinesque 1810).....	1
1.1.2.	Krška gušterica (<i>Podarcis Melisellensis</i> Braun 1877)	3
1.1.3.	Gušterice kao modelni organizmi	4
1.2.	Kompeticijski odnosi	4
1.2.1.	Intra- i interspecijski odnosi.....	4
1.2.1.1.	Intraspecijska kompeticija	5
1.2.1.2.	Interspecijska kompeticija	5
1.2.2.	Kompetitivna isključivost	5
1.3.	Prethodna istraživanja ponašanja u kompetitivnim odnosima.....	6
2.	Ciljevi.....	7
3.	Materijali i metode	8
3.1.	Gušterice	8
3.1.1.	Primorska gušterica (<i>Podarcis siculus</i> Rafinesque 1810).....	8
3.1.2.	Krška gušterica (<i>Podarcis Melisellensis</i> Braun 1877)	8
3.2.	Održavanje gušterica u zatočeništvu i dinamika istraživanja	8
3.3.	Test otvorenog polja	10
3.4.	Izvedba pokusa	11
3.4.1.	Rezanje video snimki	12
3.4.2.	Program za obradu video snimki Noldus EthoVision XT 12.....	12
3.4.2.1.	Protokol rada u programu Noldus Ethovision XT 12	12
3.4.3.	Statistička analiza.....	15
4.	Rezultati	18
4.1.	Sveobuhvatna analiza	18
4.2.	Analiza pojedinih ponašanja.....	22
4.2.1.	Kretanje	22
4.2.1.1.	Brzina kretanja.....	22
4.2.1.2.	Prijeđena udaljenost.....	23

4.2.1.3. Gibanje.....	25
4.2.2. Smjelost.....	27
4.2.2.1. Latencija provirivanja njuškom	27
4.2.2.2. Latencija izlaska	29
4.3. Analiza zona sa hranom.....	30
5. Rasprava.....	35
6. Zaključak.....	39
7. Literatura	40
8. Životopis.....	42

1. UVOD

1.1. Općenito o porodici Lacertidae (gušterice)

Gmazovi su prvi pravi kopneni kralješnjaci jer im ni jedan životni stadij nije vezan uz vodu. Pojavljuju se prije oko 350 milijuna godina, u paleozoiku. Mnogo skupina gmazova je izumrlo. Živuću gmazovi se dijele na Archosauria (krokodili), Lepidosauria (ljuskaši i premosnici) i Testudines (kornjače) (Hutchins i sur., 2003b).

Ljuskaši (Squamata) se dijele na gušterice, zmijske i prstenaše. Oni su najbrojnija skupina živućih gmazova. Naseljavaju različita staništa, najčešće su terestričke i arborealne vrste, no zmijske mogu biti i semiakvatične (Hutchins i sur., 2003b).

Gušterice (Sauria) su morfološki vrlo varijabilne, ali na većini je glava jasno odvojena od tijela, a rep je duži od trupa. Imaju dva para nogu, koje su kod nekih vrsta djelomično ili potpuno zakržljale pa izgledom podsjećaju na zmijske (blavor i sljepić). Aktivne su danju, a noću se skrivaju u zaklonima. U hladnoj klimi ulaze u hibernaciju, a u toploj u estivaciju. Najčešće su insektivorne, ali mogu biti omnivorne, te vrlo rijetko i herbivorne. Otrovnih su dvije vrste bradavičara (Heloderma). Kada su ugrožene, mogu odbaciti rep (autotomija), koji kasnije mogu obnoviti jer imaju veliku sposobnost regeneracije. Poznato je oko 3500 vrsta (<http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=23870>; 01.09.2017; 19:45). Hrvatska je s obzirom na veličinu vrlo bogata guštericama. Razlikujemo 17 vrsta (Jelić i sur., 2012).

Porodica Lacertidae je najčešća porodica gušterica u Europi, veličine do 260 mm (veličina se mjeri od vrha njuške do kloake) i rep je često dulji od tijela. Žive terestrički, no ima i arborealnih vrsta. Hrane se insektima ili rjeđe sjemenkama (Vitt i Caldwell, 2013).

1.1.1. Primorska gušterica, (*Podarcis sicula* Rafinesque, 1810)

To je vrsta gušterice iz porodice Lacertidae. Gušterice su najčešće dugačke do 9 cm od vrha njuške do kloake. Ženke su manje od mužjaka. Obojenost može jako varirati, no najčešće je dorzalna strana zelenkasta do svijetlosmeđa, sa tamnijim ili svjetlijim linijama ili točkama. Ventralna strana je svijetla, najčešće bijela do sivkasta. Postoji spolni dimorfizam. Mužjaci su

veći, imaju duži rep i širu glavu nego ženke (Jelić i sur., 2012). Nalazi se do 2200 m nadmorske visine u travnatim područjima, na rubovima ceste, živicama, brijegovima, šumskim rubovima, plantažama, vinogradima, voćnjacima, livadama, parkovima, urbanim područjima i kamenim zidovima i zgradama. U sjevernom dijelu njene rasprostranjenosti uglavnom živi u obalnim područjima, a u južnom na antropogenim i devastiranim područjima. Rasprostranjena je kroz područje Italije, južno od Alpa, u južnoj Švicarskoj, na Korzici, od jugozapadne Slovenije, uzduž Jadranske obale, kroz zapadnu i južnu Hrvatsku, južnu Bosnu i Hercegovinu do Crne Gore. Kao izolirane populacije nalaze se u južnoj Francuskoj, Pirinejskom poluotoku, na Balearima, s obje strane Bospora i Tunisu (Arnolds, 2003). U Hrvatskoj je prisutna na obalnom kopnenom dijelu, mnogim otocima, a ima je i u Zagrebu. Vrlo je prilagodljiva te se brzo širi u područjima u koje je unesena (Jelić i sur., 2012) (slika 1).



Slika 1: Primorska gušterica, preuzeto s: <http://www.arvalis.hr/foto-fauna.html>

1.1.2. Krška gušterica (*Podarcis melisellensis*, Braun 1877)

To je vrsta gušterice iz porodice Lacertidae. Gušterice su najčešće velike do 6,5 cm od vrha njuške do kloake. Obojenost može jako varirati, no najčešće je dorzalna strana smeđa do zelenkasta sa ili bez uzdužnih tamnih ili svijetlih linija. Ventralna strana je svijetla, bijela, žuta ili narančasta i najčešće bez uzoraka (Jelić i sur., 2012). Nalaze se do 1400 m nadmorske visine, te obitavaju blizu šume, na pašnjacima i obraslim područjima. Može se naći na liticama, stijenama i kamenim zidovima. Rasprostranjena je na području Mediterana i submediterana od sjeveroistočne Italije, kroz jugozapadnu Sloveniju, Hrvatsku, Južnu Bosnu i Hercegovinu, južnu Crnu Goru do sjeverozapadne Albanije. U Hrvatskoj je rasprostranjena po mnogim otocima istočne obale Jadrana. Nalazi se dublje u kontinentu duž rijeka gdje je prisutan utjecaj mediteranske klime, npr. dolinom Neretve (Jelić i sur., 2012) (slika 2).



Slika 2: Krška gušterica, preuzeto s:

http://www.club100.net/species/P_melisellenisi/P_melisellensis.html

Kad se ove dvije vrste gušterica nađu na istom prostoru, primorska gušterica postane dominantni kompetitor, i to obično vodi do istiskivanja krške gušterice na tom području

(Downes i Bauwens, 2002). Mene je u ovom radu zanimalo postoje li obrasci ponašanja kod obje gušterice koji mogu jednim dijelom objasniti tu pojavu.

1.1.3. Gušterice kao modelni organizam

Gušterice *P. sicula* i *P. melisellensis* su jako dobri modelni organizmi za istraživati bihevioralni aspekt interspecijske kompeticije. Obje vrste imaju tipičan lacertidni oblik tijela i imaju mnoge morfološke sličnosti. Iako postoje varijacije u veličini, *P. sicula* je uglavnom veća od *P. melisellensis*, što se osobito može vidjeti kod mužjaka. Ove dvije vrste imaju slične ekološke karakteristike: obje vrste u širokom geografskom rasponu aktivno traže hranu na travnatim podlogama i obje se većinom hrane beskralježnjacima. Obje vrste preferiraju osunčana područja i tjelesnu temperaturu od 32-36 °C koju pokušavaju regulirati sunčajući se ili sklanjajući se u hlad na stijenama i kamenju. Obje vrste su poligamne i jako teritorijalne, te su sličnog socijalnog ponašanja te lagano stupaju u odnose sa drugim vrstama (Downes i Bauwens, 2002).

Gušterice su se potvrdile kao dobri modelni organizmi za proučavanje interspecijske kompeticije na jednom istraživanju o nekoliko vrsta roda *Anolis* gdje se pokazalo da je interspecijska kompeticija bila evolucijska sila koja je utjecala na rasprostranjenost guštera na Karibima (Leal i sur., 1998). Kompeticija je također utjecala i na demografiju suživota iguana (Dunham 1980). Pretpostavlja se kako je bihevioralni aspekt kompetitivne isključivosti faktor koji je uključen i u rasprostranjenost *P. sicula* na Mediteranu (Downes i Bauwens, 2002).

1.2. Kompeticijski odnosi

1.2.1. Intra- i interspecijski odnosi

Kada pričamo o kompeticiji, najvažniji pojam je niša. Niša je posebni oblik veze između organizma i njegovog fizičkog i biološkog okružja. Niše su multidimenzionalne, te uključuju širok spektar resursa koje okoliš može imati. Pri definiranju niše najbitnije su tri skupine parametara: raspon fizičkih čimbenika važnih za opstanak i reprodukciju (temperatura, vlažnost, PH, tlo, Sunčeva svjetlost), biološki čimbenici (predator, plijen, paraziti, kompetitori) i ponašanje (kretanje, socijalna organizacija, dnevni ritam).

Kompeticija je biološka interakcija između jedinki iste ili različite vrste koje dijele zajedničke resurse kojih ima manje nego je njima potrebno. Odnosno kompeticija se javlja kad je sposobnost okoliša za opskrbu resursa manja nego biološke potrebe tog sustava i dolazi do susretanja organizama (Zug, 1993).

1.2.1.1. Intraspecijska kompeticija

To je kompeticija koja nastaje kada se jedinke neke vrste bore za osnovne resurse s drugim jedinkama svoje vrste. Intraspecijska kompeticija se događa svaki puta kad populacija neke vrste postane pregusta. U takvim populacijama dolazi do samoprorjeđenja gdje manje uspješne jedinke umiru, a najkonkurentnije opstaju. U tom slučaju kompeticija je regulator veličine populacije, a može biti i selektivni čimbenik u evoluciji (Pough i sur., 2001).

1.2.1.2. Interspecijska kompeticija

Kad dvije ili više vrste dijele iste ograničene resurse, dolazi do kompeticije između vrsta. Ograničavajući čimbenik može biti hrana, hranjive tvari, prostor, partneri ili bilo što drugo za što je potražnja veća od dostupnosti. Kad je jedna vrsta bolji kompetitor, interspecijska kompeticija negativno utječe na ostale vrste na način da im se smanjuje veličina populacije i/ili stopa rasta, što opet utječe na populacijsku dinamiku dominantnog kompetitora.

Interspecijska kompeticija može imati velik utjecaj na evoluciju vrsta, strukturiranje zajednica (koje vrste mogu koegzistirati, a koje ne) i na rasprostranjenost vrsta. Obje kompeticije jače dolaze do izražaja kad je gustoća populacije veća (Zug, 1993).

1.2.2. Kompetitivna isključivost

Osnova interspecijske kompeticije je da jedinke neke vrste pretrpe gubitak u nekoj komponenti fitnesa (rast, fekunditet, stopa preživljavanja) uslijed interakcija sa jedinkama druge vrste. Kompetitivne interakcije mogu za posljedicu imati različito iskorištavanje

resursa ili direktni bihevioralni utjecaj, što na kraju utječe na područje rasprostranosti vrste. Vrsta koja je nadjačana promijeni svoje mikrostanište da bi minimalizirala interakcije sa dominantnom vrstom, te je time prisiljena koristiti manje pogodna staništa, što se naziva kompetitivna isključivost (Shoener, 1986).

1.3. Prethodna istraživanja ponašanja u kompetitivnim odnosima

Postoje prethodna istraživanja o ponašanju životinja u novom okruženju, u testu otvorenog polja (Holmes, 2000 i Carola, 2002), te o mjerenjima razine anksioznosti kod štakora (Ramos, 1997) i miševa (Lipkind, 2004). Također su napravljena i prethodna istraživanja koja potvrđuju postojanje kompeticije između vrsta, kao npr. istraživanja o demografskim karakteristikama (Dunham, 1980) i dijeljenju resursa (Connell, 1961). Jedno od takvih su proveli Downey i Bauwens (2002), koji su se u svom radu bavili problematikom interspecijske kompeticije između *P. sicula* i *P. melisellensis*. *Podarcis sicula* se proširila duž Jadranske obale, pri čemu dolazi do interspecijske kompeticije sa *Podarcis melisellensis*, te *Podarcis sicula* istiskuje *Podarcis melisellensis* kao dominantni kompetitor. Napravili su laboratorijske testove za potrebe istraživanja u kojem su te dvije vrste stavili u direktni kratki kontakt. Željeli su otkriti pojavljuje li se bihevioralna interferencija između ove dvije vrste i ima li za posljedicu nadjačavanje jedne vrste u odnosu na drugu. Pri tim kratkim susretima, *P. sicula* se pokazala kao vrsta koja je agresivnija, te bolje koristi termalna mikrostaništa nego *P. melisellensis*. Time se dokazalo da su direktne bihevioralne interakcije mehanička osnova kompetitivne isključivosti *P. melisellensis* od strane *P. sicula*. Radovančić (1965) je istraživao rasprostranjenost te dvije vrste duž Jadranske obale, te je ustanovio da je na brojnim malim otocima prisutna samo jedna vrsta, dok su područja na kojima dvije vrste koegzistiraju uvijek veći otoci na kojima te dvije vrste zauzimaju drugačiji tip staništa. Radovančić (1965) je pretpostavio da su na malim otocima smanjeni resursi te da je tamo *P. sicula* istisnula *P. melisellensis*, te je rezultatima istraživanja što ih je proveo na nekoliko malih otočića potvrdio postojanje kompetitivne isključivosti.

