Ponašanje dinarskog voluhara (Dinaromys bogdanovi Martino, 1922) pri istraživanju novog prostora u zatočeništvu

Vidatić, Lea

Master's thesis / Diplomski rad

2015

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:386302

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET

BIOLOŠKI ODSJEK

Lea Vidatić

Ponašanje dinarskog voluhara (*Dinaromys bogdanovi* Martino, 1922) pri istraživanju novog prostora u zatočeništvu

Diplomski rad

Zagreb, 2015

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

Zahvale

Veliko hvala mentoru, doc. dr. sc. Duji Lisičiću, na pruženoj prilici za sudjelovanje u ovom projektu te na strpljenju i pomoći tijekom provedbe i pisanja rada.

Zahvaljujem i mr. sc. Maši Ljuštini, na korisnim savjetima i ugodnoj radnoj atmosferi, a kolegama diplomantima hvala na pomoći pri izvedbi istraživanja.

Zahvaljujem Zoološkom vrtu grada Zagreba što su omogućili ovo istraživanje. Hvala Igoru Ivaneku i ostalim djelatnicima Vrta na brizi o dinarskim voluharima.

Hvala članovima Udruge studenata biologije - BIUS, bivšima i sadašnjima, na praktičnom znanju te nezaboravnim terenima i druženjima.

Hvala kolegicama s generacije, na pet divnih godina prijateljstva i suradnje.

Mojim najbližima, obitelji i prijateljima, hvala na ljubavi, razumijevanju i podršci, a ponajviše entuzijazmu.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno-matematički fakultet

Biološki odsjek Diplomski rad

Ponašanje dinarskog voluhara (*Dinaromys bogdanovi* Martino, 1922) pri istraživanju novog prostora u zatočeništvu

Lea Vidatić

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Dinarski voluhar je glodavac iz potporodice Arvicolinae, osjetljiva vrsta prema kriterijima IUCN-ovog Crvenog popisa. Tercijarni je relikt i endem Balkana, specifičan za krško područje Dinarida. Stanište dinarskog voluhara je kompleksno i različite strukture, od otvorenih livada i kamenih zaravni, do rascjepkanih kamenih grebena i dubokih škrapa pod šumskom vegetacijom. Kompleksnost staništa ima značajan utjecaj na korištenje tog staništa, migraciju i osvajanje novog teritorija, a mogla bi utjecati i na povezanost malih, fragmentiranih populacija dinarskog voluhara. Na 16 jedinki dinarskog voluhara u zatočeništvu provedena su dva oblika istraživanja, za proučavanje njihova ponašanja u novom prostoru različite kompleksnosti, te u prostoru prividno zauzetom različitim olfaktornim signalima. Sva istraživanja snimana su u istom, prethodno određenom razdoblju dana, u trajanju od jednog sata. Računalnim programom za kodiranje ponašanja analizirano je 25 ponašanja, a statistički je ispitan utjecaj prezentiranog postava, spola i sezone. Dinarski voluhar više istražuje kompleksniji prostor, ranije pristupa novom prostoru obilježenom olfaktornim signalom, ali ne pokazuje velike razlike u ponašanju ovisno o tipu prezentiranog signala. Ponašanje se razlikuje ovisno o sezoni, a manje ovisno o spolu. Rezultati ovog rada mogli bi doprinijeti procjeni mobilnosti dinarskog voluhara u prirodnom staništu, procjeni ugroženosti izoliranih populacija te izradi plana monitoringa i zaštite ove vrste.

(76 stranica, 63 slike, 4 tablice, 55 literaturnih navoda, jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici.

Ključne riječi: endemske i reliktne vrste, kompleksnost staništa, migracije, teritorijalnost, olfaktorni signali, međuvrsni i unutarvrsni odnosi.

Voditelj: dr. sc. Duje Lisičić, doc.

Ocjenitelji: dr. sc. Duje Lisičić, doc.

dr. sc. Ivančica Ternjej, izv. prof.

dr. sc. Antun Alegro, izv. prof.

Rad prihvaćen: 05.11.2015.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb

Faculty of Science

Division of Biology

Graduation Thesis

Exploratory behaviour of captive Balkan Snow Vole (*Dinaromys bogdanovi* Martino, 1922) in novel environment

Lea Vidatić

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Balkan Snow Vole is a subfamily Arvicoline rodent, vulnerable species according to the IUCN Red List criteria. It is a tertiary relict and Balkan endemic, specific to karst areas of Dinaric Alps. Habitat of Balkan Snow Vole is complex and differently structured, varying from open meadows and rocky plains, to fragmented ridges and deep fissures under forest vegetation. Habitat complexity can significantly affect habitat use, migration and new territory invasion, and could also affect the connectivity of small, fragmented populations of Balkan Snow Vole. Sixteen specimens of captive Balkan Snow Voles were studied through two types of setups, to research behaviour in a new environment of varying complexity, and in a seemingly occupied environment with different olfactory marks. All trials were recorded at the same, previously determined time of day, during one hour. Twenty-five behaviours were analyzed using a computer program designed for animal behaviour coding, and the results were statisticaly analyzed to study the effect of presented setup, sex and season. Balkan Snow Vole explores the more complex environment longer, enters the scent-marked environment earlier, but shows no great differences in behaviour depending on the type of presented scent. Behaviour varies more depending on season than sex. Results could be used to assess the mobility of Balkan Snow Vole in natural habitat, to estimate the endangerment of its isolated populations, and to create a monitoring and protection plan for the species.

(76 pages, 63 figures, 4 tables, 55 references, original in: Croatian)

Thesis deposited in the Central Biological Library.

Key words: endemic and relict species, habitat complexity, migrations, territoriality, olfactory cues, interspecific and intraspecific interactions.

Supervisor: Dr. Duje Lisičić, Asst. Prof.

Reviewers: Dr. Duje Lisičić, Asst. Prof.

Dr. Ivančica Ternjej, Assoc. Prof.

Dr. Antun Alegro, Assoc. Prof.

Thesis accepted: 05.11.2015.

SADRŽAJ

1. UVOD 1
1.1. Opis vrste 1
1.1.1. Sistematika i evolucija 1
1.1.2. Filogenija i rasprostranjenost 4
1.1.3. Biologija vrste 7
1.1.4. Stupanj ugroženosti i mjere zaštite 10
1.2. Prostorna niša 11
1.2.1. Stanište, teritorij i pokretljivost u okolišu 11
1.2.2. Utjecaj kompleksnosti okoliša 12
1.2.3. Unutarvrsni i međuvrsni odnosi i olfaktorni signali 13
1.3. Značaj istraživanja životinja u zatočeništvu 15
1.4. Obrazloženje teme i hipoteze 16
1.5. Cilj istraživanja 16
2. MATERIJALI I METODE 17
2.1. Etičnost istraživanja 17
2.2. Životinje i uvjeti održavanja 17
2.3. Generalne postavke istraživanja 19
2.4. Postavke istraživanja u ovisnosti o kompleksnosti prostora 19
2.5. Postavke istraživanja u ovisnosti o olfaktornim signalima 21
2.6. Prikupljanje podataka 22
2.7. Čišćenje istraživačkog terarija 23
2.8. Priprema i analiza video-snimki 23
2.9. Statistička analiza 28
3. REZULTATI 30
3.1. Ponašanje u ovisnosti o kompleksnosti novog prostora 31
3.1.1. Utjecaj kompleksnosti prostora (analiza podataka za ljetnu sezonu) 31
3.1.2. Utjecaj spola (analiza podataka za ljetnu sezonu) 37
3.1.3. Utjecaj sezone (analiza podataka o ponašanju ženki u ljetnoj i zimskoj sezoni) 38
3.2. Ponašanje u ovisnosti o olfaktornim signalima 40
3.2.1. Utjecaj prezentiranog olfaktornog signala (analiza podataka za ljetnu sezonu) 40
3.2.2. Utjecaj spola (analiza podataka za ljetnu sezonu) 42

3.2.3. Utjecaj sezone (analiza podataka za ženke u ljetnoj i zimskoj sezoni)..... 45
3.3. Usporedba ponašanja u novom prostoru ovisno o prisutnosti olfaktornih signala..... 50
3.3.1. Utjecaj prisutnosti olfaktornog signala (analiza podataka za ljetnu sezonu)..... 50
4. RASPRAVA..... 60
5. ZAKLJUČAK..... 65
6. LITERATURA..... 66
7. PRILOZI..... 72
8. ŽIVOTOPIS..... 75

1. UVOD

1.1. Opis vrste

1.1.1. Sistematika i evolucija

Dinarski voluhar (*Dinaromys bogdanovi*, engl. Balkan Snow Vole ili Martino's Snow Vole; **Slika 1**) je maleni glodavac, biljojed iz potporodice Arvicolinae (voluharice, leminzi i muskrati). Njegova klasifikacija prikazana je u **Tablici 1**.

Potporodica Arvicolinae monofiletska je potporodica mišolikih glodavaca (Bužan i sur., 2010; Bužan i sur., 2008). Prvi puta se pojavila prije 5,5 milijuna godina (Chaline i sur., 1999); najstariji fosili datiraju iz ranog pliocena, iz područja sjeverozapadne Azije, Europe i Sjeverne Amerike (Musser i Carleton, 2005). U kratkom geološkom razdoblju njezini pripadnici su se razvili u 140 linija s 37 rodova; 151 recentna vrsta raspoređena je u 28 rodova. Širenje ove potporodice u povijesti je bilo uvjetovano geografskim preprekama i klimatskim uvjetima (Feldhamer i sur., 2007; Chaline i sur., 1999).



Slika 1. Dinarski voluhar (preuzeto s: http://www.iucn.org/?3888/Bleak-future-for-Mediterranean-mammals--IUCN, pristupljeno: 4. rujna 2015.).

Tablica 1. Klasifikacija dinarskog voluhara (prema: Kryštufek, 2008).

Sistematska kategorija	**Naziv**
Carstvo	Animalia
Koljeno	Chordata
Potkoljeno	Vertebrata
Razred	Mammalia
Red	Rodentia
Porodica	Cricetidae
Podporodica	Arvicolinae
Rod	*Dinaromys*
Vrsta	*Dinaromys bogdanovi*, dinarski voluhar

Pripadnici potporodice Arvicolinae zdepastog su tijela, zaokruženih ušiju, velikih očiju, tupe njuške i kratkih nogu. Sjekutići im mogu biti ortodontni, opistodontni ili protodontni, a kutnjaci ukorijenjeni ili stalno rastući (Carleton i Musser, 1984; Nowak, 1999).

Većina vrsta potporodice Arvicolinae je promiskuitetna, ali neke vrste formiraju monogamne parove i zajedno brinu o mladima. Mnoge se vrste mogu pariti tijekom cijele godine, dok se neke pare samo tijekom toplijih mjeseci, od proljeća do jeseni. Broj legala iznosi od jednog do sedam godišnje, a u prosjeku sadrži tri do sedam mladih koji se brzo razvijaju. U divljini uglavnom žive svega nekoliko mjeseci, dok u zatočeništvu mogu živjeti i nekoliko godina (Nowak, 1999; Gruder-Adams i Getz, 1985; Carleton i Musser, 1984).

Većina vrsta je aktivna tijekom cijelog dana, dok su neke vrste strogo noćne, rijetko i dnevne (Nowak, 1999; Carleton i Musser, 1984). Vrste su uglavnom kopnene, izuzev nekoliko akvatičkih, arborealnih i podzemnih (Feldhamer i sur., 2007). Holarktičke su distribucije (Bužan i sur., 2010; Nowak, 1999; Carleton i Musser, 1984); pojavljuju se na potpuno različitim staništima, u umjerenim, borealnim, polarnim i planinskim biomima. Gnijezda grade ispod zemlje i kamenja, u pukotinama stabala i grana. Neke vrste održavaju kompleksne sustave tunela, ispod zemlje, kroz travu ili ispod snijega. Razlikuju se i prema socijalnim karakteristikama; neke vrste su solitarne, agresivne i teritorijalne, a neke društvene i kolonijalne. (Nowak, 1999; Carleton i Musser, 1984).

Kemijski signali posebno su važni u komunikaciji ovih vrsta; mužjaci, a ponekad i ženke, označavaju teritorij sekretima iz lojnih žlijezda. Neke vrste su izrazito vokalne, glasaju se prilikom uzbune ili u kontaktu s jedinkama iste vrste (Nowak 1999).

Primarno su biljojedi, ali mnoge konzumiraju i druge tipove hrane. Neke vrste skladište hranu u gnijezdima ili skladištima, za upotrebu u periodima manjka hrane. Plijen su brojnim malim grabežljivcima (Nowak, 1999; Carleton i Musser, 1984).

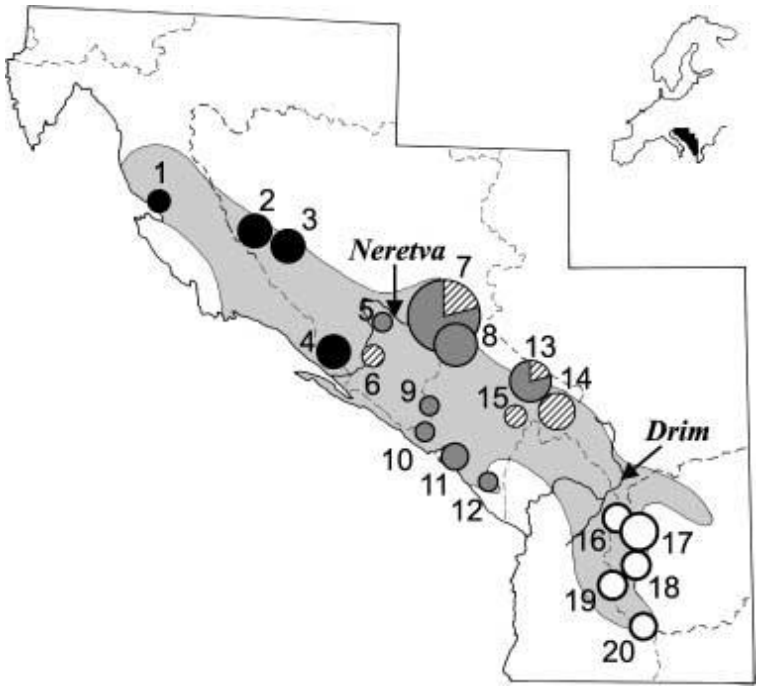
Dinarski voluhar vjerojatno je jedini preživjeli predstavnik linije Pliomys (Bužan i sur., 2010, Kryštufek i Bužan, 2008), stare linije potporodice Arvicolinae koja je evoluirala neovisno od preostalih živućih voluharica i leminga kasnog miocena. Također, jedini je živući predstavnik tercijarnog roda *Dinaromys*. Iz fosilnih nalaza iz perioda pliocena poznate su još dvije izumrle vrste ovog roda (*D. allegranzii* i *D. dalmatinus*), što ukazuje na nisku stopu evolucije (Kryštufek i Bužan, 2008).

Sekvenciranje mitohondrijskog gena citokrom *b* povezuje rod *Dinaromys* s rodom *Prometheomys*, monospecifičnim rodom endemičnim za područje Kavkaza. Procijenjeno je da su se ovi rodovi razdvojili pred 6,2 milijuna godina, što se podudara s ranom diverzifikacijom pripadnika potporodice Arvicolinae (Kryštufek i Bužan, 2008).

1.1.2. Filogenija i rasprostranjenost

Dinarski voluhar je politipska vrsta. Prema tradicionalnoj taksonomiji (Kryštufek i Bužan, 2008), na temelju boje i morfometrije, opisano je 7 podvrsta (Kryštufek i sur., 2007). Na temelju morfologije prvog donjeg kutnjaka moguće je razlikovati dvije linije te je dokazana značajna genetička razlika između ta dva morfotipa (Kryštufek i Bužan, 2008).

Analiza na temelju mitohondrijskog gena citokrom *b* pak ukazuje na tri značajno različite alopatrijske filogeografske linije: sjeverozapadnu, centralnu i jugoistočnu liniju (**Slika 2**; Kryštufek i Bužan, 2008; Kryštufek i sur., 2007). Uočene su i morfološke razlike u lubanjama ovih triju linija (Kryštufek i sur., 2012). U distribuciji haplotipova nema geografskog poklapanja, što potvrđuje da linije potječu od alopatrijske fragmentacije (Kryštufek i sur., 2007). Genetička varijabilnost haplotipova smanjuje se iz smjera sjeverozapada prema jugoistoku. Ovakav geografski uzorak odgovara postepenoj južnoj ekspanziji dinarskog voluhara koja je rezultirala alopatrijom južno od rijeke Neretve i rijeke Drim. Ove rijeke su predstavljale prirodnu barijeru za migracije i doprinjele geografskoj izolaciji (Bužan i sur., 2010; Kryštufek i Bužan, 2008; Kryštufek i sur., 2007).



Slika 2. Geografska rasprostranjenost triju filogenijskih linija dinarskog voluhara. Crno – sjeverozapadna linija, sivo i iscrtkano – centralna linija, bijelo – jugoistočna linija. Strelice pokazuju rijeku Neretvu i rijeku Drim koje predstavljaju biogeografske granice (prema: Kryštufek i sur., 2007).

Ovakva teorija nalaže tri skupine povijesno izoliranih populacija, koje su neovisno evoluirale. Kao takve, predstavljaju evolucijski značajne jedinice (engl. *evolutionary significant units*, ESUs) koje imaju velik značaj u očuvanju unutarvrsne raznolikosti (Kryštufek i sur., 2007).