2. CILJEVI

Cilj ovog rada je istražiti i utvrditi različitosti u načinu pretraživanja prostora kod dvije vrste gušterica, *P. sicula* i *P. melisellensis*, koje žive na istom prostoru. Moja početna hipoteza je bila da između vrsta, između spolova te između dana izvođenja pokusa postoje razlike u brzini kretanja, prijeđenoj udaljenosti, vremenu provedenom u gibanju, vremenu provedenom u mirovanju, meandriranju, kutnoj brzini, latenciji provirivanja i latenciji izlaska, te vremenu provedenom u zoni sa hranom. Navedene razlike su moguće jedan od faktora koji utječe na prednost primorske gušterice kao dominantnog kompetitora prilikom kompeticije do koje dođe kad se nađu na istom prostoru.

3. MATERIJALI I METODE

3.1. Gušterice

3.1.1. Primorska gušterica (*Podarcis sicula*)

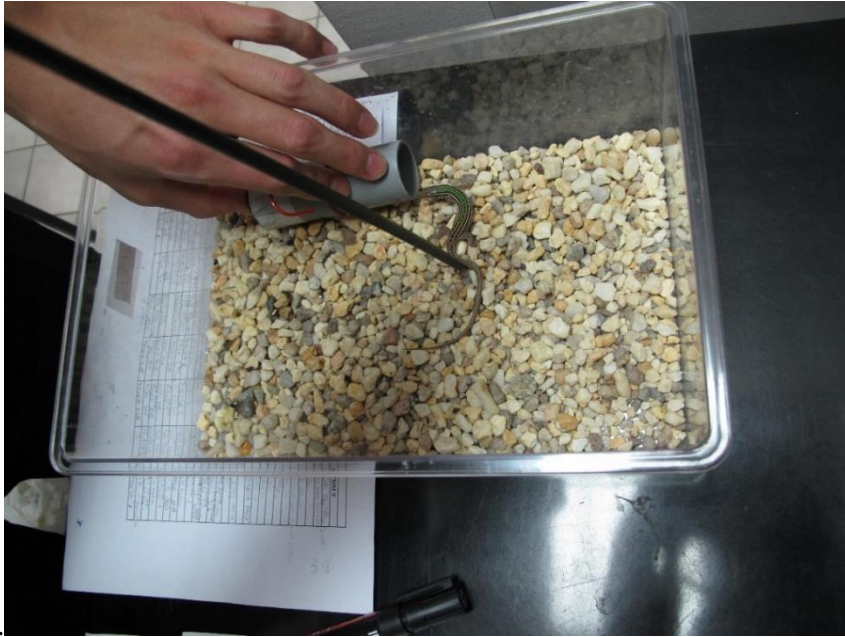
Za potrebe ovog istraživanja i prikupljeno je 28 životinja, 14 ženki i 14 mužjaka vrste *Podarcis sicula*, porodica Lacertidae, red ljuskaša, razred gmazovi, na Sinjskom polju u Hrvatskoj, sukladno dozvoli kategorije UP/I-612-07/16-48/142, no. 517-07-1-1-1-16-4.

3.1.2. Krška gušterica (*Podarcis melisellensis*)

Za potrebe ovog istraživanja prikupljeno je 28 životinja, 14 ženki i 14 mužjaka vrste *Podarcis melisellensis*, porodica Lacertidae, red ljuskaša, razred gmazovi, na Sinjskom polju u Hrvatskoj, sukladno dozvoli kategorije UP/I-612-07/16-48/142, no. 517-07-1-1-1-16-4

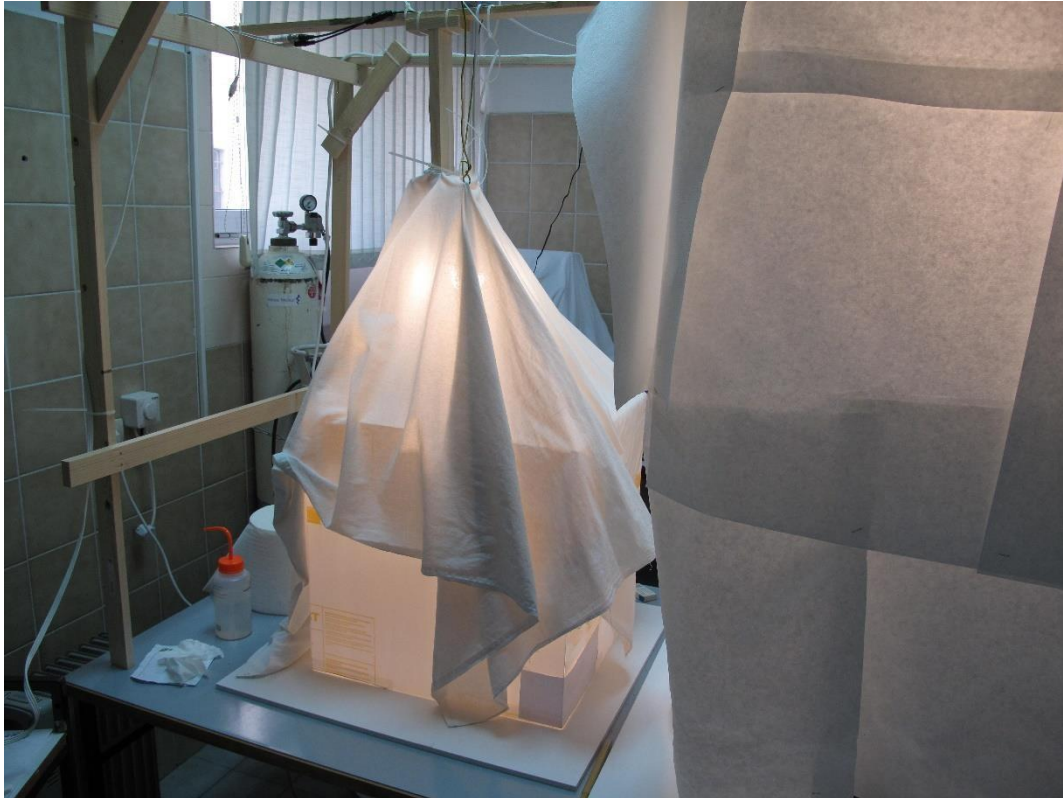
3.2. Održavanje gušterica u zatočeništvu i dinamika istraživanja

Gušterice su održavane na zavodu za animalnu fiziologiju Biološkog odsjeka u sobi opremljenoj klima uređajem. Svaka gušterica je bila u zasebnom plastičnom terariju, u kojem je imala plastičnu cijev koja joj je bila mjesto gdje se može sakriti, te je služila i za transport gušterice iz i u terarij (slika 3). Osvjetljenje je bilo sukladno vanjskom cirkadijskom ritmu, a temperatura je bila između 28 – 29°C danju, te 22°C noću. Pristup hrani i vodi je bio neograničen. Gušterice sam imenovala s obzirom na vrstu, spol i brojčanom oznakom od 114. Krške gušterice su bile imenovane PMF (*Podarcis melisellensis*, ženka) sa brojevima od 1 do 14 (PMF1 - PMF 14) i PMM (*Podarcis melisellensis*, mužjak), također brojevima od 1 do 14 (PMM1 - PMM14). Primorske gušterice su bile imenovane PSF (*Podarcis sicula*, ženka) sa brojevima od 1 do 14 (PSF1 - PSF 14) i PSM (*Podarcis sicula*, mužjak), također brojevima od 1 do 14 (PSM1 - PSM14).



Slika 3: Plastični terarij u kojem je držana individualno svaka gušterica, sa plastičnom cijevi

Svaki pokus je počeo tako da sam guštericu prenijela u njezinoj cijevi u testni teren (slika 5). Gušterica je nakon izlaska iz cijevi počela istraživati prostor u trajanju od 10 minuta, te bi je bambusovim štapom lagano usmjeravala natrag u cijev nakon što je prošlo 10 minuta od kako je stražnjim nogama zakoračila na testni teren. Nakon što je gušterica ušla u plastičnu cijev, zajedno sa njom sam ju vratila u testni teren. Cijeli je pokus, od trenutka kad sam guštericu u plastičnoj cijevi stavila u testni teren do trenutka kad sam ju sa istom cijevi uzela iz testnog terena i vratila u njezin terarij, bio sniman video kamerom (slika 4). Pokuse sam izvodila 10 dana u 4 navrata: prvi puta od 07.07.2016. do 18.07.2016., drugi puta od 22.07.2016. do 01.08.2016., treći puta od 08.09.2016. do 19.09.2016. te četvrti puta od 23.09.2016. do 04.10.2016.



Slika 4: Snimanje pokusa

3.3. Test otvorenog polja

Testni teren je bila kutija napravljena od pleksiglasa, dimenzija 50*50*50 cm. Na dnu kutije je bila označena mreža kvadratića 5*5 cm. U testnom terenu se nalazilo 9 kamena i plastična cijev kojom je gušterica bila prenesena iz svojeg terarija u kutiju (slika 5). Teren je bio podijeljen na 4 zone: zonu 1, zonu 2, zonu 3 i zonu 4. U zoni 1 su se nalazila tri kamena, označena kamen 1, kamen 2 i kamen 3. U zoni 2 su se nalazila dva kamena, označena kamen 4 i kamen 5. U zoni 3 su se nalazila dva kamena, označena kamen 6 i kamen 7. U zoni 4 su se nalazila dva kamena, označena kamen 8 i kamen 9 (slika 6). Hrana se uvijek nalazila u zoni 1, iza kamena 1 (slika 5).



Slika 5: Testni teren (kutija), plastična cijev i raspored kamenja u kutiji sa označenom hranom.

3.4. Izvedba pokusa

Svaku guštericu sam uzela iz njenog terarija u plastičnoj cijevi, te je u njoj prenijela u testni teren iznad kojeg je bila uključena kamera. Pokus je počeo u trenutku kad je cijev sa guštericom stavljena u kutiju, a ruka izvođača pokusa je izvan kutije. Svaki pokus je trajao 10 minuta od trenutka kad je gušterica stražnjim nogama izašla iz plastične cijevi. Nakon svakog pokusa sam kutiju prebrisala i dezinficirala. Tu proceduru sam ponovila sa svih 28 jedinki kroz 10 dana.

Podatke sam obrađivala u tri faze. U prvoj fazi sam video snimke rezala računalnim programom Solevig splitter. U drugoj fazi sam snimke izvedenih pokusa analizirala u računalnom programu Noldus Ethovision XT 12. To je program koji prati ponašanje životinje direktno tijekom izvođenja pokusa ili naknadno iz snimanih videa, što sam ja koristila. U trećoj fazi sam podatke dobivene u Noldus Ethovision XT 12 uredila u Microsoft Excel i na njima napravila statističku analizu u programu Statistica 13.

3.4.1. Rezanje video snimki

Video snimke pokusa sam rezala računalnim programom Solevig splitter na dva dijela zbog lakše analize u Ethovision programu. Prvi dio snimke sam izrezala od početka pokusa do vremena kad gušterica nađe hranu. Drugi dio sam rezala od vremena kad je gušterica prestala jesti pronađenu hranu i krenula opet u pretraživanje prostora do dijela kad je prošlo 10 minuta od kako je gušterica sa cijevi stavljena u testni teren, a ruka se maknula iz vidnog polja.

3.4.2. Program za obradu video snimki Noldus Ethovision XT 12

Noldus EthoVision XT 12 je računalni program koji služi za praćenje životinja, te analizira parametre koji mu se zadaju.

3.4.2.1. Protokol rada u programu Noldus Ethovision XT 12

Na početku rada se odabere hoće li se životinja pratiti direktno tijekom izvođenja pokusa ili iz video snimaka. Nakon toga se nudi izbornik na kojem se mogu izabrati postavke koje će biti odgovarajuće za zadani pokus. Za pokus koji sam izvodila za potrebe ovog diplomskog rada koristila sam niže navedeni protokol.

Protokol sam objasnila, ali i napisala korake na engleskom jeziku s obzirom da program radi na engleskom jeziku i većina pojmova je specifična za ovaj tip programa i izgubi značenje prevođenjem na hrvatski jezik. Protokol je slijedeći:

Na samom početku rada, na glavnom izborniku odabere se opcija novi pokus, rađen iz prethodno napravljene video snimke, te se odabere video snimka koja će se obrađivati.

(NEW EXPERIMENT- New from template- Apply predefined template- From video file- Browse)

Nakon što se odabere video snimka, izabere se da će se pratiti glodavci, skupina ostalo. Nakon toga se izabire tip terena na kojem se snimio eksperiment – izabere se otvoreno polje, kvadrat, bez definiranih zona. U ovom koraku se i definira da program prati središnju točku na tijelu životinje, te da je životinja u odnosu na podlogu tamnija. Na kraju se odabere da stopa uzorka (eng. sample rate) bude 2 uzorka po sekundi.

(EXPERIMENT SETTINGS: subject (rodents –other)- Arena template (open field square); Zone template (No zone template) - Track features: Centre point, Darker - Sample rate: 2 samples/sec – Finish)

U postavkama terena (eng. arena settings) odabere se ciljana video snimka, te se zaustavi i uzme sliku podloge terena (eng. grab video) u trenutku kad je cijev u terenu, a gušterica još u njoj. Na opciji crtanja kalibracijske skale (eng. draw scale to calibrate) označi se udaljenost od jednog do drugog zida testne kutije i upiše se stvarnu udaljenost između njih (50 cm). Na opciji crtanja podloge terena (eng. select shape and draw arena) se teren označi malo izvan rubova kutije, tako da kad se gušterica popne stražnjim nogama na zidove, i dalje ostane u području praćenja. Pod opcijom definiranja zona (eng. select shape and draw zones- optional), teren se sa opcijom slobodnog povlačenja linija (eng. create open polyline) podijeli na 4 trokuta. Trokut u kojemu se nalaze tri kamena, odnosno trokut u kojem se nalazi hrana je trokut koji se sa opcijom davanja naziva zonama (eng. add zone label) označi kao zona 1. U smjeru kazaljke na satu, trokut iza zone 1 se označi kao zona 2, zona 3 i zona 4. Kamenje se označava sa opcijom stvaranja elipse oko kamena (eng. create ellipse), te se numerira brojevima od 1 do 9, također opcijom davanja naziva zonama (eng. add zone label). U prvoj zoni, kamen iza kojeg se nalazi hrana ima oznaku kamen 1, te u smjeru kazaljke na satu kamenje iza njega ima oznaku kamen 2 i kamen 3. Kamenje u 2. zoni ima oznaku kamen 4 i kamen 5, u zoni 3 ima oznaku kamen 6 i kamen 7, a u zoni 4 ima oznaku kamen 8 i kamen 9. Također se podesi omjer slike (eng. adjust aspect ratio) na 640:360. Na kraju ovog koraka se sa opcijom valjanosti (eng. validate) provjeri jesu li sve oznake valjane (slika 6).

(ARENA SETTINGS: grab video- draw scale to calibrate (50 cm)- select shape and draw arena – select shape and draw zones (create open polyline- add zone label, create ellipse- add zone label)- adjust aspect ratio (640:360)- validate)

U detekcijskim postavkama (eng. detection settings) se video snimka ubrza do dijela kad gušterica izađe iz cijevi i tijelom ne dodiruje ni jedan drugi predmet te se na tom dijelu video snimka zaustavi i gušterica se označi kao predmet praćenja. Nakon toga se otvore napredne postavke, guštericu se prati i očitavaju se podaci o njezinoj veličini u pikselima (eng. subject size), koliko je svijetla ili tamna u odnosu na podlogu (eng. frame weight, dark) te se te postavke podešavaju ukoliko program izgubi guštericu kao predmet praćenja. (DETECTION SETTINGS: automated setup (ubrzati video snimku do dijela gdje je gušterica na čistoj

podlozi i označiti je)- advanced (podesiti frame weight, dark i subject size ukoliko program prestane pratiti guštericu))

Na listu snimaka (eng. trail list) se dodaju sve video snimke, doda se kolona u koju se unese oznaka za svaku pojedinačnu guštericu, te se za svaku pojedinu guštericu odaberu odgovarajuće postavke podloge terena i postavke detekcije

(TRIAL LIST: add video (sve obrađivane video snimke)- add variable (oznaka za svaku pojedinu guštericu)- -add arena settings- add detection settings)

Na postavkama za snimanje (eng. acquisition) se video snimka ubrza do vremena kad gušterica sa stražnjim nogama napusti cijevi, te se u tom trenu pritisne rec, te se video snimka pusti do kraja. U ovom koraku program obrađuje video snimku te se u narednim koracima uzimaju podaci dobiveni ovom obradom.

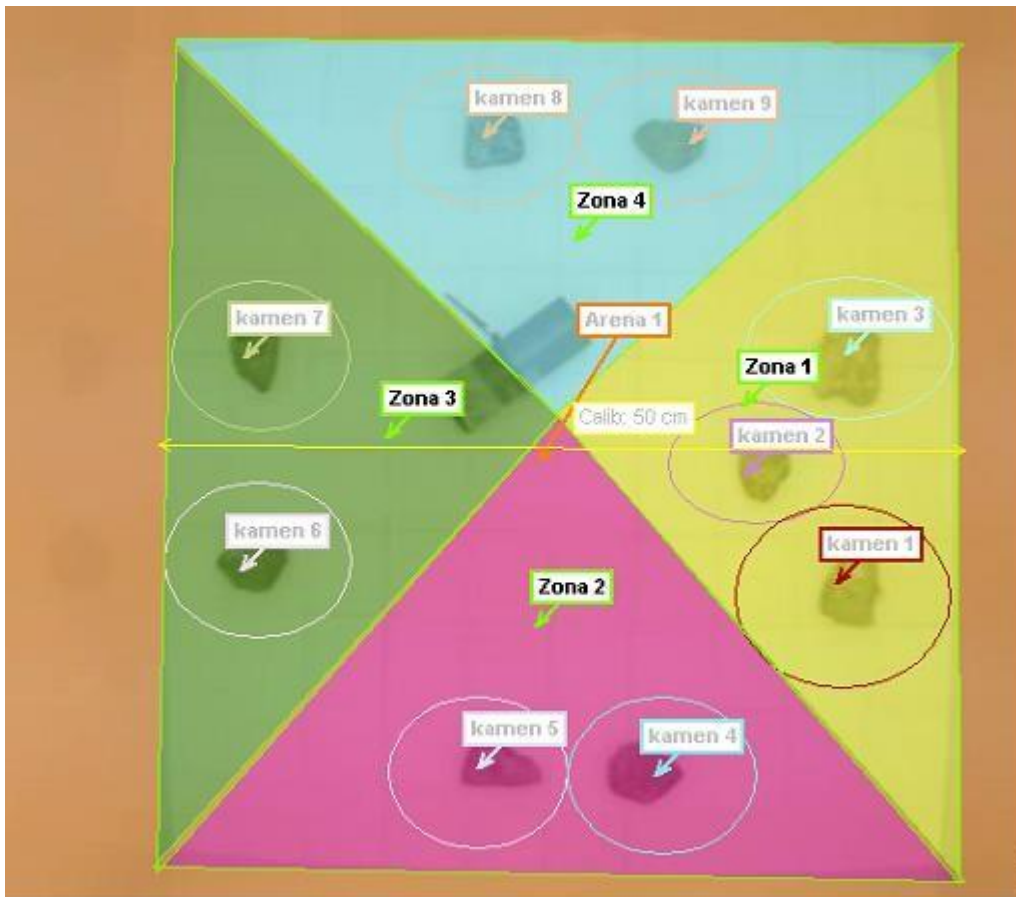
Izborom opcije analitički profili (eng. analysis profiles) se odabiru zavisne varijable- srednja brzina kretanja, prijeđena udaljenost, vrijeme provedeno u gibanju, vrijeme provedeno u mirovanju, srednje meandriranje, kutna brzina, vrijeme provedeno u zoni 1, zoni 2, zoni 3 i zoni 4 (tablica 1).

(ANALYSIS- analysis profiles- (odabir svih zavisnih varijabli))

Izborom opcije rezultati izračunaju se traženi podaci.

(RESULTS – statistic &charts – calculate)

Nakon toga se sa opcijom prenošenja (eng. export) podaci prebacuju u Excel tablicu.



Slika 6: Prikaz kvadranata i rasporeda kamenja u testnoj kutiji. Napravljeno u Ethovision programu.

3.4.3. Statistička analiza

Podatke dobivene iz Ethovision programa nakon obrade video snimki sam prebacila radi lakšeg baratanja i uređivanju u Microsoft Excel. Za statističku analizu sam koristila računalni program Statistica 13.1. da bi dobila statistički značajne odnose između nezavisnih varijabli. Nezavisne varijable su bile vrsta, spol i dani izvođenja pokusa (ukupno 10 dana).

U prvom poglavlju nazvano sveobuhvatna analiza analizirala sam sva testirana ponašanja zajedno u svrhu da se pokaže kako se ona mijenjaju s obzirom na vrstu, spol i dane izvođenja pokusa. Parametri koje sam testirala su podijeljeni u 2 kategorije: kretanje (srednja brzina kretanja, prijeđena udaljenost, vrijeme provedeno u gibanju, vrijeme provedeno u mirovanju, kutna brzina, meandriranje) i smjelost (latencija provirivanja njuškom i latencija izlaska) (tablica 1).

U drugom poglavlju nazvano analiza zona sa hranom analizirala sam samo vremena provedena u četiri zone, od kojih jedna uvijek sadrži hranu. Cilj mi je bio vidjeti koliko prisutnost hrane ima utjecaj na pretraživanje prostora.

Za analize u oba poglavlja koristila sam statističku metodu analiza varijanci ponovljenih mjerenja (Repeated measure ANOVA). Tu metodu sam izabrala jer prati svaku jedinku kroz 10 dana ponavljanih pokusa te pokazuje odnose između svih ponašanja s obzirom na vrstu, spol i dane izvođenja pokusa. Također sam koristila i Factorial ANOVA-u za slikovni prikaz vrijednosti dobivenih iz analiza, odnosno za grafove pojedinih ponašanja. Interval pouzdanosti je u svim analizama 95%. Svi podaci su prije obrade statističkom metodom logaritmirani.

Značajni rezultati su u tablicama označeni **bold** funkcijom.

Tablica 1: Sva testirana ponašanja (zavisne varijable), njihove kategorije i opis

kategorija	Zavisna varijabla	opis
Kretanje	Srednja brzina kretanja (cm/s)	Srednja brzina kojom se gušterica kreće za vrijeme trajanja pokusa
	Prijeđena udaljenost(cm)	Udaljenost koju gušterica prijeđe za vrijeme trajanja pokusa
	Vrijeme provedeno u gibanju (s)	Vrijeme koje gušterica provede u pokretnom stanju za vrijeme trajanja pokusa
	Vrijeme provedeno u Vrijeme koje gušterica mirovanju (s)	provede u potpuno nepokretnom stanju
	Srednje meandriranje (deg/cm)	Količina vijuganja, kretanja u smjeru slova S koje gušterica napravi za vrijeme trajanja pokusa
	Kutna brzina (deg/s)	Brzina kojom gušterica mijenja kutove i smjer prilikom skretanja po terenu za vrijeme trajanja pokusa.

Smjelost	Latencija provirivanja (s)	Vrijeme do kad gušterica prvi put njuškom ne proviri iz tube
	Latencija izlaska (s)	Vrijeme do kad gušterica ne izađe iz tube u području kloake.
Zone	Vrijeme provedeno u zoni 1	Vrijeme koje gušterica provede u Zoni 1, gdje je hrana za vrijeme trajanja pokusa
	Vrijeme provedeno u zoni 2	Vrijeme koje gušterica provede u Zoni 2, koja je iza Zone 1 u smjeru kazaljke na satu za vrijeme trajanja pokusa
	Vrijeme provedeno u zoni 3	Vrijeme koje gušterica provede u Zoni 3, koja je nasuprot zone 1 za vrijeme trajanja pokusa
	Vrijeme provedeno u zoni 4	Vrijeme koje gušterica provede u Zoni 4, koja je iza zone 1 u smjeru kazaljke na satu za vrijeme trajanja pokusa

4. REZULTATI

4.1. Sveobuhvatna analiza

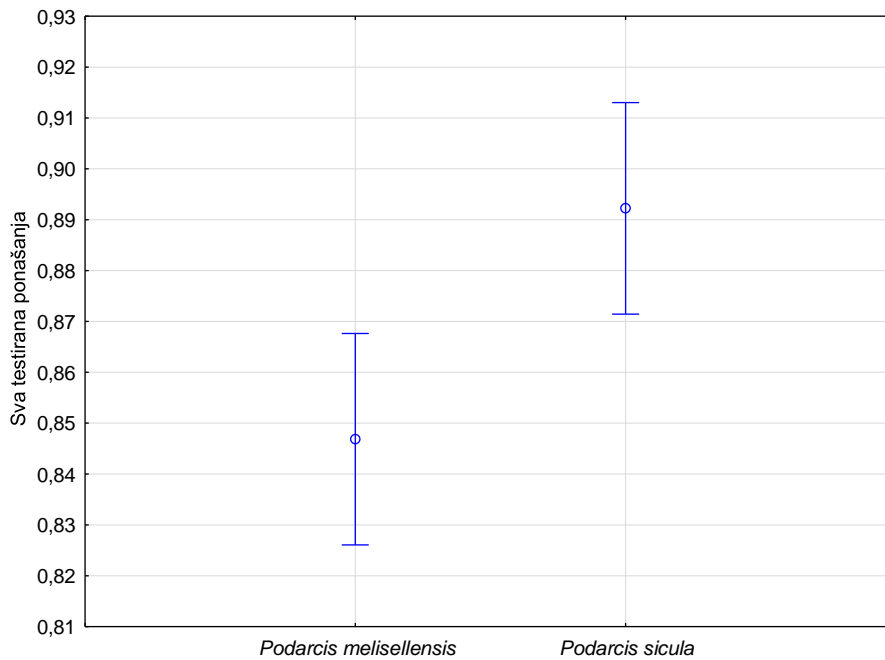
U ovom poglavlju sam pod zavisne varijable uključila sva ponašanja zajedno. Analiza pokazuje razlike između vrsta, spola i dana (tablica 2, slika 7, slika 8, slika 9).