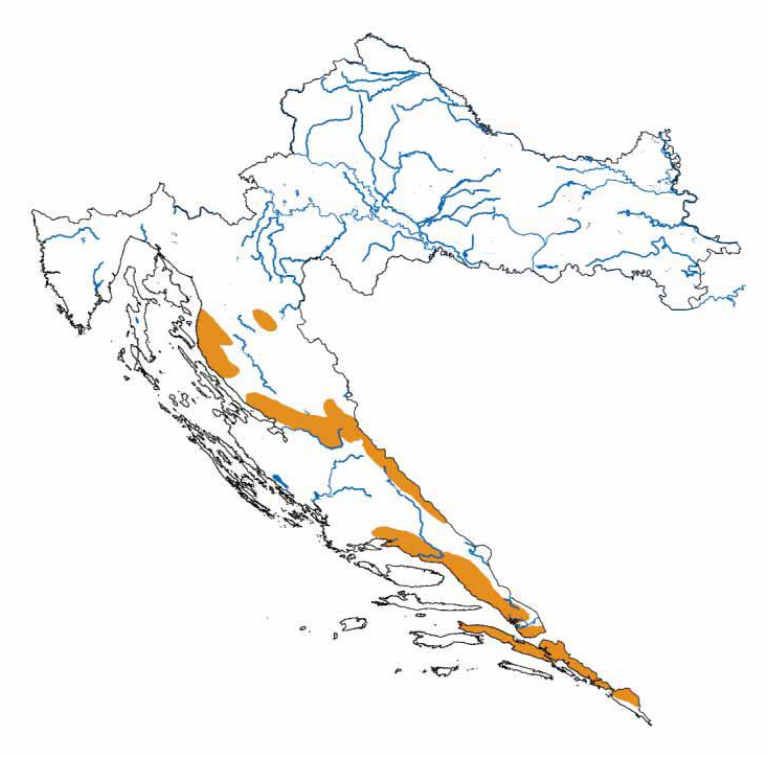
Izmjene ciklusa glacijala i interglacijala utjecale su na raznolikost unutar vrste. U periodima interglacijala, poboljšanje klimatskih uvjeta omogućava širenje šuma pa dolazi do fragmentacije populacija vezanih za staništa bez drveća. Takve populacije preživljavaju u izoliranim staništima (glacijalnim refugijima) i diferenciraju se genetičkim driftom, a možda i selekcijom (Kryštufek i sur., 2007; Bilton i sur., 1998). Topografska varijabilnost balkanskog poluotoka mogla je osigurati pogodan okoliš za visinske pomake potaknute klimatskim promjenama u periodima izmjene glacijala i interglacijala, što rezultira smanjenom stopom izumiranja i omogućava specijaciju u ekološki relativno stabilnom okolištu. Ovakvi uvjeti omogućuju i alopatrijsku izolaciju malih razmjera. Ipak, nije poznato zašto tri glavne filogenetske linije ostaju izolirane u uvjetima mogućeg sekundarnog kontakta, dok unutar svake linije postoje dokazi o opetovanim izolacijama i sekundarnim kontaktima (Kryštufek i sur., 2007).

Na temelju paleontoloških nalaza poznato je da je područje rasprostranjenosti dinarskog voluhara u prošlosti bilo veće nego danas (Bužan i sur., 2010), ali ipak maleno, uglavnom ograničeno na sjeverni Jadran i zapadni dio Balkana (Kryštufek i Bužan, 2008). Dinarski voluhar endem je Balkana, i to Hrvatske, Bosne i Hercegovine, Srbije, Crne Gore i zapadne Makedonije (**Slika 3**). Područje rasprostranjenosti moglo bi obuhvaćati i Albaniju (Bego i sur., 2008; Kryštufek i Bužan, 2008), a možda i sjevernu Grčku, ali za to još nema dokaza (Kryštufek i Bužan, 2008). Unatoč velikom području rasprostranjenosti (više od 40000 km^2), stvarno područje koje zauzima procjenjuje se na svega 5200 km^2. Posebno je zabrinjavajuća sjeverozapadna linija čije je područje rasprostranjenosti vrlo ograničeno (manje od 2000 km^2; Kryštufek, 2008; Kryštufek i Bužan, 2008) i visoko fragmentirano; poznato je samo 17 lokaliteta na potezu oko 300 km planinskog lanca Dinarida (Kryštufek i sur., 2007).

U Hrvatskoj je zabilježen na području od Gornje Klade, Babarovače i Zavižana kraj Jurjeva na Velebitu i Vrhovine na Maloj Kapeli, na Dinari, Kozjaku i Biokovu, sve do Sniježnice u Konavlima (Tvrtković, 2006; Kryštufek i Tvrtković, 1988). Na otocima nije zabilježen (**Slika 4**; Tvrtković, 2006).



Slika 3. Rasprostranjenost dinarskog voluhara na Balkanu.
(preuzeto s: http://maps.iucnredlist.org/map.html?id=6607, pristupljeno: 6. listopada 2015.)



Slika 4. Rasprostranjenost dinarskog voluhara u Hrvatskoj (prema: Tvrtković, 2006).

1.1.3. Biologija vrste

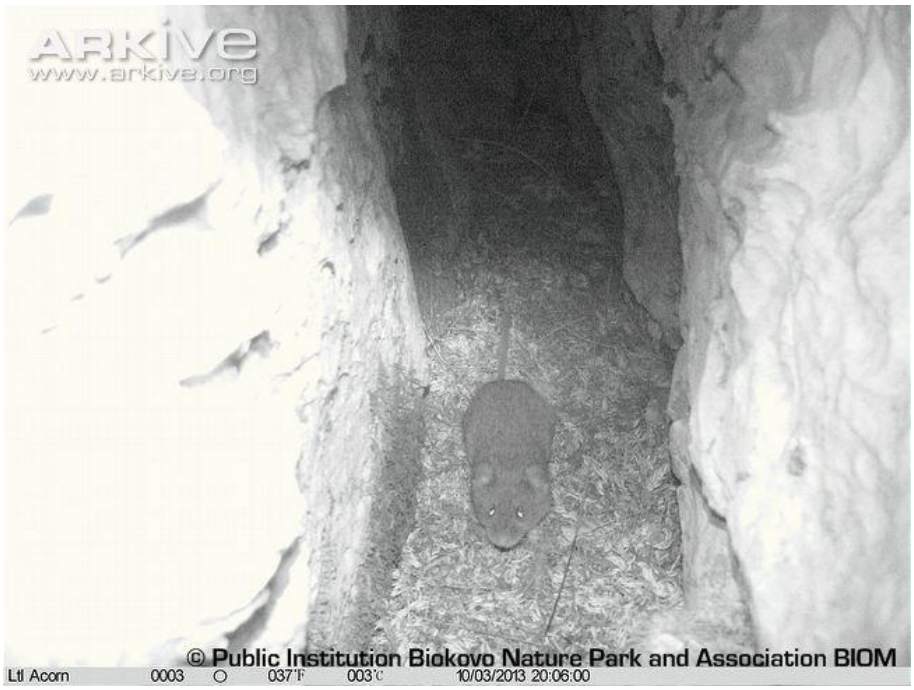
Dinarski voluhar ima gusto, meko krzno, sivo-smeđe ili plavo-sive boje na dorzalnom dijelu tijela, dok je s ventralne strane tijela krzno svjetlije, sivo-bijele boje. Velike uši također su mu pokrivene gustim krznom, a rep tankom dlakom sivo-smeđe boje s gornje strane, odnosno bijelom dlakom s donje te bočnih strana. Noge su mu bijele, s kratkim oštrim pandžama. Mužjaci i ženke podjednake su veličine i mase. Duljina glave i tijela je u rasponu od 13 do 15 cm, dok je rep dug između 7,5 i 10,5 cm. Masa im varira od 60 do 80 g (http://www.arkive.org/martinos-vole/dinaromys-bogdanovi/).

Biljojedi su i u divljini se hrane uglavnom travama i ljekovitim biljem. Poznato je i da skladište hranu za zimu (http://www.arkive.org/martinos-vole/dinaromys-bogdanovi/).

Različite podvrste buhe *Ctenophtalmus nifetodes* specifični su ektoparaziti za tri skupine populacija dinarskog voluhara. Prva skupina dolazi na području sjevernog i srednjeg Velebita, druga na području južnog Velebita, Dinare, Kozjaka i Biokova, a treća na Sniježnici. Ovakvo obilježje dodatni je pokazatelj genetičke izoliranosti populacija dinarskog voluhara (Tvrtković, 2006; Brelih, 1986).

Za razliku od drugih pripadnika potporodice Arvicolinae, dinarski voluhar ima značajke K-selekcijskog tipa vrste (Kryštufek i Bužan, 2008; Kryštufek i sur., 2000). Životni vijek mu je četiri godine, a spolnu zrelost doseže u drugoj kalendarskog godini. Stopa reprodukcije je spora; ima do dva legla godišnje (Kryštufek i Bužan, 2008), uglavnom između lipnja i kolovoza. Gestacija traje oko mjesec dana (http://www.arkive.org/martinos-vole/dinaromys-bogdanovi/). U leglu je prosječno 2,3 mlada, u rasponu od jednog do četiri mlada (Kryštufek i Bužan, 2008).

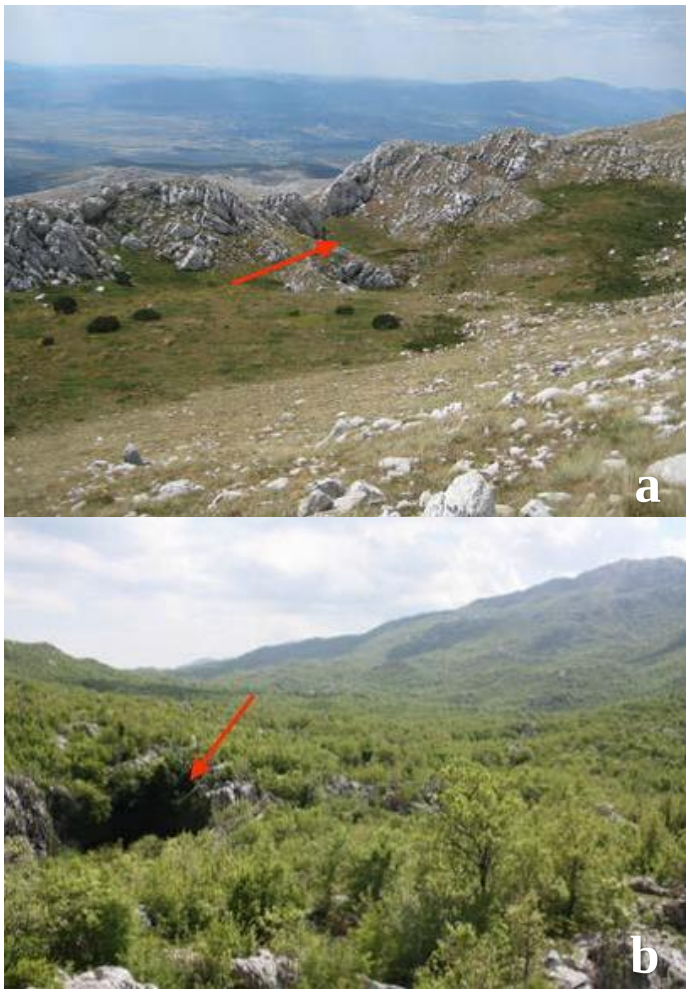
Strogo je vezan za krške reljefne oblike (Kryštufek i Bužan, 2008), poput škrapa, jama, ulaza u špilje i pukotina u liticama (**Slika 5**). Pojavljuje se i na otvorenim livadama i kamenim zaravnima te podzemnim staništima, a izbjegava šumska (Bužan i sur., 2010). Ovakvi specifični zahtjevi staništa (Bužan i sur., 2010) mogući su razlog postojanja malih, i često izoliranih populacija (Kryštufek i Bužan, 2008; Kryštufek i sur., 2007). U okolišu u kojem prevladavaju neodgovarajuća staništa, dinarski voluhar naseljava samo pogodne fragmente staništa (**Slika 6**) te vjerojatno ima strukturu metapopulacije (Bužan i sur., 2010). Protok gena između populacija je ograničen iako nisu uočene nikakve promjene koje bi utjecale na propadanje koridora za kretanje koji povezuju fragmente pogodnog staništa (Bužan i sur., 2010).



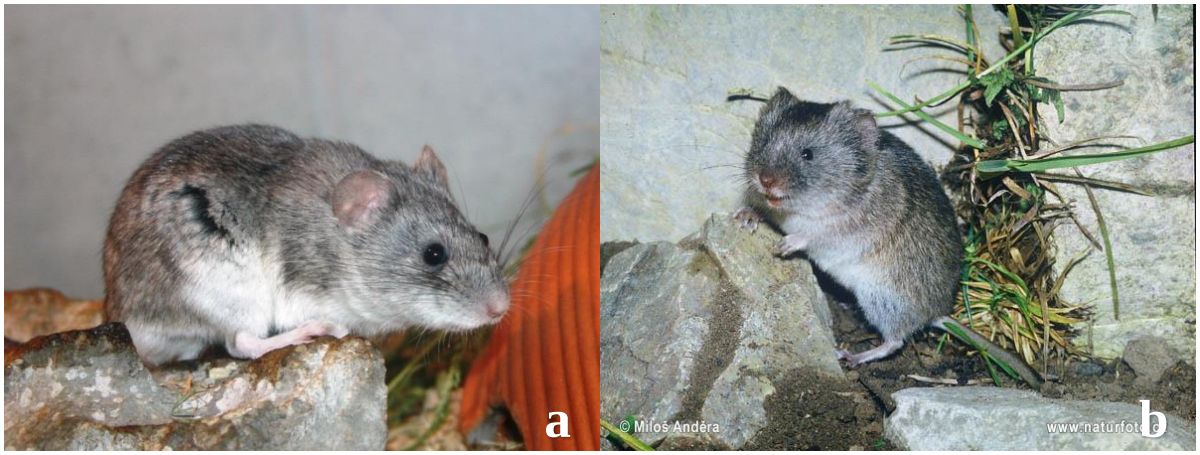
Slika 5. Fotografija s video-zamke; dinarski voluhar u obilasku teritorija (foto: Javna ustanova park prirode Biokovo i udruga BIOM; preuzeto s: http://www.arkive.org/martinos-vole/dinaromys-bogdanovi/image-G143228.html#src=portletV3api, pristupljeno: 5. rujna, 2015).

Dinarski voluhar je visinski generalist. Zabilježen je na visinama manjim od 50 m iznad razine mora, pa sve do vrhova planina, na 2200 m. Ipak, većina opažanja odnosi se na populacije zabilježene na visinama iznad 1400 m (Bužan i sur., 2010).

Mogući kompetitor dinarskog voluhara je sniježna voluharica (*Chionomys nivalis*; Bužan i sur., 2010; Kryštufek i Bužan, 2008). Ova vrsta ima sličnu morfologiju (**Slika 7**) i vjerojatno iste preference staništa. Međutim, sniježna voluharica ima drugačiju životnu strategiju, ona je r-selekcijski tip vrste, pa dugotrajna simpatrija može rezultirati isključenjem dinarskog voluhara (Tvrtković, 2006). Iako rijeđe, zabilježen je i u simpatriji s drugim vrstama, *Apodemus mystacinus* i *Eliomys quercinus* (Kryštufek i Tvrtković, 1988). Najveći predatori dinarskog voluhara su lasica (*Mustela nivalis*), kuna bjelica (*Martes foina*) i poskok (*Vipera ammodytes*; Tvrtković, 2006). Područja na kojima živi dinarski voluhar relativno su nepristupačna te se stoga isključuje mogućnost direktnog utjecaja čovjeka (Kryštufek i Bužan, 2008).



Slika 6. Raznolikost staništa dinarskog voluhara; (a) jednostavno stanište s otvorenim terenima i pretežno niskom vegetacijom i (b) kompleksna struktura staništa pokrivenog šumom. Strelica – mjesto nalaza dinarskog voluhara (foto: Duje Lisičić).



Slika 7. Slična morfološka obilježja (a) dinarskog voluhara i (b) snježne voluharice.
(preuzeto s: http://www.biom.hr/projekti/dinarski-voluhar-tajanstveni-stanovnik-hrvatskog-krsa/, pristupljeno: 5. rujna 2015.; http://www.naturephoto-cz.com/chionomys-nivalis-photo_lat-5662.html, pristupljeno: 24. listopada 2015.)

1.1.4. Stupanj ugroženosti i mjere zaštite

Zbog velikog broja vrsta, loše taksonomije i manjka informacija o statusu populacija, glodavci se često ne smatraju ugroženim sisavcima, unatoč važnoj ulozi u ekosustavu i brojnim povijesnim dokazima o podložnosti izumiranju (Kryštufek i sur., 2009; Gippoliti i Amori, 2007; Amori i Gippoliti, 2003). Za skupine s malim brojem vrsta ističe se važnost pojedinih populacija, a strategije konzervacije uglavnom se temelje na pristupima više skupine i „vrućih točaka“ (Amori i Gippoliti, 2003).

Prema Rabinowitzevom modelu „sedam oblika rijetkosti“, dinarski voluhar zadovoljava sve značajke rijetkosti (Bužan i sur., 2010; Kryštufek i Bužan, 2008). Teritorij dinarskog voluhara je ograničen i fragmentiran, stanište vrlo specifično, a populacije su malene i često izolirane. Postoje i dokazi o kontinuiranom opadanju veličine teritorija, što dovodi u pitanje opstanak vrste (Kryštufek i sur., 2007), čak i populacija koje žive u optimalnim staništima (Bužan i sur., 2010).

Dinarski voluhar nalazi se na IUCN-uvom Crvenom popisu kao osjetljiva vrsta (VU – vulnerable; Kryštufek, 2008). Na nacionalnoj razini nema dovoljno informacija o ovoj vrsti (DD – data deficient; Kryštufek i Bužan, 2008).

Nedostatak informacija o biologiji dinarskog voluhara, kao i manjak identificiranih potencijalnih prijetnji, neki su od razloga za slab interes za proučavanjem ove vrste (Kryštufek i Bužan, 2008). Postojanje genetičke kriptičke raznolikosti dinarskog voluhara na maloj geografskoj skali doprinosi značaju Balkana kao „vruće točke“ bioraznolikosti (Kryštufek i sur., 2007; Bilton i sur., 1998). Također, filogenetičke linije dinarskog voluhara, koje pokazuju karakteristike alopatrijskih evolucijski značajnih jedinica (Podnar i sur., 2013; Kryštufek i sur., 2007), njegova pojavnost u zaštićenim područjima (Kryštufek, 2008) te povećana osjetljivost paleoendema na izumiranje (Bužan i sur., 2010), trebale bi doprinijeti izradi plana dugoročnog monitoringa populacija za procjenu potreba očuvanja dinarskog voluhara (Kryštufek i Bužan, 2008).