Tablica 2: Rezultati analize svih ponašanja, dobiveni Repeated measure ANOVA statističkom metodom (statistički značajni rezultati su označeni **bold** funkcijom)

	Stupanj slobode	F	P
Vrsta	1	9,59	>0,01
Spol	1	4,17	0,04
Vrsta*Spol	1	2,12	0,15
Dani	9	4,01	>0,01
Dani*Vrsta	9	7,41	>0,0001
Dani*Spol	9	0,53	0,85
Dani*Vrsta*Spol	9	0,68	0,72
Ponašanja	11	3578,27	>0,0001
Ponašanja * Vrsta	11	5,85	>0,0001
Ponašanja * Spol	11	2,93	>0,01
Ponašanja * Vrsta * Spol	11	1,50	0,13
Dani * Ponašanja	99	6,07	>0,0001
Dani * Ponašanja * Vrsta	99	4,43	>0,0001
Dani * Ponašanja * Spol	99	1,09	0,26
Dani * Ponašanja * Vrsta * Spol	99	0,87	0,82

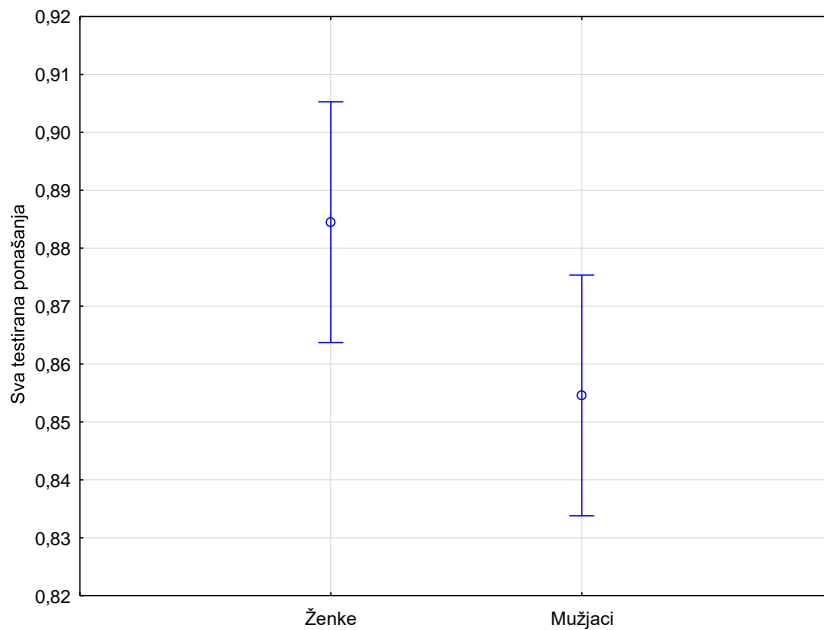
Tablica 2 pokazuje da postoji značajna razlika između vrsta, spola i dana izvođenja pokusa. Značajno se razlikuje i način na koji se testirana ponašanja mijenjaju kroz svaki od 10 dana provođenja pokusa. Postoji značajna razlika i između testiranih ponašanja međusobno. Način na koji se sva ponašanja zajedno mijenjaju s obzirom na vrstu, s obzirom na spol i s obzirom na zasebno svaki od 10 dana izvođenja pokusa također pokazuju značajnu razliku, kao i način na koji vrste mijenjaju svoja ponašanja kroz zasebno svaki od 10 dana izvođenja pokusa s obzirom na spol. Ono za što tablica ne pokazuje značajnu razliku je razlika između vrsta i

spola u odnosu na dane izvođenja pokusa. Ne pokazuje značajnu razliku u načinu kako se kroz 10 dana mijenjaju vrijednosti svih ponašanja zajedno s obzirom na spol, kako se kroz 10 dana mijenjaju vrijednosti svih ponašanja zajedno između vrsta s obzirom na spol, kako se sva ponašanja mijenjaju između vrsta s obzirom na spol, kako se kroz 10 dana mijenjaju sva ponašanja sa obzirom na spol, te s obzirom na spol i vrstu.



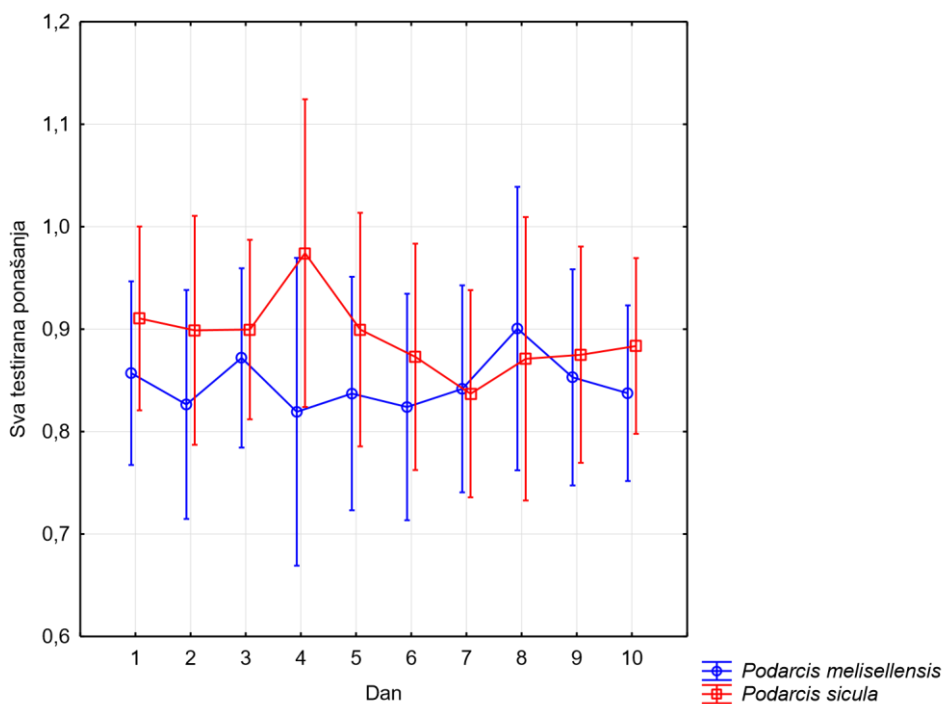
Slika 7: Sva testirana ponašanja zajedno za svaku istraživanu vrstu bez obzira na spol i dane izvođenja pokusa. Vertikalne vrijednosti označavaju intervale pouzdanosti od 95%.

Usporedivši kod obje vrste sve zavisne varijable zajedno, vidljivo je da *P. sicula* pokazuje značajno višu vrijednost nego *P. melisellensis*, odnosno da se sva testirana ponašanja zajedno bitno razlikuju između *P. sicula* i *P. melisellensis* (tablica 2, slika 7).



Slika 8: Sva testirana ponašanja zajedno za svaki spol posebno bez obzira na vrste i dane izvođenja pokusa. Vertikalne vrijednosti označavaju intervale pouzdanosti od 95%.

Usporedivši kod oba spola sve zavisne varijable zajedno, vidljivo je da ženke pokazuju značajno višu vrijednost nego mužjaci, odnosno da se sva testirana ponašanja zajedno bitno razlikuju između mužjaka i ženki (tablica 2, slika 8).



Slika 9: Sva testirana ponašanja zajedno s obzirom na obje vrste bez obzira na spol kroz 10 dana izvođenja pokusa. Vertikalne vrijednosti označavaju intervale pouzdanosti od 95%.

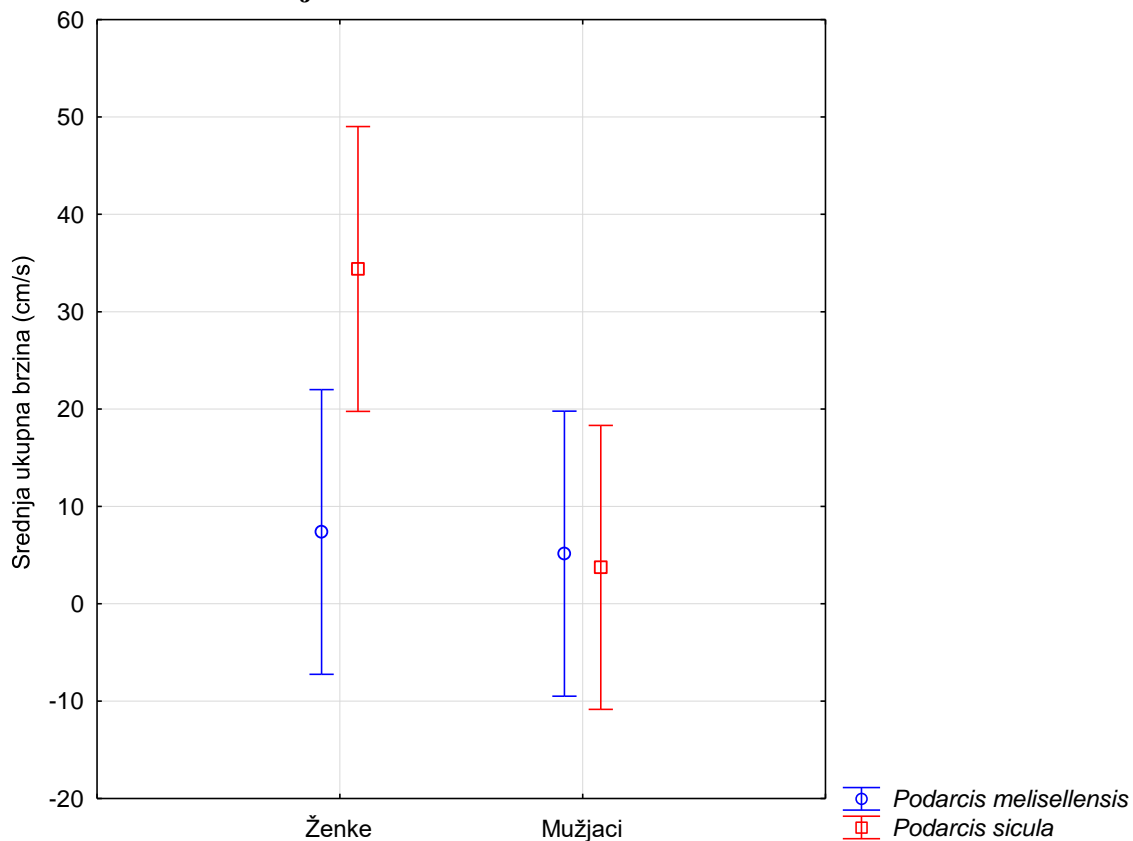
Uzevši sve parametre zajedno u obzir i analizirajući ih kroz 10 dana izvođenja pokusa, vidljivo je da *P. sicula* i *P. melisellensis* kroz 10 dana izvođenja pokusa značajno različito očituju svoja ponašanja. Graf pokazuje da se kod *Podarcis sicula* vrijednosti svih parametara zajedno razlikuju od dana do dana, no generalno te vrijednosti pokazuju lagani pad prema kraju izvođenja pokusa. Kod *P. melisellensis* je također vidljivo da se vrijednosti svih parametara zajedno razlikuju od dana do dana, no generalno te vrijednosti zadržavaju podjednaki trend kroz sve dane izvođenja pokusa (tablica 2, slika 9).

4.2. Analiza pojedinih ponašanja

4.2.1. Kretanje

U ovoj kategoriji se nalazi 6 testiranih ponašanja: brzina kretanja, prijeđena udaljenost, vrijeme provedeno u pokretnom stanju, vrijeme provedeno u nepokretnom stanju, meandriranje i kutna brzina

4.2.1.1. Brzina kretanja

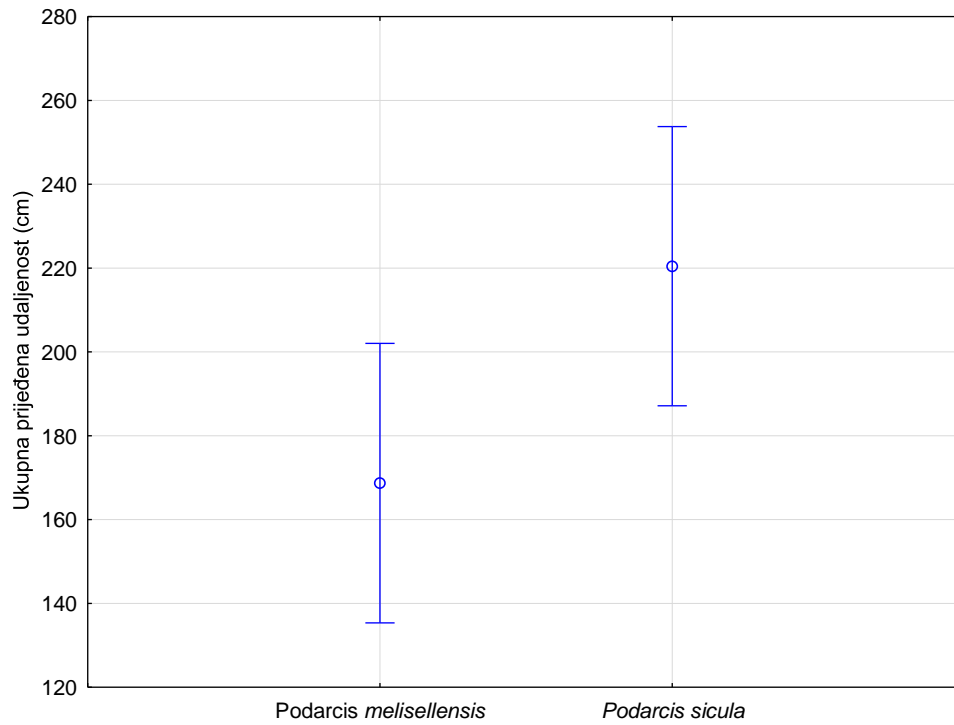


Slika 10: Srednja ukupna brzina kretanja za svaki spol posebno s obzirom na vrstu, bez obzira na dane izvođenja pokusa. Vertikalne vrijednosti označavaju intervale pouzdanosti od 95%.

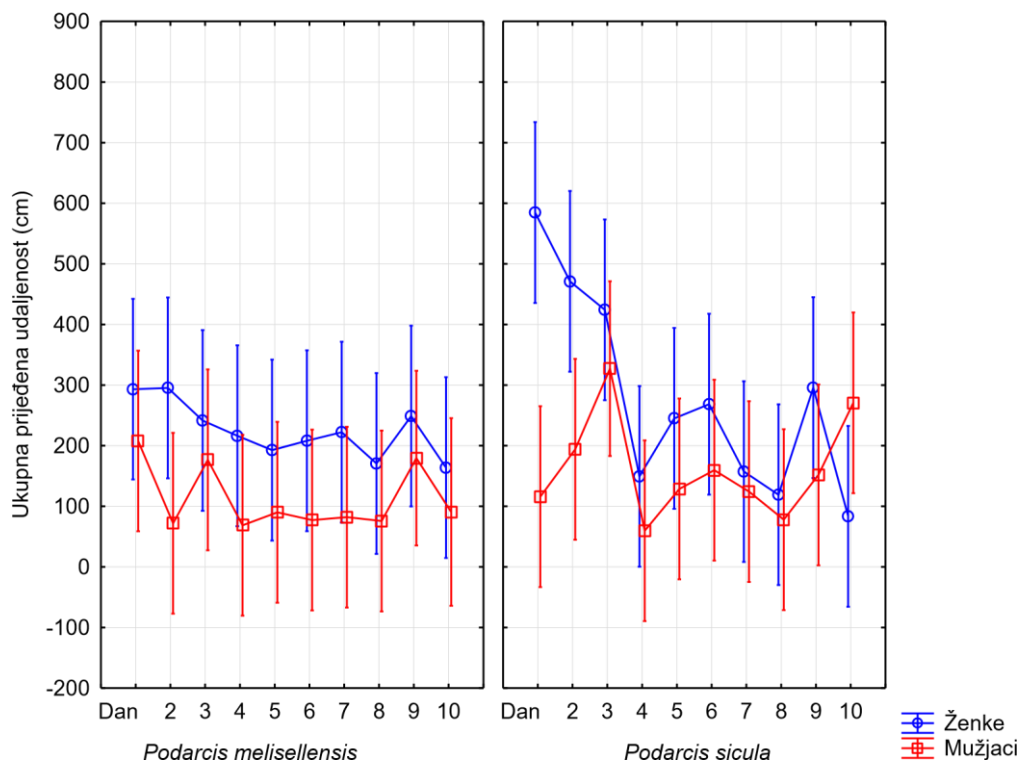
Iz grafa na slici 10 je vidljivo da je srednja ukupna brzina kojom se gušterice kreću kroz sve dane izvođenja pokusa veća kod *Podarcis sicula* nego kod *Podarcis melisellensis*. Također je vidljivo da se ženke kreću brže nego mužjaci kod obje

vrste, te da je razlika u brzini između spolova veća kod *Podarcis sicula* nego kod *Podarcis melisellensis*.

4.2.1.2. Prijedena udaljenost ž



Slika 11: Ukupna prijeđena udaljenost gušterice za svaku vrstu posebno bez obzira na spol i dane izvođenja pokusa. Vertikalne vrijednosti označavaju intervale pouzdanosti od 95%.

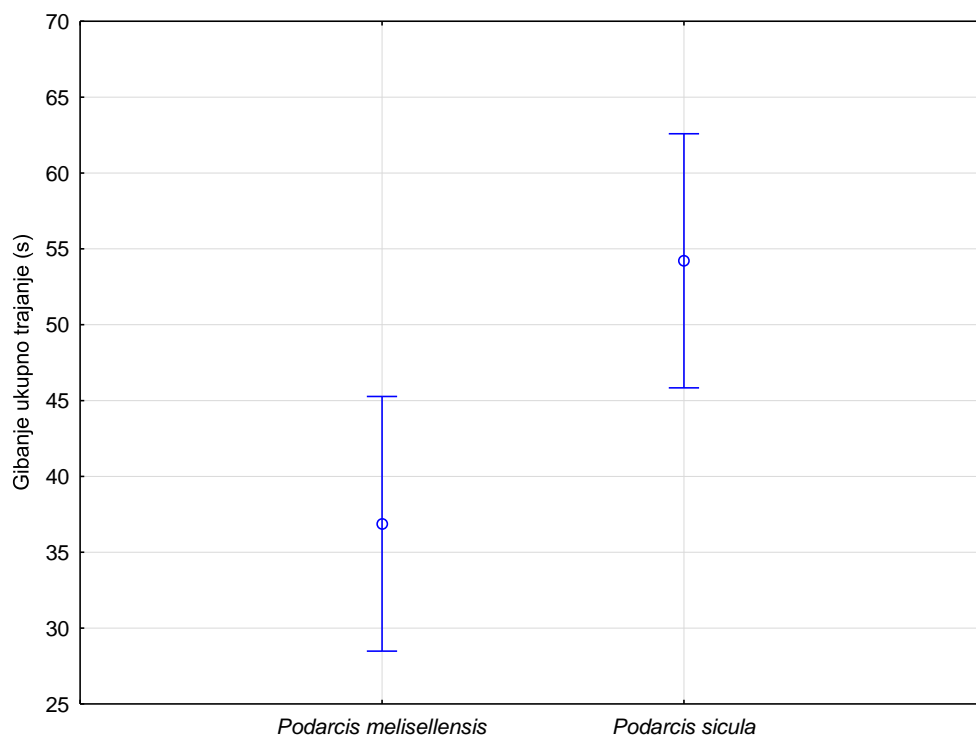


Slika 12: Ukupna prijeđena udaljenost posebno za svaku vrstu s obzirom na spol i dane izvođenja pokusa. Vertikalne vrijednosti označavaju intervale pouzdanosti od 95%.

Vidljivo je da značajno veću udaljenost prođe *P. sicula* nego *P. melisellensis* (slika 11). Postoji razlika u načinu na koji *P. sicula* i *P. melisellensis* mijenjaju svoju srednju ukupnu prijeđenu udaljenost kroz svaki od 10 dana izvođenja pokusa s obzirom na spol (slika 12).

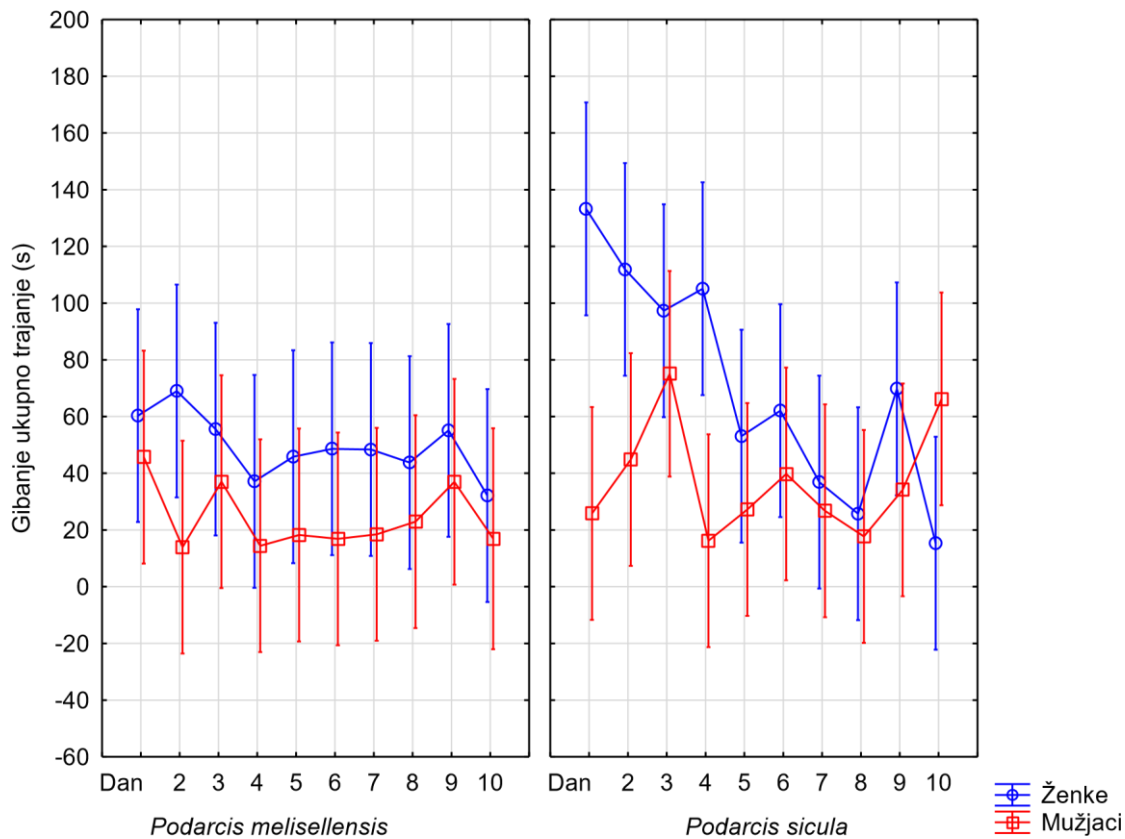
Kod obje vrste je vidljivo da veću udaljenost prijeđu ženke nego mužjaci. Kod *Podarcis melisellensis* oba spola smanjuju prijeđenu udaljenost prema kraju izvođenja pokusa prilično sukladno. Kod *Podarcis sicula* se ženke na početku izvođenja pokusa vidljivo više kreću od oba spola *P. melisellensis* te od mužjaka svoje vrste, a prema kraju pokusa smanjuju prijeđenu udaljenost, dok se kod mužjaka *P. sicula* uočava okvirno sličan trend tokom svih dana izvođenja pokusa (slika 12).

4.2.1.3. Gibanje



Slika 13: Razlika u vremenu provedenom u gibanju između *Podarcis sicula* i *Podarcis melisellensis*.

Graf na slici 13 pokazuje da *Podarcis sicula* provede značajno više vremena u gibanju nego što ga provede *Podarcis melisellensis* kroz sve dane izvođenja pokusa bez obzira na spol.



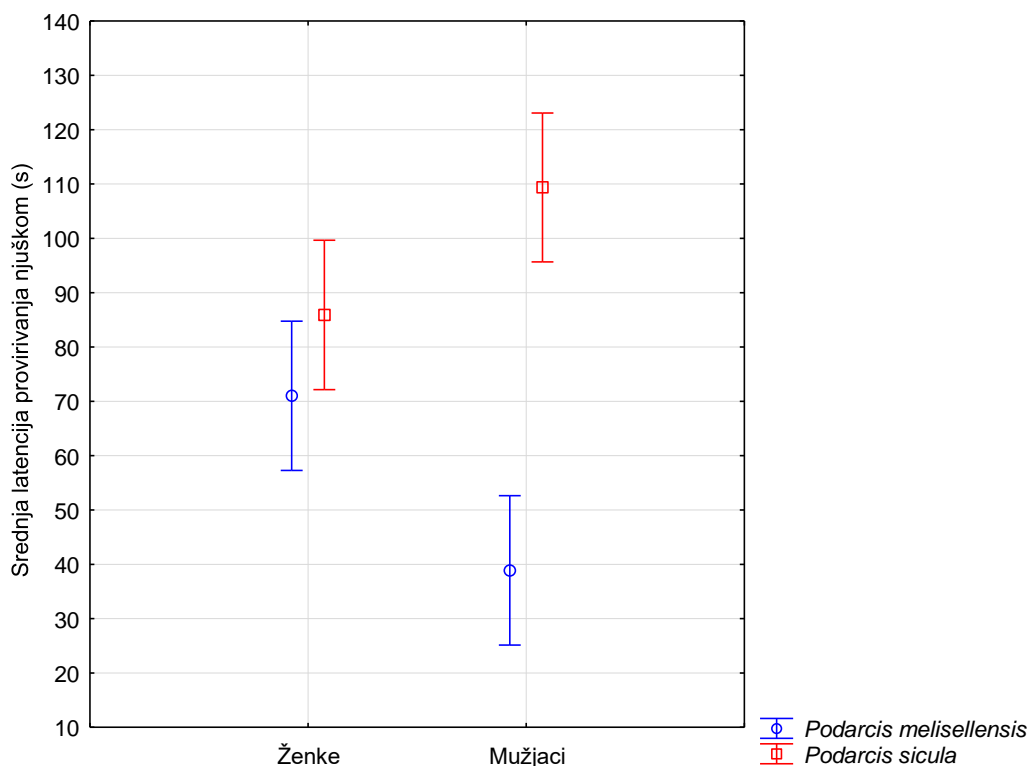
Slika 14: Ukupno vrijeme provedeno u gibanju posebno za svaku vrstu s obzirom na spol i dane izvođenja pokusa. Vertikalne vrijednosti označavaju intervale pouzdanosti od 95%.