1.2. Prostorna niša

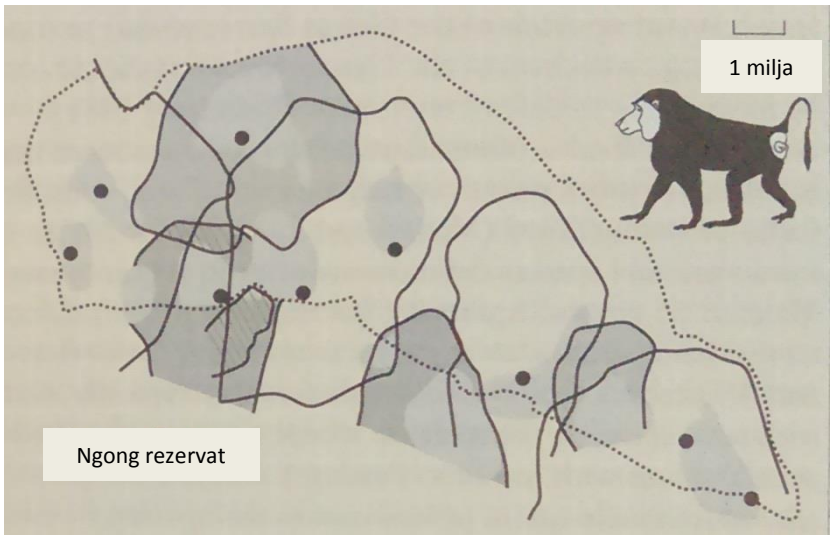
Svaka populacija ima specifičnu ulogu u ekosustavu u kojem se nalazi. Ta uloga opisuje se kao ekološka niša populacije, a funkcija je njezinih fizioloških i bihevioralnih karakteristika i trofičke razine, odnosno obuhvaća način života populacije i sve što utječe na njezino preživljavanje i reprodukciju. Fundamentalna niša obuhvaća potencijalni raspon fizičkih, kemijskih i bioloških čimbenika koje populacija može koristiti. Međutim, populacija uglavnom zauzima realiziranu nišu koja obuhvaća samo dio fundamentalne, onaj koji populacija stvarno iskorištava (najčešće zbog kompeticije). Jedan od čimbenika ekološke niše je prostor koji populacija koristi (Miller i Spoolman, 2008; Feldhamer i sur., 2007).

Osim kompeticije s drugim populacijama, veličina prostorne niše populacije može biti uzrokovana geološkom poviješću. Endemske vrste pojavljuju se na ograničenom geografskom području, a relikti su vrste nekada širokog areala, čije je područje rasprostranjenosti smanjeno zbog dugotrajne izolacije (Miller i Spoolman, 2008).

1.2.1. Stanište, teritorij i pokretljivost u okolišu

Stanište je prostor na kojem vrsta, odnosno populacija živi. Svako stanište obilježeno je određenim resursima i okolišnim uvjetima neophodnim za preživljavanje organizama (Miller i Spoolman, 2008). U užem smislu, stanište (engl. *home range*) je područje koje jedinka koristi u svakodnevnim aktivnostima, a na kojem poznaje lokacije hrane, vode i skloništa. Područje koje se najintenzivnjije koristi (engl. *core area*) najčešće sadržava gnijezdo, mjesto za spavanje ili hranjenje (**Slika 8**). Jedna jedinka, jedan par ili skupina, često isključivo zauzimaju određeno veće područje, teritorij, kojim patroliraju te ga aktivno brane (Feldhamer i sur., 2007).

Periodična kretanja na najvećoj razini, migracije, obuhvaćaju kretanje kroz različita staništa kao odgovor na sezonske promjene u dostupnosti i kvaliteti resursa. Uključuju specijalne fiziološke promjene za vrijeme kojih životinje ne odgovaraju na prisutnost ili odsutnost lokalnih resursa (Feldhamer i sur., 2007).



Slika 8. Stanište skupina pavijana u parku Nairobi u Keniji. Staništa u užem smislu (*home range*) se preklapaju, ali područja najintenzivnijeg korištenja se uglavnom ne preklapaju. Iscrtkana linija – granica parka Nairobi, puna linija – granice staništa skupina pavijana, svijetlo sivo – područja staništa koja se najintenzivnije koriste, točka – stabla na kojima pavijani spavaju (preuzeto i prilagođeno prema: Feldhamer i sur., 2007).

Međutim, većina kretanja sisavaca događa se u relativno malim područjima, kad jedinka dolazi do resursa u granicama staništa, označava teritorij ili ga brani od drugih jedinki. Kretanja van granica staništa uglavnom su vezana za potragu za partnerom ili novim pogodnim staništem prilikom smanjenja kapaciteta okoliša. Ovakvo ponašanje uključuje i natalnu disperziju, kretanje od mjesta rođenja prema mjestu reprodukcije, koje u sisavaca najčešće pokazuju mladi mužjaci. Rizik ovakvog ponašanja je nepoznavanje lokacija hrane i skloništa, ali ono povećava reproduktivni uspjeh jedinki (zbog manje vjerojatnosti srođivanja prilikom pronalaska partnera) te smanjuje kompeticiju s jedinkama iste vrste (Feldhamer i sur., 2007).

1.2.2. Utjecaj kompleksnosti okoliša

Rasprostranjenost vrste može biti uvjetovana nizom ekoloških čimbenika, biotičkih (unutarvrsni i međuvrsni odnosi) i abiotičkih (temperatura, hrana). Reproduktivne ženke malih sisavaca općenito su više izbirljive pri odabiru mikrostaništa jer je uspjeh njihove reprodukcije primarno ograničen okolišnim karakteristikama. Odrasli mužjaci često su mobilniji i manje selektivni pri odabiru staništa (Luque-Larena i sur., 2002a).

Za endemske i reliktne vrste, vrlo važan abiotički čimbenik je topografija, odnosno kompleksnost i kvaliteta okoliša u kojem se nalaze. Dinarski voluhar u simpatriji je sa

snježnom voluharicom koja odabire stanište na temelju prisutnosti i veličine kamenja, a preferira srednje veliko i veliko kamenje te akumulacije kamenja. Njezine morfološke adaptacije (produljeni rep, dobro razvijene stražnje noge, duge vibrise) i dobre penjačke sposobnosti, omogućavaju joj upotrebu strukturno kompleksnih mikrostaništa (Luque-Larena i sur., 2002a).

Prednosti kompleksnijeg okoliša uočljive su u kontekstu okolišne temperature i predacije. Krška staništa predstavljaju relativno stabilnu, uglavnom stenotermalnu mikroklimu. Dobri mikroklimatski uvjeti posebno su važni zimi, kada snježni pokrov iznad kompleksnog staništa štiti male nehibernirajuće sisavace od izravne izloženosti zimskoj klimi (Luque-Larena i sur., 2002a). Ravni i otvoreni prostori prohodniji su i pregledniji za male životinje, ali ih čine izloženijima i ne pružaju mogućnost zaklona. Gusta vegetacija može osigurati bolju zaštitu za male glodavce, ali može poslužiti i kao skrovište predatorima. Brojna skloništa i duboke pukotine krškog mikrostaništa pružaju dobar zaklon, a otežavaju lov predatorima (Luque-Larena i sur., 2002a; Crowder i Cooper, 1982).

1.2.3. Unutarvrsni i međuvrsni odnosi i olfaktorni signali

Populacije koje zauzimaju istu ili sličnu nišu u ekosustavu, odnosno ovise o iskorištavanju istih ograničenih prirodnih resursa (hrana, prostor), dolaze u kompeticiju, bilo da se radi o jedinkama iste vrste unutar populacije, jedinkama susjednih populacija ili jedinkama različitih vrsta (Miller i Spoolman, 2008; Feldhamer i sur., 2007).

Dugoročna kompeticija uglavnom rezultira kompetitivnom isključivošću. Zbog sposobnosti jedne vrste da bude učinkovitija od druge prilikom iskorištavanja resursa, druga vrsta je prisiljena na promjenu staništa, ili na promjenu ponašanja kako bi se prilagodila smanjenoj ili promijenjenoj niši u istom staništu, a može pretrpjeti i pad gustoće populacije ili izumrijeti u određenom području (Miller i Spoolman, 2008; Feldhamer i sur., 2007). Na gustoću populacije može utjecati i predacija. Vrste koje služe kao plijen razvile su prilagodbe za izbjegavanja predatora, bilo da se radi o ponašanju (brzi trk, let), visokorazvijenim osjetilima (vid, njuh), dobroj zaštiti (oklop, bodlje, kora, trnovi) ili morfološkim prilagodbama (zaštitna obojenost; Miller i Spoolman, 2008).

Evolucijski najraniji oblik osjetilne komunikacije su kemijski signali. Feromoni, kemijski signali koji izazivaju odgovor u drugih jedinki najčešće iste vrste (Feldhamer i sur., 2007), mogu izazvati hormonsku reakciju (prilikom identifikacije partnera) ili potaknuti neko

ponašanje (metoda uspostavljanja teritorija, upozorenje; Ferkin, 2015; Descovich i sur., 2012; Feldhamer i sur., 2007). Široko su rasprostranjeni; prenose informacije u mraku i putem čvrstih objekata, difundiraju kroz zrak ili vodu pa sporo djeluju, ali mogu trajati satima ili danima, te su učinkoviti u kontekstu potrošnje energije za proizvodnju takvog signala (Arakawa i sur., 2008; Feldhamer i sur., 2007). Olfaktorni signali kojima mali glodavci najčešće komuniciraju potječu od ekskrecijskih produkata ili žljezdanih sekreta (Luque-Larena i sur., 2002b; Ferkin i Johnston, 1995).

Olfaktorni signali prenose točnu informaciju o stanju, genotipu i fenotipu pošiljatelja. Razlikuju se između vrsta, unutar vrste, ali i između jedinki (Ferkin, 2015; Arakawa i sur., 2008). Odgovor primatelja signala je fleksibilan i određen njegovim kognitivnim karakteristikama, a prilagođen je tako da poveća preživljavanje i *fitness* primatelja (Ferkin, 2015).

Primjerice, mužjaci snježne voluharice manje su agresivni prilikom susreta i više izbjegavaju mužjake čiji miris prepoznaju. Ovakva karakteristika važna je za vrste kojima se preklapaju staništa te one koje imaju hijerarhijske socijalne sustave. Mirisne oznake mogu odbiti susjedne jedinke i tako uspostaviti vremensku i prostornu granicu bez fizičkog ili vizualnog kontakta (Descovich i sur., 2012; Luque-Larena i sur., 2001; Gosling, 1982). Također, miris predatora u staništu ukazuje na mogućnost susreta sa predatorom, stoga životinje često smanjuju potragu za hranom i generalnu aktivnost u takvim riskantnim područjima, ili ih u potpunosti izbjegavaju (Spencer i sur., 2014).

1.3. Značaj istraživanja životinja u zatočeništvu

Istraživanja koja se provode na laboratorijskim životinjama od velikog su značaja u biomedicini i farmakologiji. Također, u mnogim zoološkim vrtovima se provode programi razmnožavanja u zatočeništvu s ciljem reintrodukcije ugroženih i rijetkih vrsta u divljinu (Berger-Tal i sur., 2011; Feldhamer i sur., 2007). S ciljem sprječavanja smanjenja bioraznolikosti, ponašanje životinja se interdisciplinarno primjenjuje u konzervacijskoj biologiji (Berger-Tal i sur., 2011).

Različita adaptivna ponašanja organizama daju informacije o evolucijskim silama koje su oblikovale ta ponašanja, o okolišu koji organizam nastanjuje i o recentnim promjenama selekcijskih sila ili okoliša. Samo ponašanje može se koristiti kao indikator stanja organizma te stanja njegovog okoliša (Berger-Tal i sur., 2011), kao i za predviđanje stanja populacija pod utjecajem budućih promjena okoliša (Sutherland, 1998).

Bihevioralna ekologija proučava kako je ponašanje jedinki evolucijski i ekološki prilagođeno na okoliš u kojem žive te kako određeni uzorak ponašanja doprinosi vjerojatnosti preživljavanja životinje i njenom reproduktivnom uspjehu. Iako se povijesno smatralo da interindividualne varijacije fenotipskih karakteristika djeluju kao smetnja na evolucijski važne signale (prosjeke populacije), sve je više radova o osobnosti životinja (Semeniuk i sur., 2011) i sindromima ponašanja (Herde i Eccarrd, 2013; Semeniuk i sur., 2011) prema kojima je interindividualna varijacija ekološki i evolucijski važna karakteristika divljih populacija (Semeniuk i sur., 2011).

Rezultate laboratorijskih testova potrebno je tumačiti imajući na umu ekološku strategiju vrste koja se proučava, jer ona može značajno utjecati na ponašanje te vrste u testu. Spol, dob, pitomost, genetička obilježja životinje te interindividualnost također ne mogu biti zanemarene (Klejbor i Turlejski, 2012; Pisula i sur., 2012; Frynta, 1994). Divlje jedinke uglavnom su aktivnije od laboratorijskih i varijabilnijeg su ponašanja, pa se razlike u ponašanju ovakvih skupina mogu pokazati neznačajnim (Oosthuizen i sur., 2013).

Sljedeće domene ponašanja ključne su u bihevioralnoj ekologiji:

a) kretanje, odabir staništa (npr. ponašanje dispergirajućih jedinki na fragmentiranim staništima) i uzorci korištenja prostora (npr. migracijske rute vrste, prijetnja predacije),
b) potraga za hranom i odnos predator-plijen, te
c) socijalna ponašanja i reprodukcija.

Ova ponašanja pružaju brojne informacije o populaciji i dinamici zajednice, a važne su jer promjena ponašanja jedne vrste može utjecati na dinamiku cijele zajednice ili ekosustava (Berger-Tal i sur., 2011; Sutherland, 1998).

1.4. Obrazloženje teme i hipoteze

Izolirane populacije dinarskog voluhara posljedica su fragmentiranog staništa; optimalni prostori razdvojeni su prostorima manje pogodnih karakteristika. Kompleksnost okoliša može uvjetovati iskoristivost tog prostora, kao i utjecati na ponašanje životinja prilikom kretanja kroz takve prostore (Gray i sur., 2000; Fahrig i Merriam, 1994). Pretpostavljamo da će različita kompleksnost novog prostora prezentiranog u zatočeništvu, kao i prisutnost različitih olfaktornih signala (mirisa mužjaka i ženke iste vrste, druge vrste te predatora), uzrokovati razlike u ponašanju dinarskog voluhara. Očekujemo razlike u frekvencijama i trajanjima ponašanja, kao i u vremenu potrebnom do pojave pojedinih ponašanja. Dobiveni rezultati mogli bi doprinijeti procjeni mobilnosti i ugroženosti dinarskog voluhara u prirodnom staništu, kao i izradi plana monitoringa i zaštite ove ugrožene i zaštićene vrste.

1.5. Cilj istraživanja

Cilj ovog istraživanja je proučiti i analizirati:

1) utjecaj kompleksnosti prostora na ponašanje dinarskog voluhara, te
2) utjecaj različitih tipova olfaktornih signala na ponašanje dinarskog voluhara,

ovisno o spolu jedinki i sezoni.

2. MATERIJALI I METODE

2.1. Etičnost istraživanja

U ovom istraživanju, na dinarskim voluharima je provedena praksa za koju nije vjerojatno da uzrokuje bol, patnju, tjeskobu ili trajno oštećenje koje je jednako ili veće od onog izazvanog ubodom igle u skladu s dobrom veterinarskom praksom. Prema tome, ovo istraživanje nije klasificirano kao pokus te nije bila potrebna dozvola Ministarstva poljoprivrede.

Ovaj rad izrađen je u sklopu istraživanja biologije dinarskog voluhara koje se provodi u suradnji sa Zoološkim vrtom grada Zagreba. Istraživanje je u skladu s važećim Zakonom o zaštiti životinja (NN 135/06 i NN 37/13) i Pravilnikom o zaštiti životinja koje se koriste u pokusne ili druge znanstvene svrhe (NN 55/13), etički je prihvatljivo i odobreno od strane Etičkog povjerenstva Biološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta (URBROJ: 251-58-10617-14-33, 8. rujna 2014.).

2.2. Životinje i uvjeti održavanja

Istraživanje je provedeno u prostorijama Zoološkog vrta grada Zagreba. Šesnaest jedinki dinarskog voluhara podvrste *longipedis* (*Dinaromys bogdanovi* ssp. *longipedis*) smješteno je pojedinačno, u staklenim terarijima (dimenzije 80 cm x 60 cm x 55 cm) s kliznim stijenkama na prednjoj strani i gornjom stijenkom od žičane mreže (u nastavku: matični terarij, **Slika 9**). Dno matičnog terarija prekriveno je šljunkom, a mjesta ekskrecije su, radi lakšeg održavanja, posuta i slojem piljevine. U svakom uglu terarija smještena je po jedna keramička posuda s otvorima; ove posude jedinke koriste kao gnijezdo ili skladišta. Unutar terarija nalazi se kamenje i grane koje jedinke koriste za penjanje i skrivanje te keramičke posudice s vodom. Kako bi se što bolje simulirali uvjeti iz prirode, svaki terarij osvijetljen je i žaruljom (60 W) kojom se reguliraju uvjeti fotoperioda ovisno o sezonskim promjenama. Životinje su hranjene jednom dnevno sa svježe pokošenom mješavinom livadnog bilja u količini dovoljnoj za cjelodnevne potrebe. Zdravstveni monitoring jedinki provodila je veterinarska služba Zoološkog vrta.



Slika 9. Matični terarij. Strelica – vratašca koja povezuju matični i istraživački terarij.

Jedinkama su nasumično dodijeljeni brojevi od 1 do 16 (**Tablica 2**). Istraživanje je provedeno u dvije sezone; u sezoni parenja (ljetna sezona) istraživanje je trajalo od kraja lipnja do početka kolovoza 2014. godine, dok je istraživanje izvan perioda parenja (zimska sezona) provedeno tijekom prosinca 2014. godine.

Tablica 2. Jedinke dinarskog voluhara u istraživanju (m – mužjak, f – ženka, + – jedinka uginula između dvije sezone istraživanja).