Iz grafa na slici 14 vidljivo je da postoji razlika u načinu na koji *P. sicula* i *P. melisellensis* s obzirom na spol mijenjaju vrijeme koje provedu gibajući se kroz svaki od 10 dana izvođenja pokusa. Vidi se da je *P. sicula* provela više vremena u gibanju od *Podarcis melisellensis*, te je kod obje vrste je vidljivo da su ženke više vremena provele u gibanju od mužjaka. Kod *P. melisellensis* su i mužjaci i ženke prema kraju izvođenja pokusa lagano smanjile količinu vremena provedenog u gibanju. Kod *P. sicula* su mužjaci su također smanjili količinu vremena provedenog u gibanju prema kraju izvođenja pokusa, i to izraženije nego kod *P. melisellensis*, dok su ženke na početku pokusa malo povećale količinu vremena provedenog u gibanju, pa ga malo smanjile i prema kraju izvođenja pokusa opet malo povećale, sa okvirno sličnim trendom kroz sve dane izvođenja pokusa.

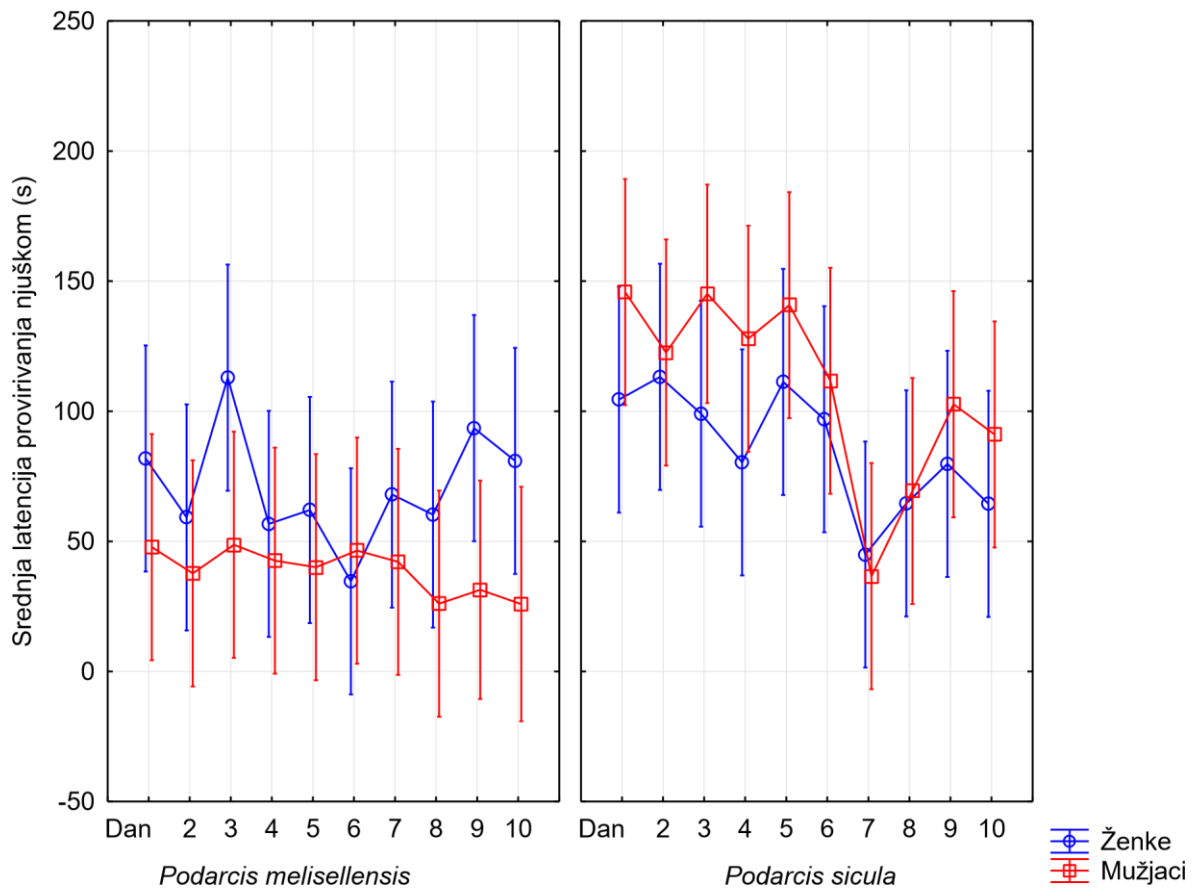
4.2.2. Smjelost

U ovoj kategoriji se nalaze 2 testirana ponašanja: latencija provirivanja njuškom i latencija izlaska.

4.2.2.1. Latencija provirivanja njuškom



Slika 15: Srednja latencija provirivanja za svaki spol posebno s obzirom na vrstu, bez obzira na dane izvođenja pokusa. Vertikalne vrijednosti označavaju intervale pouzdanosti od 95%

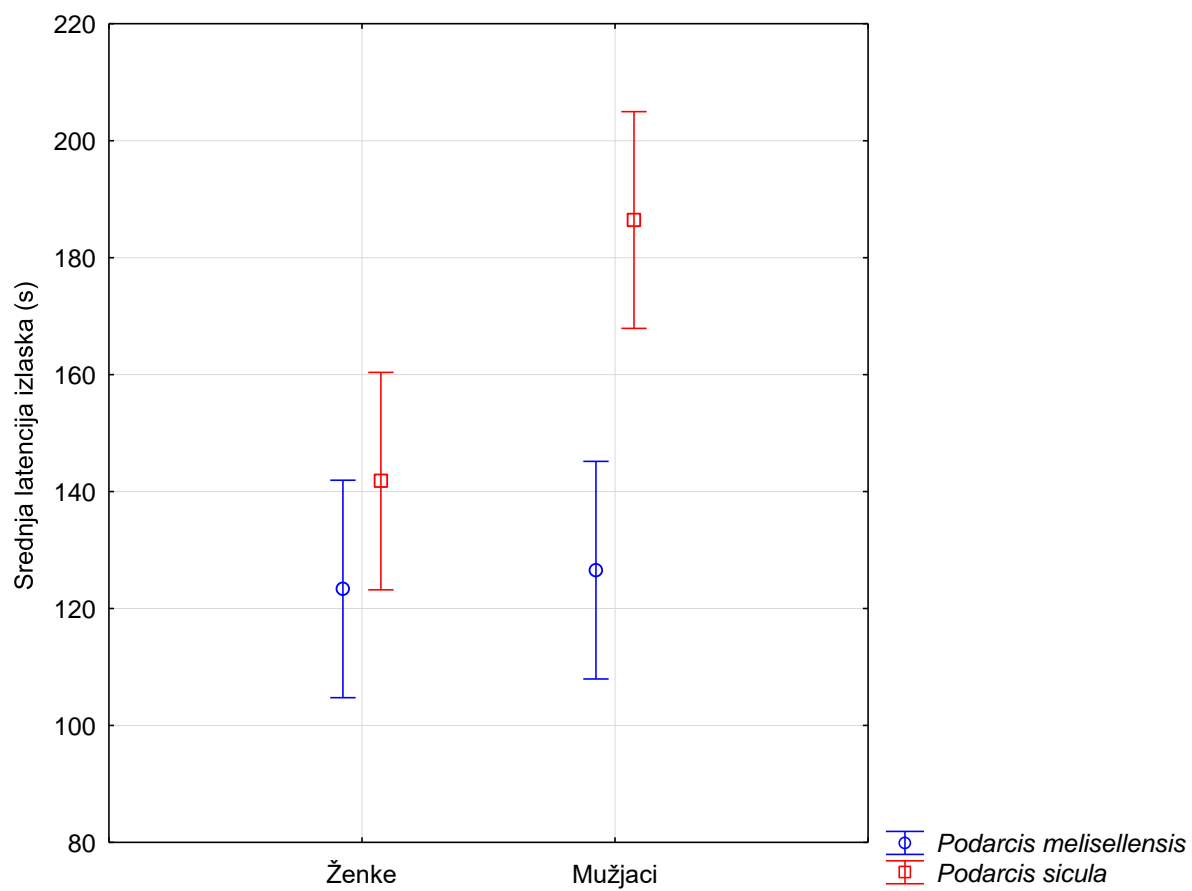


Slika 16: Srednja latencija provirivanja posebno za svaku vrstu s obzirom na spol i dane izvođenja pokusa. Vertikalne vrijednosti označavaju intervale pouzdanosti od 95%.

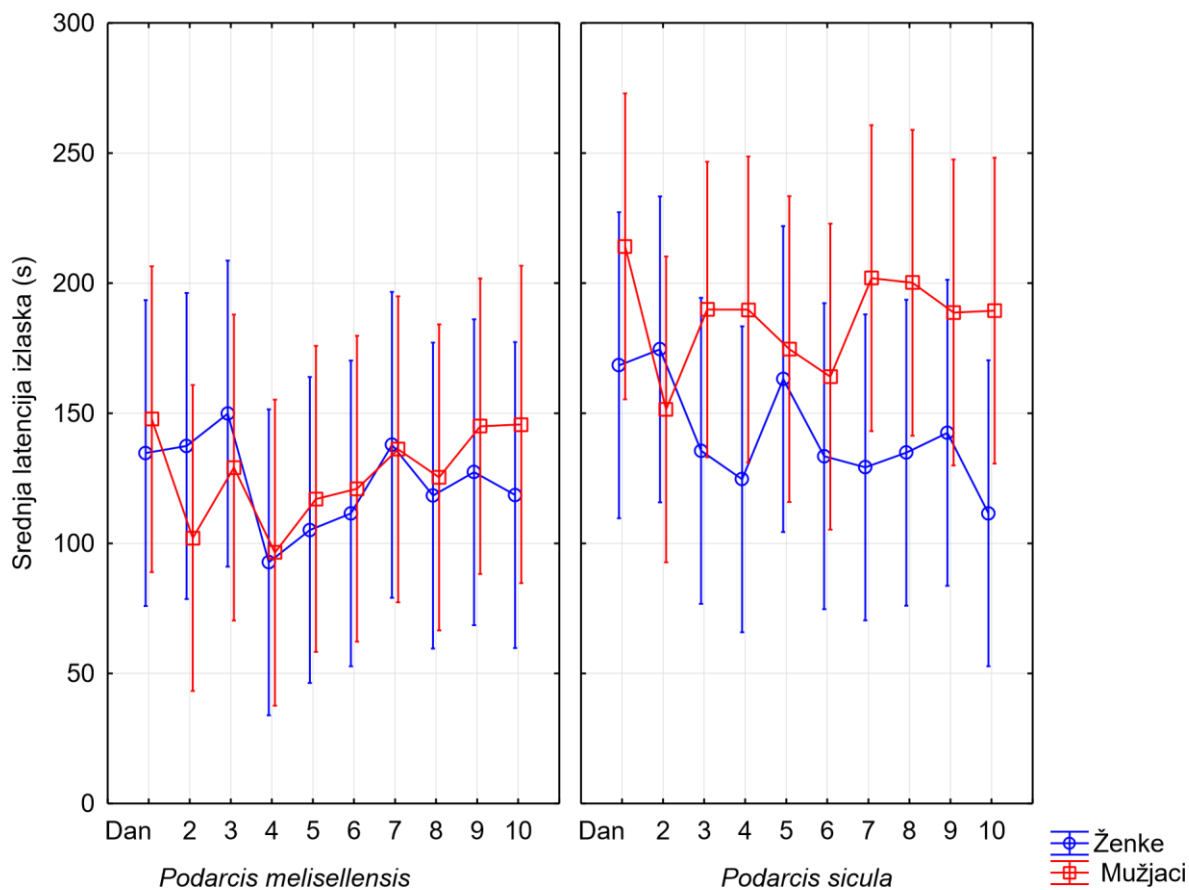
Iz grafa na slici 15 vidljivo je da je *P. sicula* potrebno značajno više vremena da izvire njuškicom na testni teren nego što je to potrebno vrsti *P. melisellensis*. Također je vidljivo da su kod *P. sicula* ranije provirile ženke, dok su kod *P. melisellensis* ranije provirili mužjaci.

Iz grafa na slici 16 je vidljivo da se latencija provirivanja prema kraju pokusa kod oba spola *P. sicula* smanjuje, odnosno da ranije provire njuškom na testni teren, te se ona smanjuje kod mužjaka *P. melisellensis*, dok se kod ženki iste vrste mijenja različito kroz dane, ali generalno ostaje sličnog trenda.

4.2.2.2. Latencija izlaska



Slika 17: Srednja latencija izlaska za svaki spol posebno s obzirom na vrstu, bez obzira na dane izvođenja pokusa. Vertikalne vrijednosti označavaju intervale pouzdanosti od 95%.



Slika 18: Srednja latencija izlaska posebno za svaku vrstu s obzirom na spol i dane izvođenja pokusa. Vertikalne vrijednosti označavaju intervale pouzdanosti od 95%.

Iz grafa na slici 17 vidljivo je da je *P. sicula* potrebno značajno više vremena da izađu stražnjim nogama na testni teren nego što je to potrebno vrsti *P. melisellensis*. Također je vidljivo da su kod obje vrste na testni teren ranije izašle ženke.

Iz grafa na slici 18 je vidljivo da se latencija provirivanja prema kraju pokusa kod oba spola *P. sicula* smanjuje, odnosno da ranije izađu na testni teren, te se ona smanjuje kod ženki *P. melisellensis*, dok se kod mužjaka iste vrste naglo naglo smanji na početku, te prema kraju izvođenja pokusa lagano raste.