JEDINKA	IDENTIFIKACIJSKI BROJ	SPOL
1	125135	m
2	125128	f
3	125137	m
4	125134	f
5	125127	m
6	125106	m
7	125129	m
8	125124	m
9	125139	f
10	125136	f
11	125138	m
12	125141	f
13 +	125140	m
14	125142	f
15	125107	f
16	125123	f

2.3. Generalne postavke istraživanja

Terariji su u prostoriji smješteni tako da se između po dva matična terarija nalazi jedan terarij u kojem se provodi istraživanje (u nastavku: istraživački terarij). Na ovaj se način u potpunosti izbjeglo rukovanje sa životinjama. Istraživački terariji također su stakleni, s mrežastom gornjom stijenkom, te istih dimenzija kao matični terarij. Gornja stijenka ima nadograđenu konstrukciju od iste žičane mrežice, a u nju je postavljena infracrvena kamera koja snima donju površinu istraživačkog terarija.

Matični i istraživački terarij međusobno su povezani vratašcima koja se zatvaraju staklenom pločicom (**Slika 9, strelica**). S obje bočne strane istraživačkog terarija nalaze se po jedna takva vratašca.

Zbog ograničenog prostora i količine opreme, moguće je bilo isključivo provođenje istraživanja s pet jedinki istovremeno. Između istraživačkog terarija i matičnog terarija jedinke koja u danom trenutku ne sudjeluje u istraživanju postavljana je pregrada od bijelog papira.

Istraživanja postava s novim prostorom različite kompleksnosti provedena su prva, a zatim istraživanja postava s olfaktornim signalima. Redoslijed prezentacije varijanti postava određen je nasumično, programom Research Randomizer (https://www.randomizer.org/; **Prilog 1**).

Dno istraživačkog terarija prekriveno je tankim slojem piljevine, a zatim su postavljene po četiri keramičke pločice (po jedna velika pločica u gornji lijevi i donji desni kut, te po jedna mala u donji lijevi i gornji desni kut). Ovaj postupak bio je zajednički za oba postava i sve njihove varijante.

2.4. Postavke istraživanja u ovisnosti o kompleksnosti prostora

Postav s novim prostorom različite kompleksnosti osmišljen je za proučavanje ponašanja dinarskog voluhara prilikom prvog susreta s takvim prostorom. Svrha ovog istraživanja je proučiti kako kompleksnost okoliša utječe na ponašanje jedinki.

Varijanta 1 postava s novim prostorom je otvoreni tip staništa, odnosno ravan prostor bez prepreka. U središte istraživačkog terarija postavljan je jedan manji kamen (**Slika 10**).



Slika 10. Postav s novim prostorom različite kompleksnosti, varijanta 1 – prostor najmanje kompleksnosti.

Varijanta 2 također je otvoreni tip staništa, čini ju prostor s preprekama, ali bez mogućnosti zaklona za jedinku. U istraživački terarij postavljeno je između sedam i devet kamena, ovisno o njihovoj veličini, tako da ravnomjerno prekriju dno (**Slika 11**).



Slika 11. Postav s novim prostorom različite kompleksnosti, varijanta 2 – prostor srednje kompleksnosti.

Varijanta 3 je najkompleksniji tip staništa, sadrži visoko kamenje s procijepima, a dio prostora je natkriven i pruža mogućnost zaklona. U istraživački terarij postavljeno je šest velikih kamena, po tri u dvije linije, te povrh njih dva do četiri mala, plosnata kamena (**Slika 12**).



Slika 12. Postav s novim prostorom različite kompleksnosti, varijanta 3 – prostor najveće kompleksnosti.

2.5. Postavke istraživanja u ovisnosti o olfaktornim signalima

Postav s olfaktornim signalima osmišljen je za proučavanje ponašanja dinarskog voluhara u prividno zauzetom prostoru. U ovom postavu kompleksnost okoliša nije značajni čimbenik, već različiti mirisi na koje jedinka nailazi prilikom istraživanja novog prostora, a koji bi mogli uvjetovati njezino ponašanje.

U postavu s olfaktornim signalima postavljano je šest kamena, po tri u dvije linije (**Slika 13**). Prije početka istraživanja, po tri nasumično određena kamena označena su otopinom s mirisom (**Prilog 2**). Prethodno je u pojedinačne plastične epruvete prikupljen izmet laboratorijskog miša, poskoka te mužjaka i ženke jedinki dinarskog voluhara koje nisu u istraživanju. Otopina je pripremljena tako da se u epruvetu s izmetom doda malo vode, epruveta se zatim začepi i mućka nekoliko minuta. Dobivena otopina je vatenim štapićem nanesena na dio gornje površine određenog kamena. Numeriranje kamena u postavu s olfaktornim signalima prikazano je u **Prilogu 3**.



Slika 13. Postav s olfaktornim signalima.

2.6. Prikupljanje podataka

Na temelju prethodnih promatranja dnevno-noćnih aktivnosti dinarskog voluhara u zatočeništvu uočeno je da su najaktivniji nakon zalaska te prije izlaska sunca. Ovakvo opažanje sukladno je opaženom periodu aktivnosti u prirodi, prilikom hvatanja dinarskog voluhara živolovkama; 85% svih ulova dogodilo se tijekom noći (Kryštufek i sur., 2010). Sva istraživanja, odnosno snimanja, dogovorno su počinjala 20 minuta nakon zalaska sunca, a trajala su jedan sat. Za snimanje je korišteno 5 dnevno-noćnih kamera 540TVL (iCATCH) priključenih na sustav za video-nadzor, 8-kanalni IP68 snimač (HDVision).

Prije početka snimanja gašeno je svjetlo u prostoriji. Nakon početka snimanja otvarana su staklena vratašca koja dijele matični i istraživački terarij. Jedinke su imale omogućen slobodan ulazak u istraživački terarij i povratak u matični. Za vrijeme snimanja istraživači su napuštali prostoriju kako bi se isključilo ometanje istraživanja.

Slobodno istraživanje, kakvo je životinjama omogućeno u ovom radu, daje pouzdanije rezultate od prisilnog istraživanja jer smanjuje stres uzrokovan manipulacijom i ometanjem životinje (Pisula i sur., 2012; Frynta, 1994), a jedinkama je omogućen izbor između istraživanja novog prostora ili ostanka u poznatom, sigurnom prostoru, kao i mogućnost postepene prilagode na novi okoliš (Pisula i sur., 2012).

Po isteku jednog sata snimanja, istraživači su se vraćali u prostoriju i palili svjetlo. Ukoliko su se jedinke nalazile u istraživačkom terariju, potaknut je njihov povratak u matični terarij. Vratašca su zatvarana staklenom pločicom i gašeno je snimanje. Video-snimke kopirane su sa snimača na prijenosni disk.

Prilikom provođenja istraživanja postava s novim prostorom različite kompleksnosti, snimke su pregledane kako bi se provjerilo jesu li sve jedinke ušle u istraživački terarij. Ukoliko nisu, ovaj postav je ponavljan još najviše dva puta u idućem krugu prezentacija.

2.7. Čišćenje istraživačkog terarija

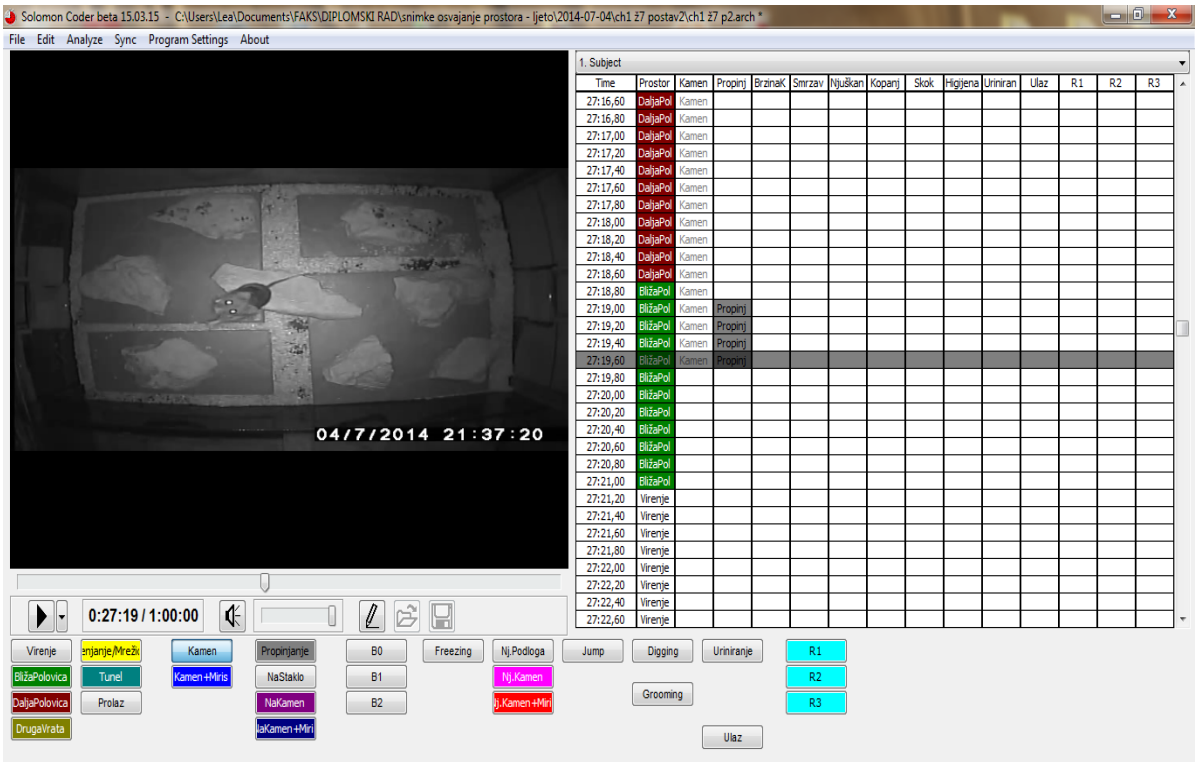
Iz istraživačkih terarija vađeno je kamenje i keramičke pločice te uklonjena piljevina. Kamenje i pločice pregledani su za tragove urina te je, ukoliko su pronađeni, u obrazac (**Prilog 4**) zabilježen njihov broj i smještaj. Staklene površine terarija dezinficirane su koristeći 70%-tni etanol, a kamenje i pločice također su očišćeni 70%-tnim etanolom te oprani u vodi (prema: Luque-Larena i sur., 2001).

2.8. Priprema i analiza video-snimki

Sustav za video-nadzor pohranjuje snimke u obliku datoteka s ekstenzijom .irf. Svaka takva datoteka sadrži desetominutne fragmente snimaka pet kanala sustava na koje su bile priključene kamere. Pomoću programa Irftool (http://jlecctv.com/downloads/) ovakve datoteke razdvojene su na zasebne desetominutne fragmente snimke svakog kanala u .avi formatu. Fragmenti istog kanala zatim su spojeni u jednu snimku koristeći program Free Video Joiner 5.5.8. (http://www.freevideojoiner.com/).

Nakon pregleda nekoliko nasumično odabranih snimki različitih postava, i na temelju etograma dinarskog voluhara (Malenica, 2011), sastavljen je popis od 25 ponašanja (**Tablica 3**) kojima je moguće opisati način na koji dinarski voluhari istražuju novi prostor.

Za analizu video-snimki korišten je računalni program Solomon Coder beta 15.03.15 (http://solomoncoder.com/; **Slika 14**), namijenjen za analizu snimki ponašanja životinja. Prema uputama programa, pojedina ponašanja grupirana su u kategorije na temelju isključivosti (**Tablica 3**). Snimke su analizirane na razini 0,2 sekunde.



Slika 14. Radni zaslon programa Solomon Coder.

Tablica 3. Popis analiziranih ponašanja i njihov opis.

KATEGORIJA	PONAŠANJE	OPIS
Prostor	*Izvan terarija*	*Jedinka se ne nalazi u istraživačkom terariju, već u matičnom terariju. Ovaj element se ne bilježi.*
	Virenje	Boravak na vratašcima između matičnog i istrazivačkog terarija, u trajanju od najmanje 0,8 sekundi. Uključuje i razmatranje povratka u matični terarij (u obliku propinjanja uz vratašca, njuškanje i dr.) dok jedinka boravi u istraživačkom terariju. Virenje kraće od 0,8 s bilježi se samo ukoliko jedinka proviruje iz matičnog terarija u istraživački, ali bez ulaska u istraživački terarij.
	Bliža polovica	Bilježi se boravak jedinke u polovici istraživačkog terarija bližoj matičnom terariju. Ulazak jedinke u bližu polovicu je silazak stražnjim nogama s vratašaca matičnog terarija. Boravak u bližoj polovici prestaje kada jedinka stražnjim nogama prijeđe liniju povučenu sredinom istraživačkog terarija (od prednje do stražnje strane), odnosno kada uđe u **Dalju polovicu**, ili kada se odvija **Virenje.**
	Dalja polovica	Bilježi se boravak jedinke u polovici istraživačkog terarija daljoj od matičnog terarija. Bilježenje počinje kada jedinka stražnjim nogama prijeđe liniju povučenu sredinom istraživačkog terarija, a završava kada se jedinka vrati u **Bližu polovicu** ili kada se odvija ponašanje **Druga vratašca**.
	Druga vratašca	Jedinka je u daljoj polovici istraživačkog terarija, uz vratašca koja povezuju istraživački terarij s matičnim terarijem druge jedinke. Jedinka njuška vratašaca, propinje se uz njih ili se penje na njih.
	Penjanje/Mrežica	Jedinka se penje kada stražnjmim nogama ne dotiče podlogu ili kamenje, odnosno boravi na bočnim stijenkama terarija ili mrežici (tada najčešće nije vidljiva). Ovo ponašanje prekida boravak u **Bližoj** ili **Daljoj polovici**, a može se nastaviti i na **Virenje** ili **Druga vratašca**.
	Tunel	U varijanti 3 postava s novim prostorom različite kompleksnosti, jedinka je u tunelu kada joj se ne vidi veći dio tijela ili stražnje noge (ovisno o kutu pod kojim je snimljen ulaz u tunel). Jednika je izašla iz tunela kada joj se vide prednje noge, odnosno kada joj je barem polovica tijela izvan tunela. Ako je jedinka u **Prolazu**, a ne vidi se što radi, bilježi se da je u tunelu.
	Prolaz	U varijanti 3 postava s novim prostorom različite kompleksnosti, jedinka je u prolazu kada stoji ili boravi na otvoru, odnosno u procijepima između kamenja (ne i kada samo prođe kroz njih). Prilikom boravka u ovom prostoru vidljivo je što jedinka radi.

Tablica 3. Nastavak 1.

Ulaz	Ulaz	Trenutni događaj*. Bilježi se pri svakom novom ulasku jedinke cijelim tijelom iz matičnog terarija u istraživački. Ne bilježi se ako je boravak u istraživačkom terariju isprekidan virenjem u matični ili boravkom na vratašcima bez odlaska u matični terarij.
Kamen	Kamen bez mirisa	Jedinka je na kamenu kada se na njega popne cijelim tijelom, odnosno stražnjim nogama, do trenutka kada stražnje noge više nisu na kamenu. Učokirano kretanje (Malenica, 2011) između kamena i stakla također se bilježi.
	Kamen s mirisom	Bilježi se kada se jedinka popne na kamen obilježen mirisom (u postavu s olfaktornim signalima).
Propinjanje	Propinjanje bez oslonca	Jedinka stoji na stražnjim nogama, s prednjim nogama u zraku, bez oslonca.
	Propinjanje s osloncem na staklo	Jedinka stoji na stražnjim nogama, prednjim nogama oslonjena na bočne stijenke terarija.
	Propinjanje s osloncem na kamen bez mirisa	Jedinka stoji na stražnjim nogama, prednjim nogama oslonjena na kamen (bez olfaktornog signala).
	Propinjanje s osloncem na kamen s mirisom	Jedinka stoji na stražnjim nogama, prednjim nogama oslonjena na kamen s olfaktornim signalom (u postavu s olfaktornim signalima).
Brzina kretanja	B0	Jedinka stoji ili sjedi, miruje, ne pomiče stražnje noge prilikom odvijanja drugih ponašanja (npr. čišćenje, njuškanje), u trajanju od najmanje dvije sekunde.
	B1	Kretanje jedinke prosječnom brzinom, koračanje, uz mirovanja kraća od dvije sekunde. Pri ovoj brzini se odvijaju druga ponašanja.
	B2	Brzi trk ili galop. Epizode duljeg brzog kretanja i skakanja po terariju. Trzajevi koji rezultiraju rotacijom oko osi tijela za oko 180°.
Smrzavanje	Smrzavanje	Jedinka se uopće ne kreće niti pomiče, niti je vidljiv ikakav oblik ponašanja u trajanju od najmanje jedne sekunde. Jedinka često ima „izdužen oblik“.
Njuškanje	Njuškanje podloge	Njuškanje podloge (pločice i piljevina), bočnih stijenki istraživačkog terarija ili drugih vratašca.
	Njuškanje kamena bez mirisa	Njuškanje kamena (bez olfakrornog signala).
	Njuškanje kamena s mirisom	Njuškanje kamena s olfaktornim signalom (u postavu s olfaktornim signalima).
Kopanje	Kopanje	Jedinka prednjim nogama ili njuškom vidljivo razgrće piljevinu.

Tablica 3. Nastavak 2.

Skok	Skok	Trenutni događaj*. Skok na staklo ili mrežicu i sa stakla ili mrežice, te skok na mjestu. Trenutak kada su jedinki sve četiri noge u zraku. Skok s podloge na kamen, s kamena na kamen, s kamena na podlogu i skok pri ulazu ili izlazu se ne bilježi jer je najčešće jedini način penjanja ili silaska u navedenim situacijama.
Higijena	Higijena	Svi oblici čišćenja, lizanje, grickanje, otresanje ili češkanje, neovisno o trajanju.
Uriniranje	Uriniranje	Čin uriniranja, pri čemu jedinka označava prostor.
Rezervna kategorija 1^{+}	Nošenje hrane	Jedinka nosi hranu (vlat trave); unosi ju iz matičnog u istraživački terarij, ili ju nosi unutar istraživačkog terarija. Bilježi se do trenutka kada jedinka ispusti hranu ili ju počne grickati, ili do trenutka ulaska u tunel (varijanta 3 postava s novim prostorom različite kompleksnosti) kada više nije vidljiva.
Rezervna kategorija 2^{+}	Grickanje i jedenje	Jedinka gricka ili jede hranu, unešenu iz matičnog terarija ili pronađenu u istraživačkom terariju.
Rezervna kategorija 3^{+}	Povlačenje	Jedinka se povlači od objekta ili točke u prostoru kratkim trzajem unatrag (bez promjene položaja u prostoru) ili skokom.