4.3. Analiza zona sa hranom

U ovom poglavlju sam analizirala vrijeme koje gušterica provodi u svakoj od 4 zone.

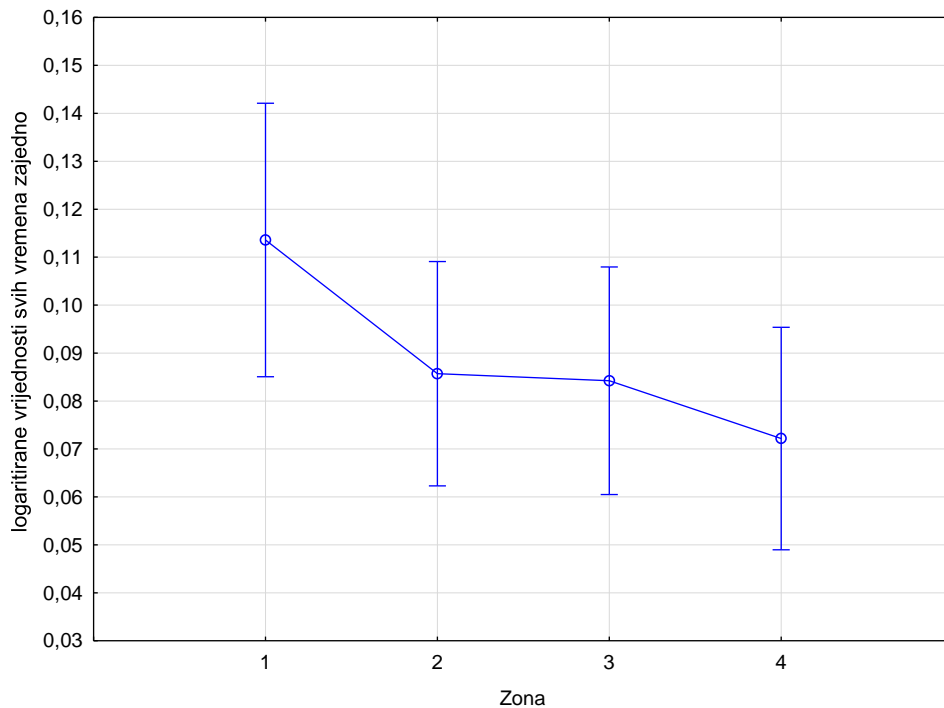
U zoni 1 se nalazila hrana. Zavisne varijable ovdje su vremena provedena u pojedinim zonama. Analiza pokazuje kako se gušterice obje vrste zadržavaju najduže u zoni 1, gdje je hrana (tablica 3, slika 19).

Tablica 3: Rezultati analize vremena provedenog u pojedinim zonama, dobiveni Repeated measure ANOVA statističkom metodom. Statistički značajni rezultati su označeni **bold** funkcijom)

	Stupanj slobode	F	P
Vrsta	1	0,00	0,98
Spol	1	6,37	0,01
Vrsta * Spol	1	0,31	0,58
Dani	9	0,77	0,65
Dani * Vrsta	9	1,17	0,31
Dani * Spol	9	0,88	0,54
Dani * Vrsta * Spol	9	2,12	0,03
Zone	3	15,37	>0,0001
Zone * Vrsta	3	0,22	0,88
Zone * Spol	3	1,23	0,30
Zone * Vrsta * Spol	3	0,20	0,89
Dani * Zone	27	2,09	>0,01
Dani * Zone * Vrsta	27	2,09	>0,01
Dani * Zone * Spol	27	1,11	0,31
Dani * Zone * Vrsta * Spol	27	0,92	0,59

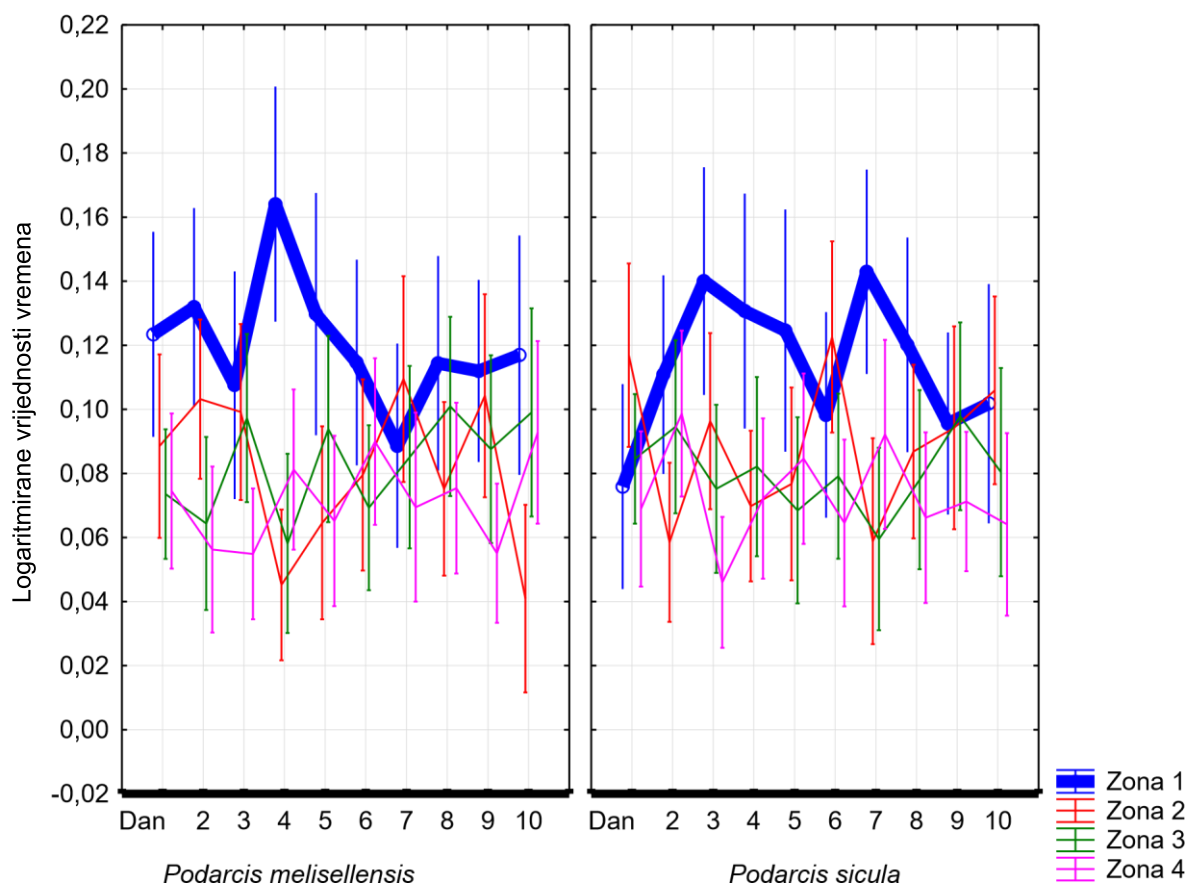
Tablica 3 pokazuje da se mužjaci i ženke značajno razlikuju po omjeru vremena provedenog u svakoj od četiri zone. Također pokazuje i da se vrste s obzirom na spol značajno razlikuju kroz 10 dana izvođenja pokusa. Vidi se i da se zone značajno razlikuju po vremenu koliko su posjećene. Značajnu razliku pokazuju i vrste s obzirom koliko vremena provode u pojedinoj zoni pojedini dan, te je značajna razlika u vremenu provedenom u pojedinoj zoni u ovisnosti o danu istraživanja. Ono što analizom nije pokazalo značajnu različitost jesu vrste međusobno, vrste s obzirom na spol, dani međusobno, kako se vrste razlikuju u vremenu provedenom u zonama po svakom danu zasebno, kako se rodovi razlikuju u vremenu

provedenom u zonama po svakom danu zasebno, zone međusobno, koliko svaka vrsta provodi vremena u pojedinoj zoni, koliko koji spol provodi vremena u pojedinoj zoni, koliko vremena u svakoj zoni provodi svaka vrsta s obzirom na spol, kako se spolovi razlikuju po vremenu provedenom u zonama kroz svaki od 10 dana, kako se vrste razlikuju po vremenu provedenom u zonama kroz svaki od 10 dana te kako se vrste razlikuju po vremenu provedenom u zonama kroz svaki od 10 dana s obzirom na spol.



Slika 19: Vrijednosti svih vremena zajedno provedenih u svakoj zoni posebno za obje vrste bez obzira na spol i dane izvođenja pokusa (1= zona 1, sa hranom, 2= zona 2, bez hrane, lateralno od zone sa hranom; 3= zona 3, nasuprot zone sa hranom; 4= zona 4, zona lateralno od hrane). Vertikalne vrijednosti označavaju intervale pouzdanosti od 95%.

Analizirajući vrijeme provedeno u sve 4 zone tokom 10 dana izvođenja pokusa, vidljivo je da se gušterice obje vrste bez obzira na spol u svim zonama različito zadržavaju. Najmanje vremena provode u zoni 4 (lateralno od zone 1, gdje je hrana. Podjednako vremena provode u zoni 3 (zona nasuprot zone s hranom) i u zoni 2 (zona lateralno od zone sa hranom, iza zone sa hranom u smjeru kazaljke na satu). Obje vrste najviše vremena provode u zoni 1, zoni gdje se nalazi hrana (tablica 3, slika 19).



Slika 20: Vrijeme provedeno u svakoj od četiri zone posebno za obje vrste gušterica bez obzira na spol, s obzirom na dane izvođenja pokusa (1= zona 1, sa hranom, 2= zona 2, bez hrane, lateralno od zone sa hranom; 3= zona 3, nasuprot zone sa hranom; 4= zona 4, zona lateralno od hrane). Vertikalne vrijednosti označavaju intervale pouzdanosti od 95%.

Analiza ukazuje da postoji značajna razlika u načinu na koji *P. sicula* i *P. melisellensis* s obzirom na spol mijenjaju ukupno vrijeme koje provode u zonama kroz svaki od 10 dana izvođenja pokusa (tablica 3, slika 19. slika 20).

Kod *P. melisellensis* je vidljivo da najviše vremena provodi u zoni 1, gdje se nalazi hrana. Razlikuje se i način na koji mijenja količinu vremena provedenog u zoni 2, zoni 3 i zoni 4 gdje nije bila prisutna hrana, no između njihovih vrijednosti nema velikog odskakanja (slika 19). Graf na slici 20 pokazuje da je do četvrtog dana izvođenja pokusa *P. melisellensis* povećavala količinu vremena koje je provodila u zoni 1, a nakon toga se vidi pad do šestog dana, te se sedmog dana opet lagano povećava i do kraja pokusa se vidi lagani rast vremena koje provodi u zoni 1 gdje je hrana.

Kod *P. sicula* je također vidljivo da najviše vremena provodi u zoni 1, gdje se nalazi hrana. Razlikuje se i način na koji mijenja količinu vremena provedenog u zoni 2, zoni 3 i zoni 4 gdje nije bila prisutna hrana, no između njihovih vrijednosti također nema velikog odskakanja (slika 19). Graf pokazuje da je do trećeg dana izvođenja pokusa *P. sicula* povećavala količinu vremena koje je provodila u zoni 1, a nakon toga se vidi pad, da bi se sedmog dana opet vidno povećala količina vremena u zoni 1 i do kraja pokusa opet bila u padu (slika 20).

Također je vidljivo da je na samom početku pokusa *P. melisellensis* pokazivala više vrijednosti, odnosno da je više vremena provodila u zoni 1 nego *P. sicula*, odnosno gledajući krivulju vremena, može se vidjeti da *P. melisellensis* pokazuje lagani pad vremena provedenog u zoni sa hranom, dok se kod *P. sicula* vidi lagani porast (slika 20).

5. RASPRAVA

Prethodno napravljeno istraživanje o interspecijskoj kompeticiji između primorske i krške gušterice dokazuje da njihove direktne interakcije štetno utječu na fitnes krške gušterice (Downes i Bauwens, 2002). Koristeći se bihevioralnim istraživanjima preuzetim iz neurobioloških istraživanja na laboratorijskim životinjama, prilagodila sam testiranja kojima sam istraživala parametre pretraživanja prostora. Pokušala sam utvrditi razlikuju li se oni i kako između vrsta, spola, te dana izvođenja pokusa. Rezultati su pokazali da postoji značajna razlika u načinu kako se ponašanja mijenjaju kroz dane, s obzirom na vrstu i s obzirom na spol, što je potvrdilo moju početnu hipotezu. Većina rezultata potvrđuje činjenicu da je *P. sicula* dominantni kompetitor.

Analize parametara kretanja pokazuju da postoji razlika u načinu na koji se srednja brzina kretanja, ukupna prijeđena udaljenost i vrijeme provedeno u gibanju razlikuju između *P. sicula* i *P. melisellensis*. *P. sicula* ima veću srednju brzinu kretanja, prijeđe veću ukupnu udaljenost, te provede više vremena u gibanju za vrijeme trajanja pokusa nego što to učini *P. melisellensis*. To može upućivati na to da su ta tri faktora bitni za veću uspješnost primorske gušterice u interspecijskoj kompeticiji, odnosno da će zahvaljujući tim faktorima ona brže pretraživati svoje stanište, imati veću disperziju jedinki i, imati šire područje rasprostranjenosti, što zajedno sa drugim faktorima može znatno utjecati na ishod kompeticije. Varijacije u kretanju mogu imati velike posljedice na prostornu dinamiku populacije što su u svom radu istraživali Brown i Crone (2016) na leptiru *Euphydryas phaeton*. Njihovi parametri ispitivanja su bili duljina kretanja te vrijeme provedeno u mirovanju. Svojim istraživanjem pokazali su da varijacije u kretanju utječu na područje rasprostranjenosti vrste: što su leptiri bili skloniji prelaziti veću udaljenost, područje rasprostranjenosti bi im bilo šire. Analizirala sam i kako se parametri kretanja razlikuju na početku i kraju pokusa, odnosno kako se mijenjaju kroz 10 dana izvođenja pokusa. Kod prijeđene udaljenosti i količine vremena provedenog u gibanju, obje vrste pokazuju negativan trend kroz dane, odnosno količina kretanja im opada prema kraju pokusa. To se može tumačiti da su obje vrste upoznale teren pa nisu trošile energiju na kretanje. rezultati ostalih parametara se nisu mijenjali kroz vrijeme što upućuje da se ne radi o učenju, već efektu istraženog prostora (Thinus- Blanc, 1996). Moje istraživanje nije utvrdilo značajnu razliku u

rezultatima analize kutne brzine, vremena provedenog u mirovanju te meandriranja između vrsta, spola ni dana izvođenja pokusa.

Poglavlje o pretraživanju prostora s obzirom na hranu istražila sam analizom 4 zone na koje je testni teren bio podijeljen, od kojih je samo 1 sadržavala hranu. Rezultati su pokazali da se kod *P. sicula* vrijeme provedeno u zoni sa hranom lagano povećava prema kraju pokusa, dok se kod *P. melisellensis* ono lagano smanjivalo, no kod obje vrste se vidi da znatno duže vremena provode u zoni gdje je hrana nego u ostale 3 zone u kojima nema hrane. U tim zonama se obje vrste zadržavaju podjednako. To se podudara sa rezultatima istraživanja na sedam vrsta pčela samica u kojem se dokazalo da ukoliko pčele imaju u svojoj blizini medonosne biljke, zadržat će se na njima i neće puno pretraživati svoj širi okoliš (Gathman i Tschardt, 2002).

Smjelost (eng. boldness) je tendencija životinje da istražuje nove prostore, da preuzme rizik u novim situacijama, te je karakterizira „znatiželjnost“ (Wilson i sur., 2009). Rađena su istraživanja na temu smjelosti kod ptica (Carere i sur., 2004) i sisavaca (Réale i FestaBianchet, 2003). Istraživanje slične tematike je provedeno i na guštericama. Istraživala se smjelost i sramežljivost u antipredatorskom ponašanju kod gušterice *Lacerta monticola*. Gušterice sa višom razinom smjelosti su imale kraće vrijeme izlaska iz skloništa, i manje su se skrivale čak i kad bi predator bio blizu. Gušterice sa većom razinom sramežljivosti su duže ostajale u skloništu te su se brže skrivale kad bi se pojavila vanjska opasnost, te su tako reagirale i kad bi predator bio blizu što im je povećalo stopu preživljavanja (Lopez i sur., 2003). U mojem istraživanju je plastična cijev bila sigurno mjesto iz kojeg su gušterice izlazile i istraživale prostor, te je ta cijev bila uvijek u njihovom prostoru (i u terarijima u kojima su držani i u testnom terenu za vrijeme izvođenja cijelog pokusa). Moji rezultati pokazuju da je *P. sicula* imala više vrijednosti što se tiče vremena koje je potrebno da proviri njuškom iz plastične cijevi na testni teren, kao što je slučaj i sa latencijom izlaska, odnosno vremenom napuštanja skloništa, nego što je to imala *P. melisellensis*, To upućuje da je krška gušterica neopreznija, što bi moglo značiti da se manje zadržava u sigurnom mjestu, manje se skriva i da je smjelija čak i kad postoji vanjska opasnost (npr. predator), te se tako izlaže većem riziku od po nju štetnih vanjskih faktora. Primorska gušterica ima veće vrijeme obje latencije, te joj je razina sramežljivosti veća. Iz toga bi se moglo pretpostaviti da je veća razina smjelosti kod krške gušterice jedan od faktora zašto u kompeticiji sa primorskom guštericom bude istisnuta, odnosno da je veći oprez pri izlasku iz sigurnog mjesta jedan od

faktora zašto je primorska gušterica dominantni kompetitor kada se te dvije vrste nađu na istom području. Slična pojava dokazana je i na primjeru pauka *Agelenopsis aperta* koji ima duže vrijeme latencije izlaska iz skloništa te tako izbjegava predatora (Riechert i Hendricks, 1990).

Spolni dimorfizam se u ponašanju često očituje u razini anksioznosti i straha (Fernandez i sur., 1999). Moji rezultati pokazuju da ženke imaju veće vrijednosti za parametre kretanja, odnosno imaju veću srednju brzinu kretanja, prijeđu veću ukupnu udaljenost i provedu više vremena u gibanju za vrijeme trajanja pokusa nego mužjaci. Kod smjelosti su rezultati pokazali malo složeniju sliku o razlikama između mužjaka i ženki. Kod latencije provirivanja njuškom na teren, mužjaci *P. sicule* su pokazali veće vrijeme latencije od mužjaka *P. melisellensis*, te im se vrijeme latencije provirivanja njuškom na testni teren jako razlikuje, dok su ženke *P. sicule* također pokazale veće vrijeme latencije provirivanja od ženki *P. melisellensis*, no ta razlika nije tolika kao što je slučaj sa mužjacima. Razlika između mužjaka i ženke iste vrste je kod obje vrste jako velika, odnosno mužjaci *P. sicula* imaju puno veće vrijeme latencije provirivanja nego ženke iste vrste, dok je kod *P. melisellensis* za mužjake ono puno manje nego za ženke. Kod latencije izlaska, rezultati pokazuju da mužjaci obje vrste imaju veće vrijeme latencije nego ženke. Kod *P. sicula* je ta razlika između vremena latencije s obzirom na spolove puno veća nego kod *P. melisellensis*, gdje se vidi da ženke imaju kraće vrijeme latencije, ali ta razlika nije velika kao kod *P. sicula*. To bi moglo upućivati da su ženke nestrpljivije od mužjaka ili da im sklonište nije dovoljno sigurno mjesto. Također bi moglo upućivati i da su ženke manje podložne strahu i anksioznosti od mužjaka, te da su aktivnije od mužjaka, smjelije i da više pretražuju prostor jer se više kreću, ali i da su neopreznije te se tako potencijalno dovode u opasnost od štetnih vanjskih faktora, te da su te razlike prisutne zbog urođenih predispozicija određenih spolom. To ponašanje nije svojstveno samo za gušterice. Jedno istraživanje provedeno na štakorima u laboratorijskim uvjetima pokazalo je također da su mužjaci manje aktivni, češće dolazi do defekacije na testnom terenu i manje pretražuju prostor od ženki (Fernandez i sur., 1999).

Istraživanja su pokazala da se pretraživanje prostora dvije vrste gušterica značajno razlikuje. Primorska gušterica prijeđe veću udaljenost i više vremena provede u gibanju od krške, što može ukazati na prednost primorske gušterice u interspecijskoj kompeticiji (Brown i Crone, 2016). Krška gušterica je smjelija, ima kraće vrijeme latencije provirivanja njuškom i latencije izlaska. Ranije krene u pretraživanje, i ne promatra tako dugo prostor kao primorska

gušterica, čime može biti izložena većem riziku od vanjskih opasnosti (Lopez i sur., 2003). Ženke imaju veće vrijednosti parametara kretanja nego mužjaci, te imaju kraće vrijeme latencije iskoračavanja iz cijevi već mužjaci, što upućuje da su ženke gušterica manje podložne strahu i anksioznosti od mužjaka zbog urođenih predispozicija određenih spolom (Fernandez i sur., 1999). Gušterice obje vrste najviše vremena provedu u zoni gdje je hrana, što pokazuje da prisutnost hrane utječe na pretraživanje prostora, odnosno da ne motivira gušterice da dalje pretražuju prostor (Gathman i Tschardtke, 2002).

6. ZAKLJUČAK

Analizom podataka prikupljenih ovim istraživanjem zaključeno je sljedeće:

- Utvrđeno je da se pretraživanje prostora kod dvije vrste gušterica značajno razlikuje
- *P. sicula* prijeđe veću ukupnu udaljenost i više vremena provede u kretanju nego *P. melisellensis*
- *P. sicula* je smjelija, latencija provirivanja i izlaska je kraća nego kod *P. melisellensis*
- Ženke prijeđu veću udaljenost i više vremena provedu u kretanju nego mužjaci, te su smjelije: imaju kraće vrijeme latencije provirivanja i izlaska nego mužjaci □ Obje vrste najviše vremena provode u zoni gdje je hrana.

7. LITERATURA

Arnold, E.N. (2003): Reptiles and amphibians of Europe. Princeton University Press. Princeton and Oxford.

Brown L. M., Crone E.E. (2016): Individual variations changes dispersal distance in area requirements of a checkerspot butterfly. *Ecology* 97: 106-115

Carere C., van Oers K. (2004): Shy and bold great tits (*Parus major*): body temperature and breath rate in response to handling stress. *Physiological Behavior* 82: 905-912

Carola V., D'Olimpio F., Brunamonti E., Mangia F., Renzi P. (2002): Evaluation of the elevated plus-maze and open-field tests for the assessment of anxiety-related behaviour in inbred mice. *Behavioural Brain Research* 134: 49–57

Connell J. (1961): The influence of interspecific competition and other factors on the distribution of the barnacle *Chthamalus stellatus*. *Ecology* 42: 710–713

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

Dunham A. E. (1980): An experimental study of interspecific competition between the iguanid lizards *Sceloporus merriami* and *Urosaurus ornatus*. *Ecological Monographs* 50: 309–330

Fernandez C., Gonzales M.I., Wilson C.A., File S.E. (1999): Factor analysis shows that female rat behaviour is characterize primarily by activity, Male rats are driven by sex and anxiety. *Pharmacology Biochemistry and Behavior* 64:731-738

Gathmann A., Tschardt T. (2002): Foraging Ranges of Solitary Bees, *Journal of Animal Ecology* 71: 757-764 <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=23870>

Holmes A., Parmigianib S., Ferraric P.F., Palanzab P., Rodgersd R. J. (2000): Behavioral profile of wild mice in the elevated plus-maze test for anxiety. *Physiology & Behavior* 71: 509 – 516.

Hutchins M., Duellman, W.E. i Schlager, N. (ur.) (2003b): Grzimek`s Animal Life Encyclopedia. 2nd edition. Volume 7, Reptiles, Farmington Hills, MI: Gale Group, pp. 571
Jelić, D., M. Kuljerić, T. Koren, D. Treer, D. Šalamon, M. Lončar, M. Podnar-Lešić, B. Janev

- Hutinec, T. Bogdanović, S. Mekinić i K. Jelić (2012): Crvena knjiga vodozemaca i gmazova Hrvatske. Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb
- Leal M., Rodriguez-Robies J., Losos J. (1998): An experimental study of interspecific interactions between two Puerto Rican Anolis lizards. *Oecologia* 117: 273–278
- Lipkind D., Sakov A., Kafkafi N., Elmer G. I., Benjamini Y., Golani I. (2004): New replicable anxiety-related measures of wall vs. center behavior of mice in the open field. *Applied Physiology* 97: 347–359
- Pough, F. H., Andrews, R. M., Cadle, J. E., Crump, M. L., Savitzky, A. H., Wells, K. D. (2001): *Herpetology*, second edition. Prentice-Hall.
- Ramos A., Berton O., Mormede P., Chaouloff F. (1997): A multiple-test study of anxiety-related behaviours in six inbred rat strains. *Behavioural Brain Research* 85: 57-69
- Réale D, Festa-Bianchet M. (2003): Predator-induced natural selection on temperament in bighorn ewes. *Animal Behavior* 65:463 -470
- Riechert S.E., Hendrick A.V. (1990): Levels of predation and genetically based anti-predator behaviour in the spider, *Agelenopsis aperta*. *Animal Behaviour* 40: 679-687
- Schoener T. W. (1968): The Anolis lizards of Bimini: resource partitioning in a complex fauna. *Ecology* 49: 704–726
- Thinus-Blanc C., Save E., Rossi- Arnaut C., Tozzi A., Ammassari- Teule M. (1996): The differences shown by C57BL/6 and DBA/2 inbred mice in detecting spatial novelty are subserved by a different hippocampal and parietal cortex interplay. *Behavioural Brain Research* 80: 33-40
- Vitt L. J. i J. P. Caldwell (2013): *Herpetology An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles*. Academic Press, London, ISBN: 9780123869197
- Wilson A.D.M., Godin J-G. J. (2009): Boldness and behavioral syndromes in the bluegill sunfish, *Lepomis macrochirus*. *Behavioral Ecology* 20: 231–237
- Zug, G.R. (1993): *Herpetology: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles*. Academic press.

8. ŽIVOTOPIS

OSOBNI PODACI:

Ime i prezime: **Ivana Glojnarić**

Datum rođenja: **01.01.1989.**

Adresa: Podgajec 35, 48260 Križevci

Mobilni telefon: **092/ 72692 804** E-mail:

glojnaricivana@gmail.com

OBRAZOVANJE:

2014-2017 **Diplomski studij Ekologije i zaštite prirode (Kopno)**, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek.

2007-2014: **Preddiplomski studij biologije**, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovnomatematički fakultet, Biološki odsjek.

2003-2007: Opća gimnazija, Gimnazija Ivana Zakmardija Dijankovečkog Križevci

STRANI JEZICI:

Engleski B2, Njemački A2