*Trenutni događaj je ponašanje za koje je značajna isključivo frekvencija, ne i trajanje. Program mu pridružuje najmanji mogući iznos za trajanje (0,2 s), ali se vrijednosti trajanja ovih ponašanja ne koriste u analizi.

$^{+}$Program nema mogućnost naknadnog dodavanja ponašanja koja se promatraju, stoga su rezervne kategorije uključene u popis ponašanja prije početka analize snimki, u slučaju da bude uočeno ponašanje koje nije unaprijed predviđeno.

2.9. Statistička analiza

Program Solomon Coder omogućuje ispis osnovnih numeričkih podataka potrebnih za daljnju analizu, i to frekvencije i trajanje ponašanja te latenciju ponašanja. Ovi podaci, zajedno s osnovnim podacima o svakoj jedinci (datum istraživanja, spol, postav i varijanta, sezona i dr.), uneseni su u tablicu u programu Microsoft Office Excel.

Nisu sve jedinke provele jednako vremena u istraživačkom terariju, stoga je iznos nekih frekvencija i trajanja ponašanja ovisan isključivo o ukupnom vremenu provedenom u istraživačkom terariju. Kako bi podaci bili izjednačeni, frekvencije i trajanja tih ponašanja podijeljena su s ukupnim vremenom koje je jedinka provela u istraživačkom terariju (u sekundama). Frekvencije ponašanja su tako izražene kao broj pojavljivanja tog ponašanja u sekundi, a trajanja ponašanja kao udio u ukupnom vremenu aktivnosti. Ukoliko bi ova ponašanja bila izražena u nekom drugom vremenskom intervalu, npr. minuti, rezultati bi vjerojatno bili drugačiji. Međutim, zbog velikog intenziteta aktivnosti dinarskog voluhara, zbog velike oscilacije u trajanju ukupnog boravka jedinki u istraživačkom terariju, kao i zbog činjenice da su sva ponašanja prilikom kodiranja promatrana na razini od 0,2 sekunde, smatram da je vremenska jedinica sekunde prikladna za tumačnje ovih rezultata.

Analizirana su sljedeća ponašanja:

- pokušaj u kojem je jedinka ušla u istraživački terarij (u postavu s novim prostorom različite kompleksnosti), broj provirivanja u istraživački terarij prije prvog ulaska, oznake urina (na pločicama, na kamenju i ukupno), tragovi hranjenja;
- frekvencije: virenje, ulazak u istraživački terarij, penjanje, boravak na drugim vratašcima, boravak u tunelu i u prolazu, boravak na kamenju i kamenju s mirisom te ukupan boravak na kamenju, propinjanje bez oslonca, s osloncem na staklo i ukupno propinjanje, mirovanje, sporo i brzo kretanje, smrzavanje, njuškanje podloge, kamenja, kamenja s mirisom, ukupno njuškanje kamenja i ukupno njuškanje, kopanje, skok, higijena, uriniranje, nošenje hrane i hranjenje, povlačenje;
- latencije: prvo virenje, ulazak u istraživački terarij (odnosno bližu polovicu), dalju polovicu, prvo penjanje, prvi boravak na drugim vratašcima, tunelu i prolazu, kamenu i kamenu s mirisom, prvo propinjanje bez oslonca i s osloncem na staklo, prvo mirovanje, sporo i brzo kretanje, smrzavanje, njuškanje podloge, kamena i kamena s mirisom, kopanje, skok, higijena, uriniranje, nošenje hrane i hranjenje, povlačenje;

- trajanja: virenje, boravak u bližoj i daljoj polovici istraživačkog terarija, penjanje, boravak na drugim vratašcima, boravak u tunelu i u prolazu, ukupan boravak u istraživačkom terariju (uključujući trajanje virenja i ne uključujući ga), boravak na kamenju i kamenju s mirisom te ukupan boravak na kamenju, propinjanje bez oslonca, s osloncem na staklo i ukupno propinjanje, mirovanje, sporo i brzo kretanje, smrzavanje, njuškanje podloge, kamenja, kamenja s mirisom, ukupno njuškanje kamenja i ukupno njuškanje, kopanje, higijena, uriniranje, nošenje hrane i hranjenje, povlačenje.

Podaci su statistički obrađeni pomoću programa Statistica (StatsSoft 7.0. inc.). Na razini značajnosti $p<0,05$, provedene su neparametrijske analize upotrebom Mann-Whitney U testa i Kruskal-Wallis testa, a rezultati su prikazani i grafički, Box-Whisker Plot grafovima. Podaci su analizirani na temelju spola, sezone, postava i varijante postava. Uspoređeno je ponašanje mužjaka i ženki u ljetnoj sezoni, te razlike u ponašanju ženki ovisno o sezoni. Također, uspoređeno je ponašanje u varijanti 2 postava s novim prostorom različite kompleksnosti s ponašanjem u prostoru s olfaktornim signalima, kako bi se proučio utjecaj olfaktornih signala na ponašanje u prostoru slične kompleksnosti.

Zbog jasnijeg tumačenja, rezultati unutar svake analize grupirani su u tri skupine:

1) ulazak u novi prostor,
2) boravak u novom prostoru i
3) istraživanje novog prostora.

3. REZULTATI

Ukupno je snimljeno 118 snimki, od čega 64 snimke postava s novim prostorom različite kompleksnosti i 54 snimke postava s olfaktornim signalima. Analizirano je ukupno 86 snimki, od čega 37 snimki postava s novim prostorom različite kompleksnosti i 49 snimki postava s olfaktornim signalima. Preostale snimke nisu analizirane (jer jedinke nisu ušle u istraživački terarij) ili nisu statistički obrađene (uslijed tehničke neispravnosti snimke). Raspodjela analiziranih snimki prema spolu, sezoni i varijanti postava prikazana je u **Tablici 4**. U ljetnoj sezoni ukupno je analizirano 63 snimke, a u zimskoj sezoni 23 snimke. Efektivno vrijeme analiziranog materijala iznosi 24 sata i 11 minuta.

Tablica 4. Raspodjela analiziranih snimki prema spolu, sezoni i varijanti postava (brojčane vrijednosti predstavljaju broj analiziranih snimki i njihovo trajanje u satima).

	novi prostor različite kompleksnosti						**olfaktorni signali**								
	1		**2**		**3**		**cm**		**cf**		**hm**		**P**		
	lj	**z**	**lj**	**z**	**lj**	**z**	**lj**	**z**	**lj**	**z**	**lj**	**z**	**lj**	**Z**	**Σ**
m	6	0	5	0	6	0	6	0	4	0	5	0	6	0	38
f	3	2	3	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	2	48
Σ	9	2	8	4	10	4	10	3	7	4	9	4	10	2	86

1 – prostor najmanje kompleksnosti, 2 – prostor srednje kompleksnosti, 3 – prostor najveće kompleksnosti; cm – prezentacija mirisa mužjaka dinarskog voluhara, cf – prezentacija mirisa ženke dinarskog voluhara, hm – prezentacija mirisa mužjaka miša, p – prezentacija mirisa poskoka; lj – ljetna sezona, z – zimska sezona; m – mužjaci, f – ženke.

Jedinka 6 nije ušla niti u jednu od prezentiranih varijanti postava s novim prostorom različite kompleksnosti, čak niti nakon ponavljanja prezentacije, pa je isključena iz daljnjih istraživanja. Jedinka 13 uginula je prije početka istraživanja u zimskoj sezoni (**Tablica 2**).

Za vrijeme obrade snimki uočeno je da se ponašanja 'Propinjanje s osloncem na kamen' te 'Propinjanje s osloncem na kamen s mirisom' ne događaju kao zasebna ponašanja, odnosno jedinke se ne propinju s osloncem na kamen. Ova ponašanja događala su se samo u sklopu nekih drugih ponašanja, na primjer, prilikom spuštanja jedinke s gornje ili bočnih stijenki istraživačkog terarija ili uoči penjanja na kamen. Budući da ne pružaju dodatnu informaciju o ponašanju dinarskog voluhara, ova ponašanja nisu statistički obrađena. Također, nisu obrađeni ni podaci o ponašanju 'Uriniranje' jer sam čin uriniranja nije bio vidljiv na snimkama.

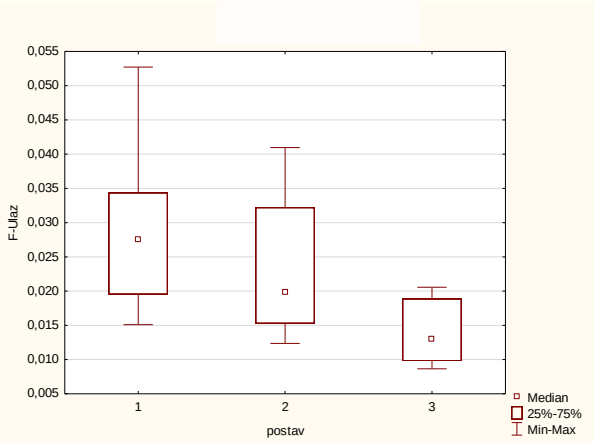
3.1. Ponašanje u ovisnosti o kompleksnosti novog prostora

3.1.1. Utjecaj kompleksnosti prostora (analiza podataka za ljetnu sezonu)

Upotrebom Kruskal-Wallis testa prema varijanti kompleksnosti novog prostora analizirani su podaci o ponašanju dinarskog voluhara u ovisnosti o kompleksnosti novog prostora u ljetnoj sezoni. Nisu zabilježene statistički značajne razlike u latencijama ponašanja. Statistički značajne razlike zabilježene su za sljedeće frekvencije i trajanja ponašanja:

Ulazak u novi prostor

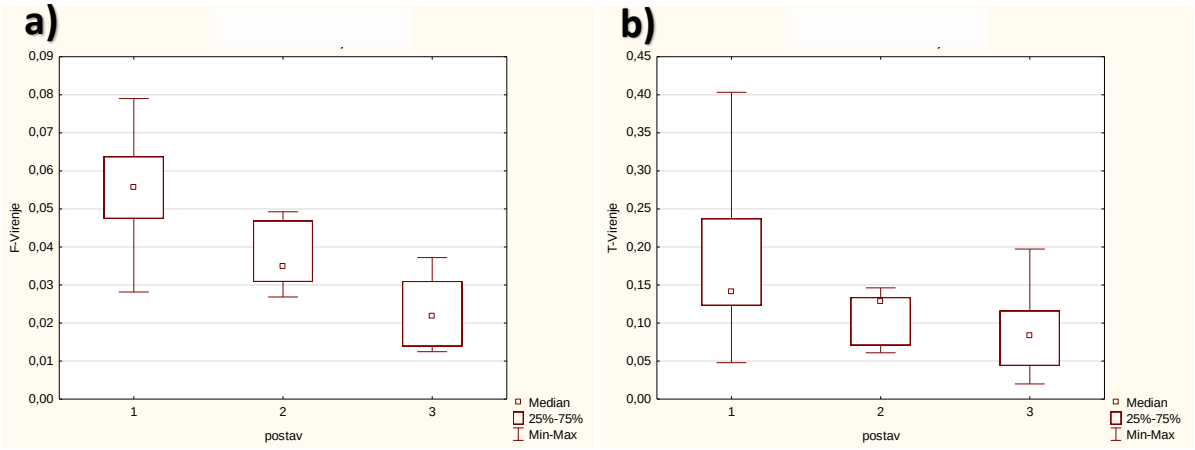
Frekvencija ulazaka (H(2, N=27)=8,807055, p=0,0122; **Slika 15**) najveća je u varijanti 1, a najmanja u varijanti 3. Daljnja analiza upotrebom višestruke usporede (engl. *multiple comparisons*) ukazuje na značajnu razliku između varijante 1 i 3 (p=0,012196).



Slika 15. Razlika u frekvenciji ulazaka u novi prostor ovisno o kompleksnosti. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, varijantu kompleksnosti novog prostora, 1 – varijanta 1, 2 – varijanta 2, 3 – varijanta 3. Os y prikazuje frekvenciju ulazaka u sekundi.

*Točka predstavlja srednju vrijednost ponašanja, pravokutnik obuhvaća raspon od 25 do 75% vrijednosti ponašanja, a crte označavaju ekstreme, minimum i maksimum. Objašnjenje vrijedi za sve grafove (**Slika 16 – Slika 63**) prikazane u nastavku rada.

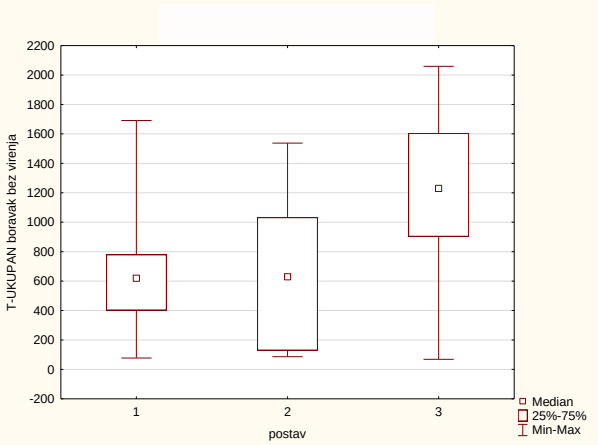
Frekvencija virenja iz matičnog u istraživački terarij, i obrnuto, (H(2, N=27)=14,59541, p=0,0007; **Slika 16a**) najveća je u varijanti 1, a najmanja u varijanti 3. Daljnja analiza upotrebom višestruke usporede ukazuje na razliku između varijante 1 i 3 (p=0,000409). **Trajanje virenja** (H(2, N=27)=6,222399, p=0,0445; **Slika 16b**) najdulje je u varijanti 1, a najkraće u varijanti 3. Daljnja analiza upotrebom višestruke usporedbe ukazuje na razliku između varijante 1 i 3 (p=0,038085).



Slika 16. Razlika u (a) frekvenciji virenja i (b) trajanju virenja ovisno o tipu kompleksnosti novog prostora. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, varijantu kompleksnosti novog prostora, 1 – varijanta 1, 2 – varijanta 2, 3 – varijanta 3. Os y prikazuje (a) frekvenciju virenja u sekundi, odnosno (b) udio trajanja virenja u ukupnom vremenu boravka u istraživačkom terariju*.

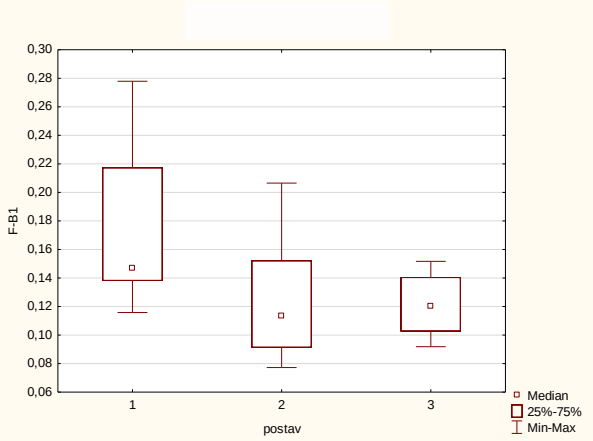
Boravak u novom prostoru

Trajanje ukupnog boravka u istraživačkom terariju (ne uključujući vrijeme virenja; H(2, N=27)=6,057143, p=0,0484; **Slika 17**) najdulje je u varijanti 3, a kraće u varijantama 1 i 2.



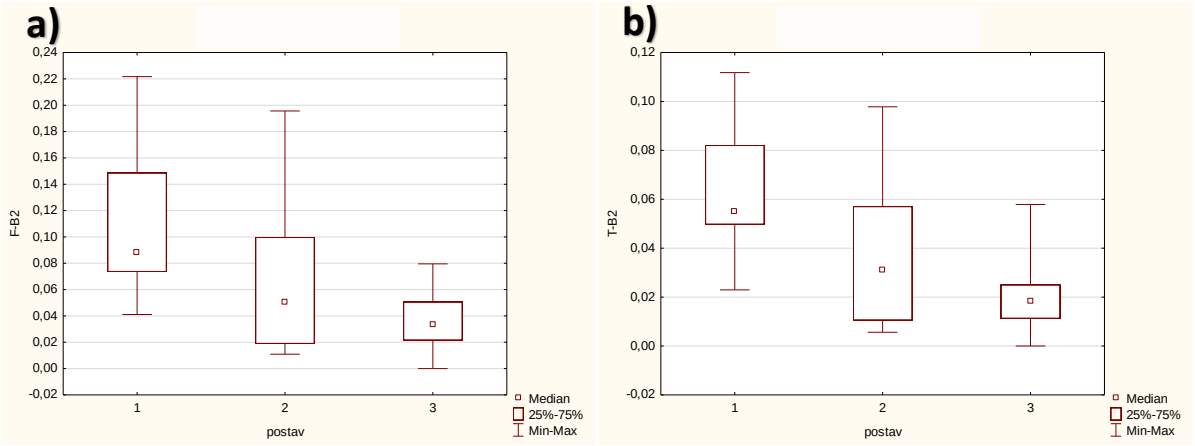
Slika 17. Razlika u ukupnom trajanju boravka u istraživačkom terariju ovisno o tipu kompleksnosti novog prostora. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, varijantu kompleksnosti novog prostora, 1 – varijanta 1, 2 – varijanta 2, 3 – varijanta 3. Os y prikazuje trajanje ukupnog boravka u sekundama*.

Frekvencija sporog kretanja (H(2, N=27)=6,363139, p=0,0415; **Slika 18**) najveća je u varijanti 1, a najmanja u varijanti 3.



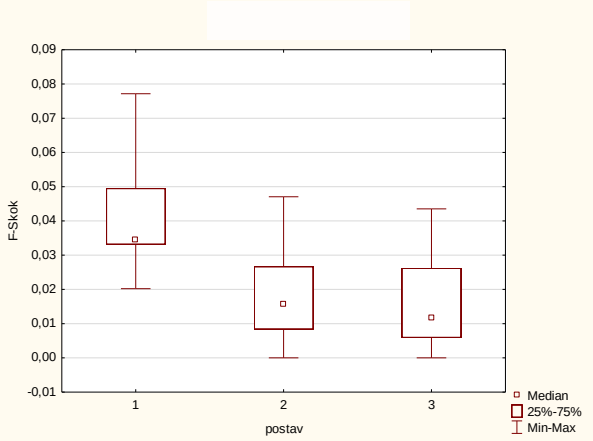
Slika 18. Razlika u frekvenciji sporog kretanja ovisno o tipu kompleksnosti novog prostora. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, varijantu kompleksnosti novog prostora, 1 – varijanta 1, 2 – varijanta 2, 3 – varijanta 3. Os y prikazuje frekvenciju sporog kretanja u sekundi*.

Frekvencija brzog kretanja (H(2, N=27)=9,439198, p=0,0089; **Slika 19a**) najveća je u varijanti 1, a najmanja u varijanti 3. Daljnja analiza upotrebom višestruke usporede ukazuje na razliku između varijante 1 i 3 (p=0,006871). **Trajanje brzog kretanja** (H(2, N=27)=8,087478, p=0,0175; **Slika 19b**) najdulje je u varijanti 1, a najkraće u varijanti 3. Daljnja analiza upotrebom višestruke usporede ukazuje na razliku između varijante 1 i 3 (p=0,015626).



Slika 19. Razlika u (a) frekvenciji brzih kretanja i (b) trajanju brzih kretanja ovisno o tipu kompleksnosti novog prostora. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, varijantu kompleksnosti novog prostora, 1 – varijanta 1, 2 – varijanta 2, 3 – varijanta 3. Os y prikazuje (a) frekvenciju brzog kretanja u sekundi, odnosno (b) udio trajanja brzog kretanja u ukupnom vremenu boravka u istraživačkom terariju*.

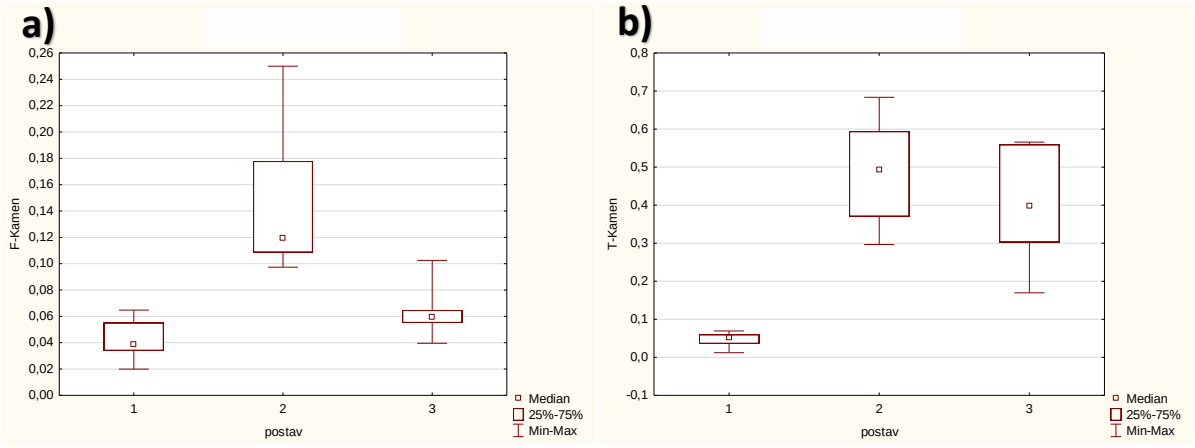
Frekvencija skoka (H(2, N=27)=9,291472, p=0,0096; **Slika 20**) najveća je u varijanti 1, a manja u varijantama 2 i 3. Daljnja analiza upotrebom višestruke usporede ukazuje na razliku između varijante 1 i 2 (p=0,049650) te 1 i 3 (p=0,014148).



Slika 20. Razlika u frekvenciji skoka ovisno o tipu kompleksnosti novog prostora. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, varijantu kompleksnosti novog prostora, 1 – varijanta 1, 2 – varijanta 2, 3 – varijanta 3. Os y prikazuje frekvenciju skoka u sekundi*.

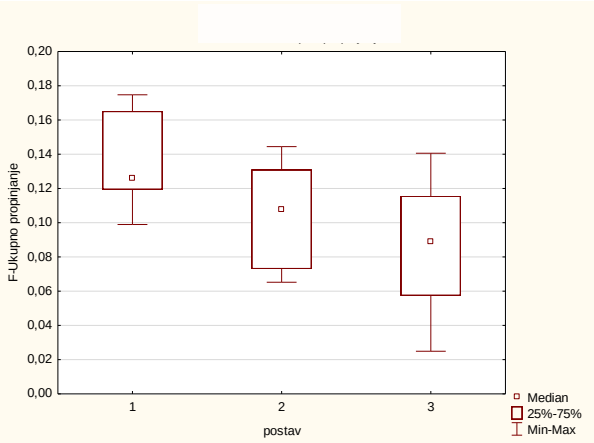
Istraživanje novog prostora

Frekvencija boravka na kamenju (H(2, N=27)=18,44515, p=0,0001; **Slika 21a**) najveća je u varijanti 2, a manja u varijantama 1 i 3, ali nešto veća u varijanti 3. Daljnja analiza upotrebom višestruke usporede ukazuje na razliku između varijante 1 i 2 (p=0,000058), te varijante 2 i 3 (p=0,021059). **Trajanje boravka na kamenju** (H(2, N=27)=18,16071, p=0,0001; **Slika 21b**) najkraće je u varijanti 1, a dulje u varijantama 2 i 3, i to nešto duže u varijanti 2. Daljnja analiza upotrebom višestruke usporedbe ukazuje na razliku između varijanti 1 i 2 (p=0,000201) te 1 i 3 (p=0,003001).



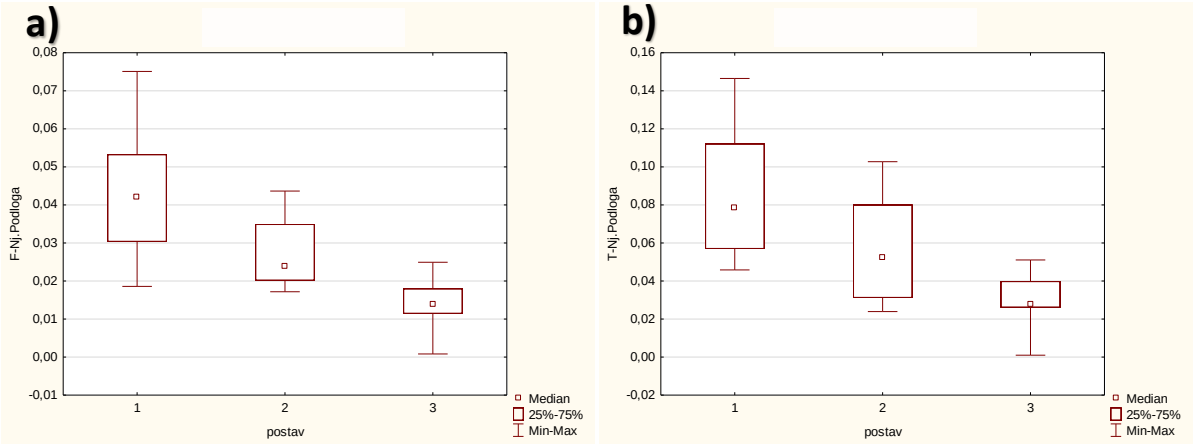
Slika 21. Razlika u (a) frekvenciji boravaka na kamenju i (b) trajanju boravaka na kamenju ovisno o tipu kompleksnosti novog prostora. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, varijantu kompleksnosti novog prostora, 1 – varijanta 1, 2 – varijanta 2, 3 – varijanta 3. Os y prikazuje (a) frekvenciju boravka na kamenju u sekundi, odnosno (b) udio trajanja boravka na kamenju u ukupnom vremenu boravka u istraživačkom terariju*.

Frekvencija propinjanja uz oslonac na staklo (H(2, N=27)=14,80904, p=0,0006) najveća je u varijanti 1, a najmanja u varijanti 3. Daljnja analiza upotrebom višestruke usporede ukazuje na razliku između varijante 1 i 3 (p=0,000362). **Trajanje propinjanja uz oslonac na staklo** najdulje je u varijanti 1, a najkraće u varijanti 3 (H(2, N=27)=6,902822, p=0,0317). Daljnja analiza upotrebom višestruke usporede ukazuje na razliku između varijante 1 i 3 (p=0,028563). **Frekvencija ukupnog propinjanja** (H(2, N=27)=8,410097, p=0,0149; **Slika 22**) najveća je u varijanti 1, a najmanja u varijanti 3. Daljnja analiza upotrebom višestruke usporede ukazuje na razliku između varijante 1 i 3 (p=0,012079).



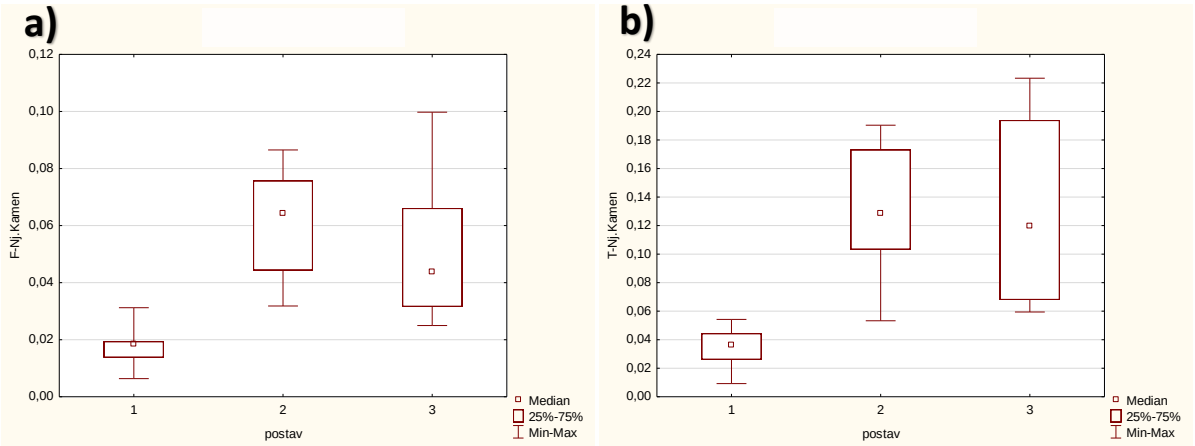
Slika 22. Razlika u frekvenciji ukupnih propinjanja ovisno o tipu kompleksnosti novog prostora. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, varijantu kompleksnosti novog prostora, 1 – varijanta 1, 2 – varijanta 2, 3 – varijanta 3. Os y prikazuje frekvenciju ukupnih propinjanja u sekundi*.

Frekvencija njuškanja podloge (H(2, N=27)=16,57848, p=0,0003; **Slika 23a**) najveća je u varijanti 1, a najmanja u varijanti 3. Daljnja analiza upotrebom višestruke usporede ukazuje na razliku između varijante 1 i 3 (p=0,000162). **Trajanje njuškanja podloge** (H(2, N=27)=12,97425, p=0,0015; **Slika 23b**) najdulje je u varijanti 1, a najjkraće u varijanti 3. Daljnja analiza upotrebom višestruke usporede ukazuje na razliku između varijante 1 i 3 (p=0,001043).



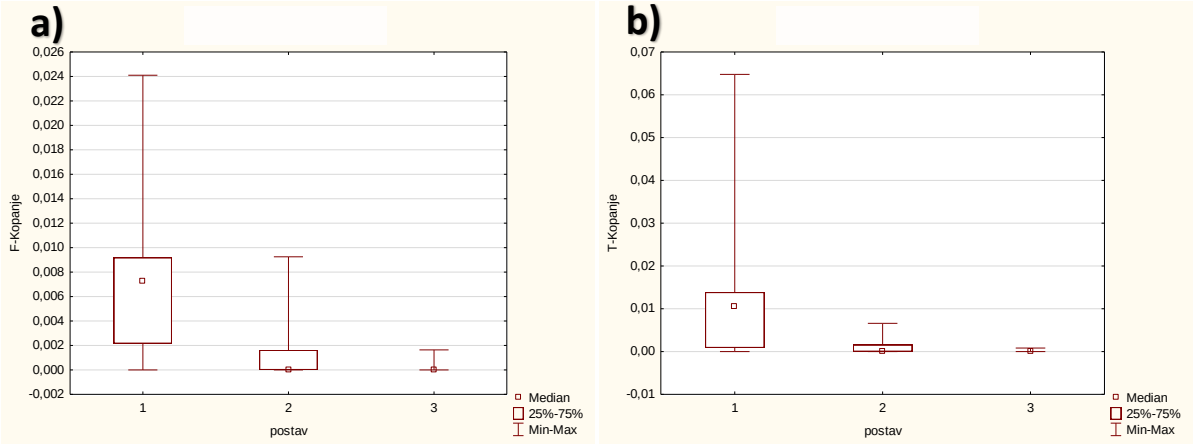
Slika 23. Razlika u (a) frekvenciji i (b) trajanju njuškanja podloge ovisno o tipu kompleksnosti novog prostora. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, varijantu kompleksnosti novog prostora, 1 – varijanta 1, 2 – varijanta 2, 3 – varijanta 3. Os y prikazuje (a) frekvenciju njuškanja podloge u sekundi, odnosno (b) udio trajanja njuškanja podloge u ukupnom vremenu boravka u istraživačkom terariju*.

Frekvencija njuškanja kamenja (H(2, N=27)=16,36314, p=0,0003; **Slika 24a**) najmanja je u varijanti 1, a veća u varijantama 2 i 3, i to nešto veća u varijanti 2. Daljnja analiza upotrebom višestruke usporede ukazuje na razliku između varijante 1 i 2 (p=0,000482) te 1 i 3 (p=0,005048). **Trajanje njuškanja kamenja** (H(2, N=27)=16,93232, p=0,0002; **Slika 24b**) najkraće je u varijanti 1, a dulje u varijantama 2 i 3. Daljnja analiza upotrebom višestruke usporede ukazuje na razliku između varijante 1 i 2 (p=0,001751) te 1 i 3 (p=0,000724). **Frekvencija ukupnog njuškanja** (H(2, N=27)=6,238492, p=0,0442) najveća je u varijanti 2, a manja u varijantama 1 i 3.



Slika 24. Razlika u (a) frekvenciji i (b) trajanju njuškanja kamena ovisno o tipu kompleksnosti novog prostora. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, varijantu kompleksnosti novog prostora, 1 – varijanta 1, 2 – varijanta 2, 3 – varijanta 3. Os y prikazuje (a) frekvenciju njuškanja kamenja u sekundi, odnosno (b) udio trajanja njuškanja kamena u ukupnom vremenu boravka u istraživačkom terariju*.

Frekvencija kopanja (H(2, N=27)=10,53956, p=0,0051; **Slika 25a**) najveća je u varijanti 1, a najmanja u varijatni 3. Daljnja analiza upotrebom višestruke usporede ukazuje na razliku između varijante 1 i 3 (p=0,012614). **Trajanje kopanja** (H(2, N=27)=11,70914, p=,0029; **Slika 25b**) najdulje je u varijanti 1, a najkraće u varijanti 3. Daljnja analiza upotrebom višestruke usporede ukazuje na razliku između varijante 1 i 3 (p=0,008528).



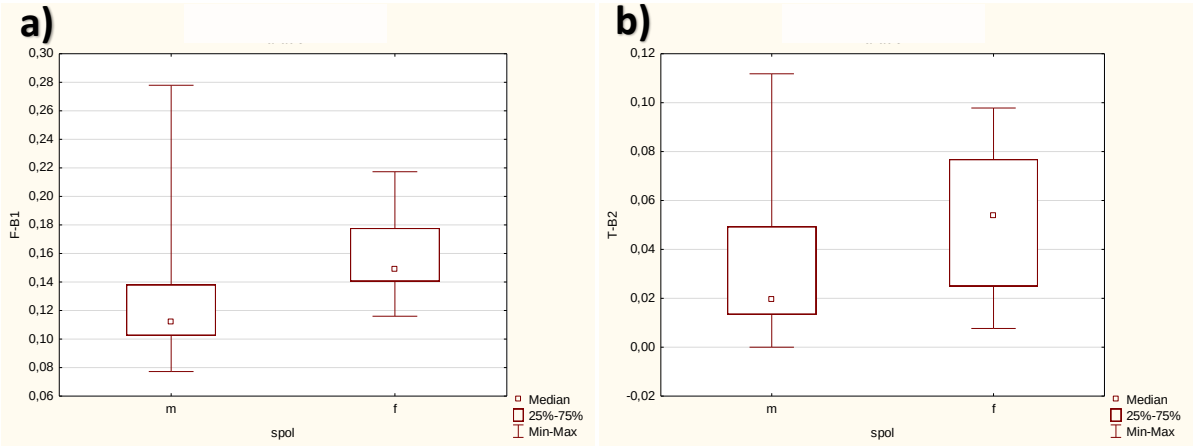
Slika 25. Razlika u (a) frekvenciji i (b) trajanju kopanja ovisno o tipu kompleksnosti novog prostora. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, varijantu kompleksnosti novog prostora, 1 – varijanta 1, 2 – varijanta 2, 3 – varijanta 3. Os y prikazuje (a) frekvenciju kopanja u sekundi, odnosno (b) udio trajanja kopanja u ukupnom vremenu boravka u istraživačkom terariju*.

3.1.2. Utjecaj spola (analiza podataka za ljetnu sezonu)

Upotrebom Mann-Whitney U testa prema spolu su analizirani podaci o ponašanju dinarskog voluhara u ovisnosti o kompleksnosti novog prostora u ljetnoj sezoni. Nisu zabilježene statistički značajne razlike u latencijama ponašanja. Statistički značajne razlike zabilježene su za sljedeće frekvencije i trajanja ponašanja:

Boravak u novom prostoru

Frekvencija sporog kretanja je veća (p=0,010995; **Slika 26a**), a **trajanje brzog kretanja** dulje (p= 0,045937; **Slika 26b**) kod ženki.



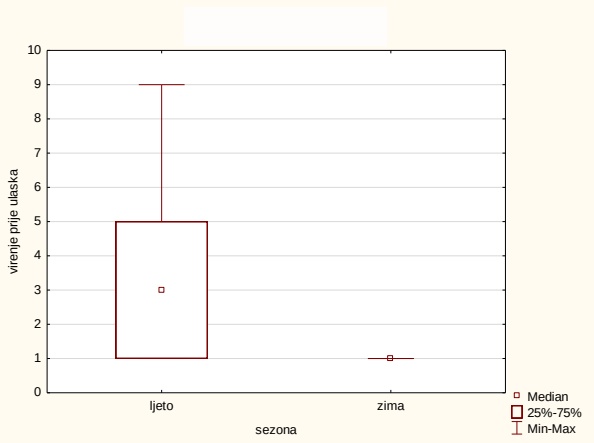
Slika 26. Razlika između mužjaka i ženki u (a) frekvenciji sporog kretanja i (b) trajanju brzog kretanja. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, spol, m – mužjak, f – ženka. Os y prikazuje (a) frekvenciju sporog kretanja u sekundi, odnosno (b) udio trajanja brzog kretanja u ukupnom vremenu boravka u istraživačkom terariju*.

3.1.3. Utjecaj sezone (analiza podataka o ponašanju ženki u ljetnoj i zimskoj sezoni)

Upotrebom Mann-Whitney U testa prema sezoni su analizirani podaci o ponašanju ženki dinarskog voluhara u ovisnosti o kompleksnosti prostora, u ljetnoj i zimskoj sezoni. Nisu zabilježene statistički značajne razlike u latencijama ponašanja. Statistički značajne razlike zabilježene su za sljedeće frekvencije i trajanja ponašanja ponašanja:

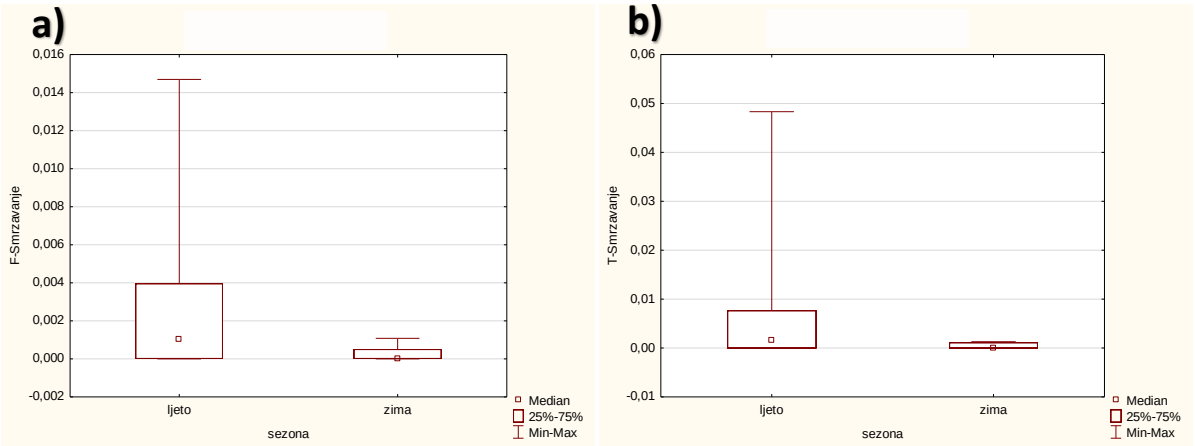
Ulazak u novi prostor

Broj virenja u istraživački terarij prije prvog ulaska veći je ljeti (p=0,006841; **Slika 27**).



Slika 27. Razlika u broju virenja u istraživački terarij prije prvog ulaska ovisno o sezoni. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, sezonu. Os y prikazuje broj virenja prije prvog ulaska u istraživački terarij*.

Frekvencija smrzavanja veća je ljeti (p=0,035463; **Slika 28a**), kao i **trajanje smrzavanja** (p=0,023231; **Slika 28b**).



Slika 28. Razlika u (a) frekvenciji i (b) trajanju smrzavanja ovisno o sezoni. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, sezonu. Os y prikazuje (a) frekvenciju smrzavanja u sekundi, odnosno (b) udio trajanja smrzavanja u ukupnom vremenu boravka u istraživačkom terariju*.

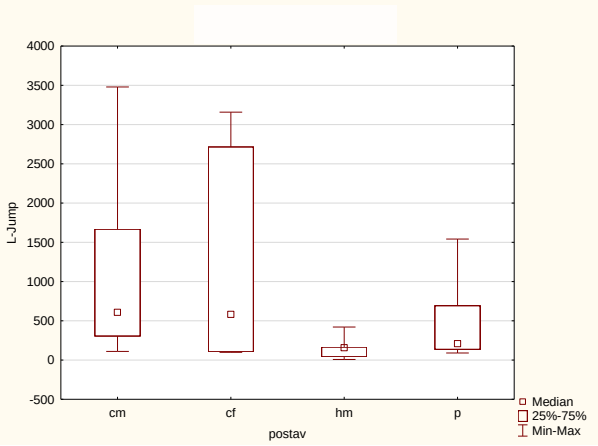
3.2. Ponašanje u ovisnosti o olfaktornim signalima

3.2.1. Utjecaj prezentiranog olfaktornog signala (analiza podataka za ljetnu sezonu)

Upotrebom Kruskal-Wallis testa prema tipu prezentiranog olfaktornog signala su analizirani podaci o ponašanju dinarskog voluhara u ovisnosti o olfaktornim signalima u ljetnoj sezoni. Nisu zabilježene statistički značajne razlike u frekvencijama i trajanjima ponašanja. Zabilježene su statistički značajne razlike za sljedeće latencije ponašanja:

Boravak u novom prostoru

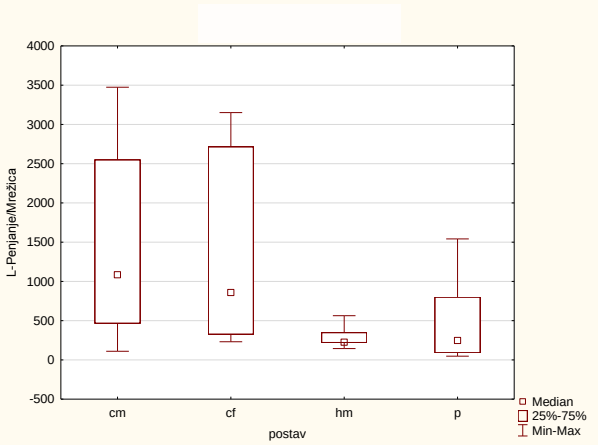
Prvi skok (H(3, N=35)=9,718730, p=0,0211; **Slika 29**) se ranije događa u varijantama s mirisom mužjaka miša i poskoka, nešto kasnije u varijanti s mirisom mužjaka dinarskog voluhara, a najkasnije u varijanti s mirisom ženke dinarskog voluhara. Daljnja analiza upotrebom višestruke usporedbe ukazuje na razliku između varijante s mirisom mužjaka dinarskog voluhara i mužjaka miša (p=0,014323).



Slika 29. Razlika u latenciji skoka ovisno o prezentiranom olfaktornom signalu. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, varijantu postava s olfaktornim signalima, cm – prezentacija mirisa mužjaka dinarskog voluhara, cm - prezentacija mirisa ženke dinarskog voluhara, hm – prezentacija mirisa mužjaka miša, p – prezentacija mirisa mužjaka poskoka. Os y prikazuje latenciju prvog njuškanja kamena u sekundama*.

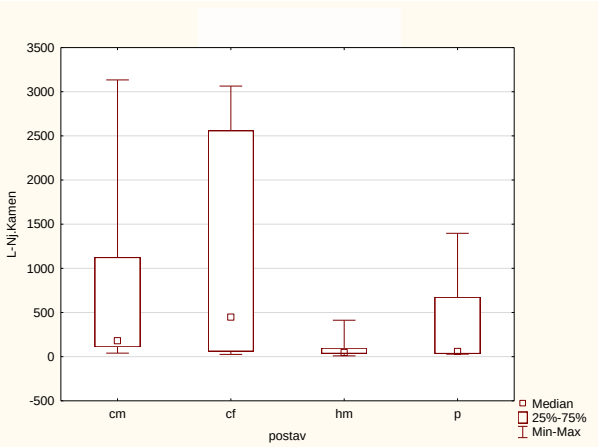
Istraživanje novog prostora

Prvo penjanje na bočne stijenke istraživačkog terarija ili mrežicu (H(3, N=35)=9,739683, p=0,0209; **Slika 30**) ranije se događa u varijantama s mirisom miša i poskoka, a kasnije u varijantama s mirisom dinarskog voluhara.



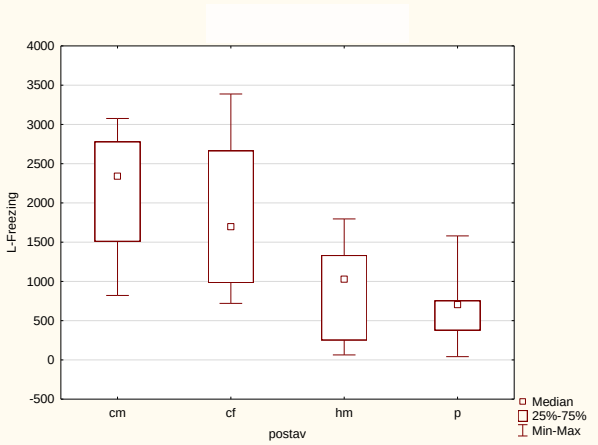
Slika 30. Razlika u latenciji penjanja ovisno o prezentiranom olfaktornom signalu. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, varijantu postava s olfaktornim signalima, cm – prezentacija mirisa mužjaka dinarskog voluhara, cm - prezentacija mirisa ženke dinarskog voluhara, hm – prezentacija mirisa mužjaka miša, p – prezentacija mirisa mužjaka poskoka. Os y prikazuje latenciju prvog penjanja u sekundama*.

Prvo njuškanje kamena (H(3, N=36)=7,833977, p=0,0496; **Slika 31**) najranije se događa u varijanti s mirisom mužjaka miša, zatim u varijanti s mirisom poskoka, a najkasnije u varijantama s mirisom dinarskog voluhara.



Slika 31. Razlika u latenciji njuškanja kamena ovisno o prezentiranom olfaktornom signalu. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, varijantu postava s olfaktornim signalima, cm – prezentacija mirisa mužjaka dinarskog voluhara, cm - prezentacija mirisa ženke dinarskog voluhara, hm – prezentacija mirisa mužjaka miša, p – prezentacija mirisa mužjaka poskoka. Os y prikazuje latenciju prvog skoka u sekundama*.

Prvo smrzavanje (H(3, N=25)=9,073919, p=0,0283; **Slika 32**) najranije se događa u varijanti s mirisom poskoka, zatim u varijanti s mirisom miša, pa u varijanti s mirisom ženke dinarskog voluhara, a najkasnije u postavu s mirisom mužjaka dinarskog voluhara.



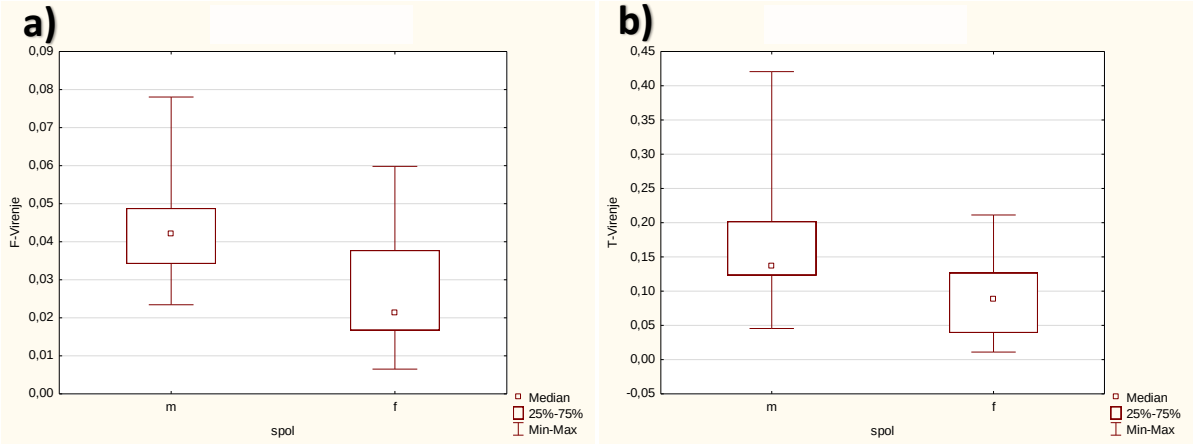
Slika 32. Razlika u latenciji smrzavanja ovisno o prezentiranom olfaktornom signalu. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, varijantu postava s olfaktornim signalima, cm – prezentacija mirisa mužjaka dinarskog voluhara, cm - prezentacija mirisa ženke dinarskog voluhara, hm – prezentacija mirisa mužjaka miša, p – prezentacija mirisa mužjaka poskoka. Os y prikazuje latenciju prvog smrzavanja u sekundama*.

3.2.2. Utjecaj spola (analiza podataka za ljetnu sezonu)

Upotrebom Mann-Whitney U testa prema spolu su analizirani podaci o ponašanju dinarskog voluhara u ovisnosti o olfaktornim signalima u ljetnoj sezoni. Nisu zabilježene statistički značajne razlike u latencijama ponašanja. Statistički značajne razlike zabilježene su za sljedeće frekvencije i trajanja ponašanja:

Ulazak u novi prostor

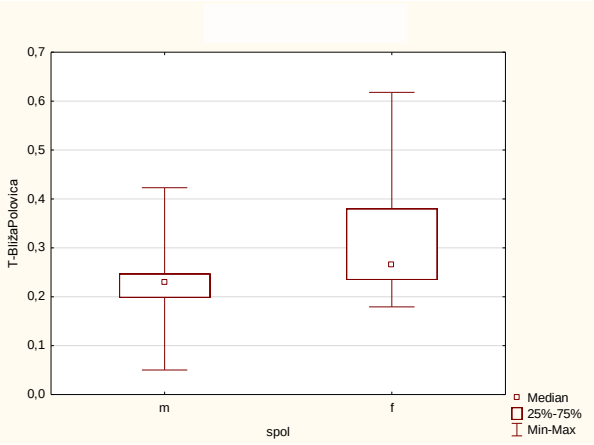
Frekvencija virenja veća je u mužjaka (p=0,003011; **Slika 33a**), a **trajanje virenja** dulje (p=0,000980; **Slika 33b**).



Slika 33. Razlika u (a) frekvenciji i (b) trajanju virenja u mužjaka i ženki ovisno o prezentiranom olfaktornom signalu. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, spol, m – mužjak, f – ženka. Os y prikazuje (a) frekvenciju virenja u sekundi, odnosno (b) udio trajanja virenja u ukupnom vremenu boravka u istraživačkom terariju*.

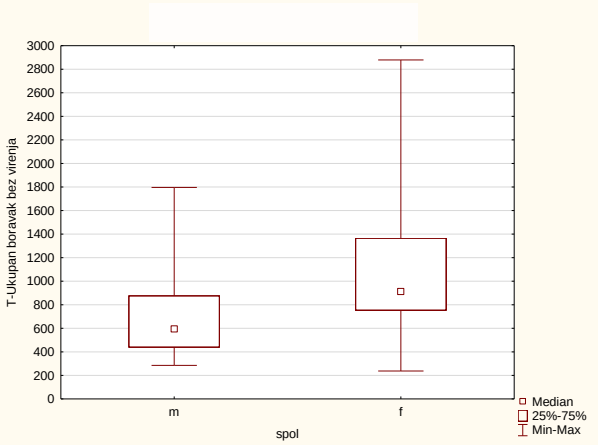
Boravak u novom prostoru

Trajanje boravka u bližoj polovici dulje je u ženki (p=0,009950; **Slika 34**).



Slika 34. Razlika u trajanju boravka u bližoj polovici istraživačkog terarija u mužjaka i ženki ovisno o prezentiranom olfaktornom signalu. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, spol, m – mužjak, f – ženka. Os y prikazuje udio trajanja boravka u bližoj polovici istraživačkog terarija u ukupnom vremenu boravka u istraživačkom terariju*.

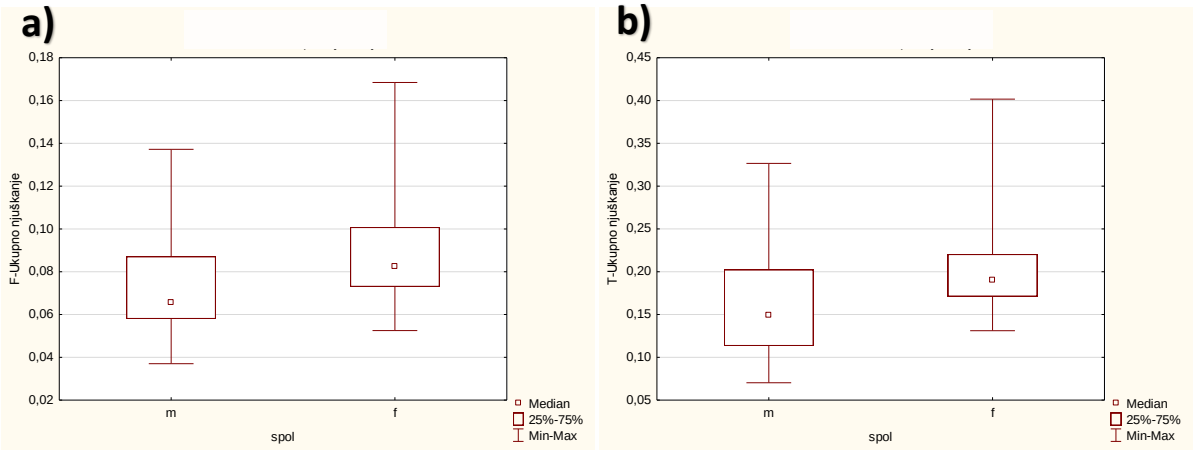
Trajanje ukupnog boravka u istraživačkom terariju (ne računajući trajanje virenja) dulje je u ženki (p=0,032952; **Slika 35**).



Slika 35. Razlika u trajanju ukupnog boravka u istraživačkom terariju u mužjaka i ženki ovisno o prezentiranom olfaktornom signalu. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, spol, m – mužjak, f – ženka. Os y prikazuje vrijeme trajanja ukupnog boravka u istraživačkom terariju (ne računajući vrijeme virenja) u sekundama*.

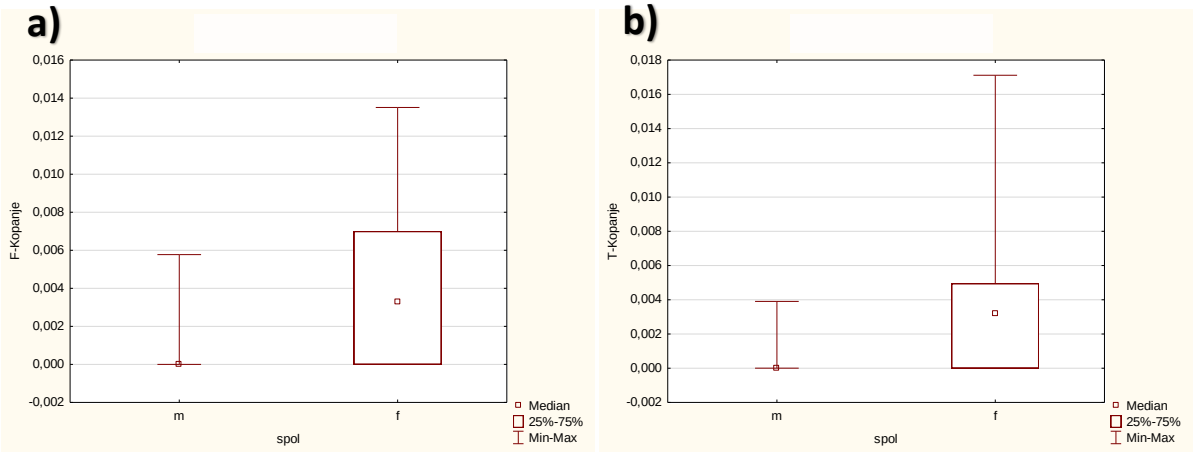
Istraživanje novog prostora

Trajanje njuškanja podloge dulje je u ženki (p=0,025474). **Frekvencija ukupnog njuškanja** veća je u ženki (p=0,045677; **Slika 36a**), a **trajanje ukupnog njuškanja** dulje (p=0,016182; **Slika 36b**).



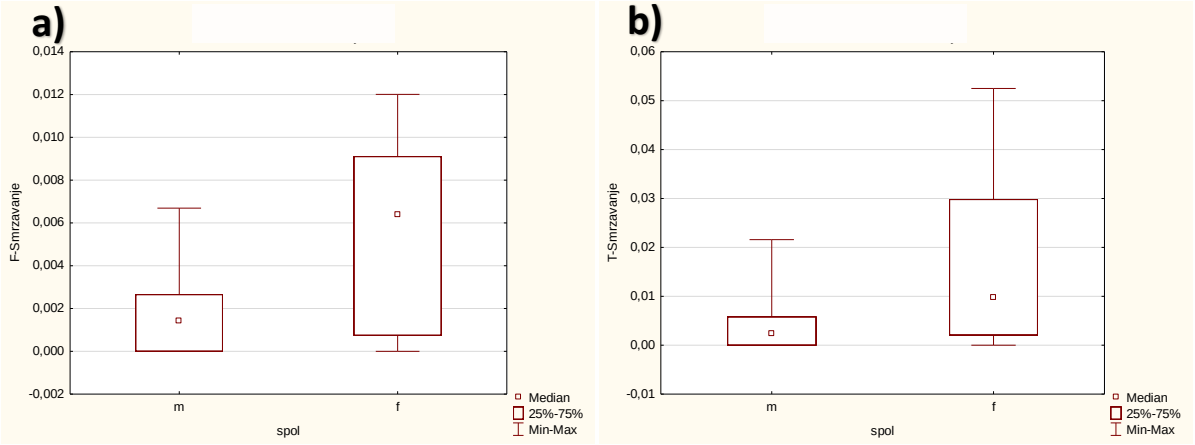
Slika 36. Razlika u (a) frekvenciji i (b) trajanju ukupnog njuškanja u mužjaka i ženki ovisno o prezentiranom olfaktornom signalu. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, spol, m – mužjak, f – ženka. Os y prikazuje (a) frekvenciju ukupnog njuškanja u sekundi, odnosno (b) udio trajanja ukupnog njuškanja u ukupnom vremenu boravka u istraživačkom terariju*.

Frekvencija kopanja veća je u ženki (p=0,001273; **Slika 37a**), a **trajanje kopanja** dulje (p=0,002374; **Slika 37b**).



Slika 37. Razlika u (a) frekvenciji i (b) trajanju kopanja u mužjaka i ženki ovisno o prezentiranom olfaktornom signalu. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, spol, m – mužjak, f – ženka. Os y prikazuje (a) frekvenciju kopanja u sekundi, odnosno (b) udio trajanja kopanja u ukupnom vremenu boravka u istraživačkom terariju*.

Frekvencija smrzavanja veća je u ženki (p=0,007310; **Slika 38a**), a **trajanje smrzavanja** dulje (p=0,010996; **Slika 38b**).



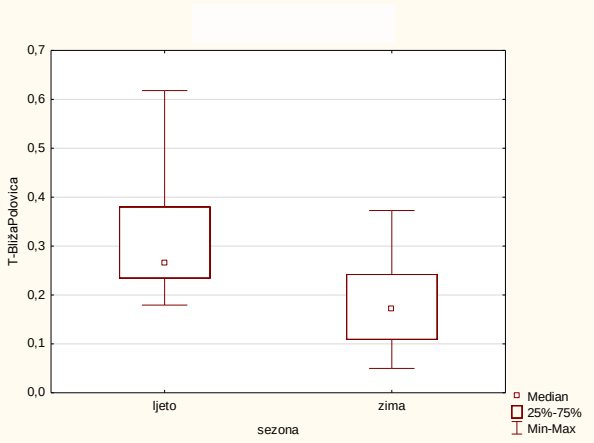
Slika 38. Razlika u (a) frekvenciji i (b) trajanju smrzavanja u mužjaka i ženki ovisno o prezentiranom olfaktornom signalu. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, spol, m – mužjak, f – ženka. Os y prikazuje (a) frekvenciju smrzavanja u sekundi, odnosno (b) udio trajanja smrzavanja u ukupnom vremenu boravka u istraživačkom terariju*.

3.2.3. Utjecaj sezone (analiza podataka za ženke u ljetnoj i zimskoj sezoni)

Upotrebom Mann-Whitney U testa prema sezoni su analizirani podaci o ponašanju ženki dinarskog voluhara u ovisnosti o olfaktornim signalima u ljetnoj i zimskoj sezoni. Statistički značajne razlike zabilježene su za sljedeće frekvencije i trajanja ponašanja:

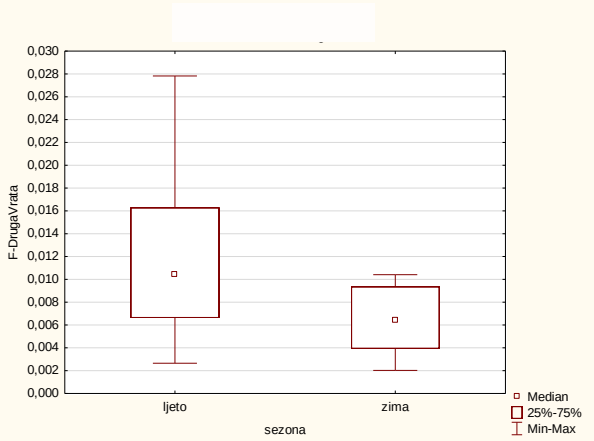
Boravak u novom prostoru

Trajanje boravka u bližoj polovici istraživačkog terarija ljeti je dulje (p=0,006081; **Slika 39**).



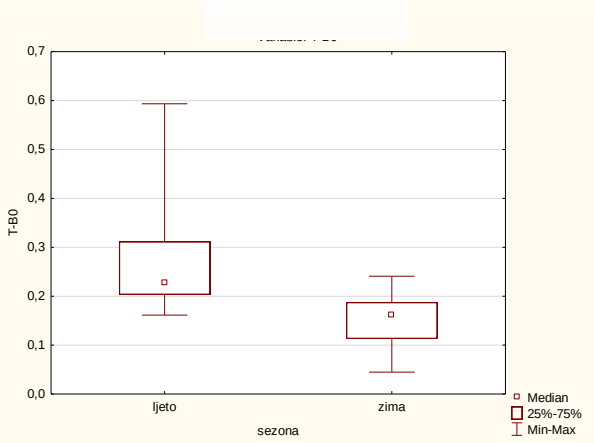
Slika 39. Razlika u trajanju boravka ženki u istraživačkom terariju s olfaktornim signalom ovisno o sezoni. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, sezonu. Os y prikazuje udio trajanja boravka u bližoj polovici istraživačkog terarija u ukupnom vremenu boravka u istraživačkom terariju*.

Frekvencija boravka na drugim vratašcima ljeti je veća (p=0,011160; **Slika 40**).



Slika 40. Razlika u frekvenciji boravka ženki na drugim vratašcima prilikom prezentacije olfaktornih signala ovisno o sezoni. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, sezonu. Os y prikazuje frekvenciju boravka na drugim vratašcima istraživačkog terarija u sekundi*.

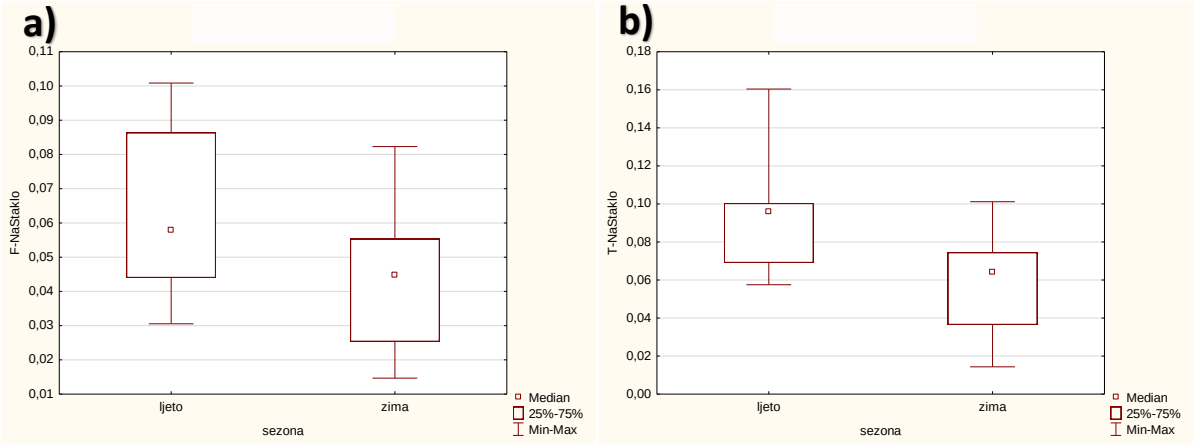
Trajanje mirovanja ljeti je dulje (p=0,000286; **Slika 41**).



Slika 41. Razlika u trajanju mirovanja ženki u novom prostoru s olfaktornim signalom ovisno o sezoni. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, sezonu. Os y prikazuje udio trajanja mirovanja u ukupnom vremenu boravka u istraživačkom terariju*.

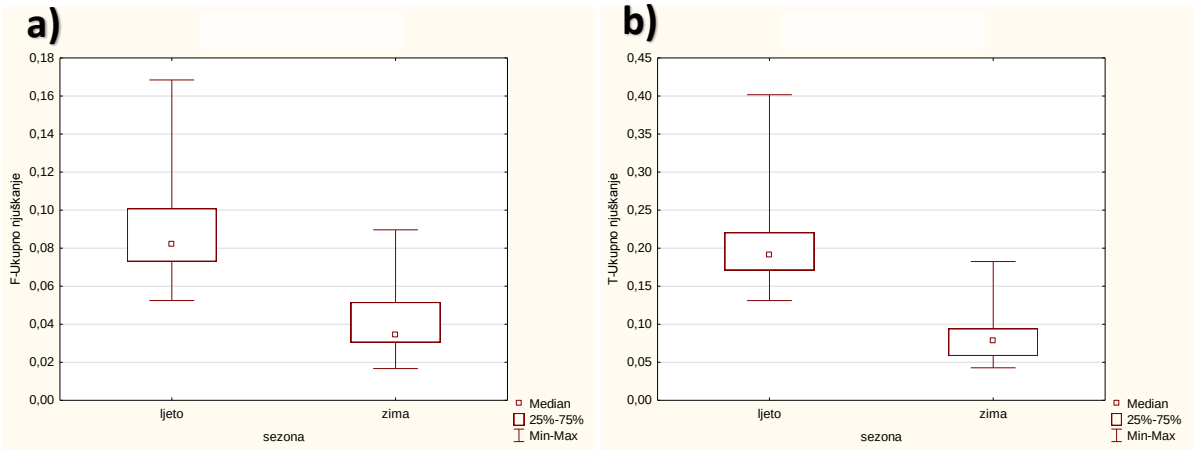
Istraživanje novog prostora

Frekvencija propinjanja na staklo ljeti je veća (p=0,046394; **Slika 42a**) i **trajanje propinjanja na staklo** je dulje (p=0,005181; **Slika 42b**).



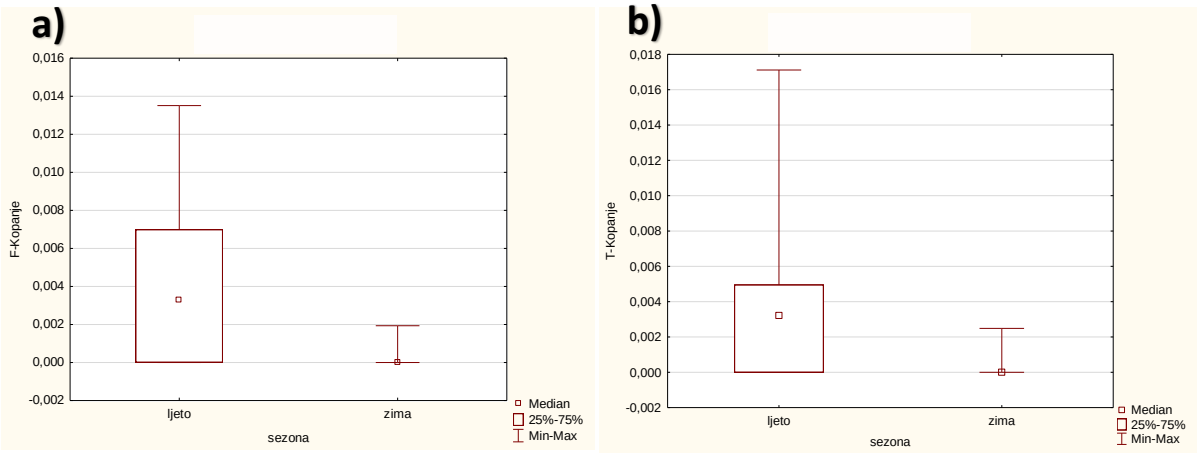
Slika 42. Razlika u (a) frekvenciji i (b) trajanju propinjanja na staklo u ženki u novom prostoru s olfaktornim signalom ovisno o sezoni. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, sezonu. Os y prikazuje (a) frekvenciju propinjanja na staklo u sekudni, odnosno (b) udio trajanja propinjanja na staklo u ukupnom vremenu boravka u istraživačkom terariju*.

Frekvencija njuškanja kamenja je veća (p=0,001031), a **trajanje njuškanja kamenja** dulje ljeti (p=0,000084). **Frekvencija njuškanja kamenja označenog mirisom** veća je ljeti (p=0,032503). **Frekvencija ukupnog njuškanja kamenja** je veća (p=0,005181), a **trajanje ukupnog njuškanja kamenja** dulje ljeti (p=0,009635). **Frekvencija ukupnog njuškanja** veća je ljeti (p=0,000010; **Slika 43a**) i **trajanje ukupnog njuškanja** dulje (p=0,000005; **Slika 43b**).



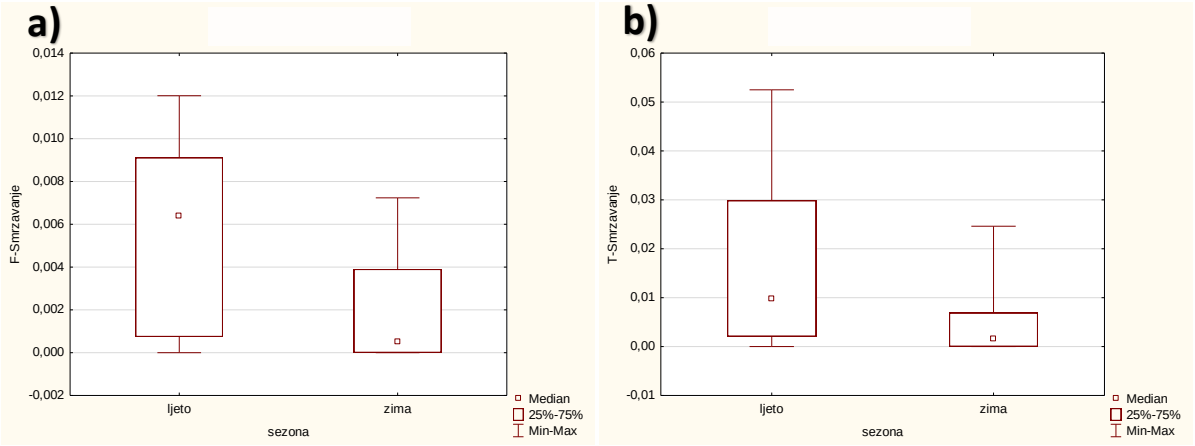
Slika 43. Razlika u (a) frekvenciji i (b) trajanju ukupnog njuškanja u ženki u novom prostoru s olfaktornim signalom ovisno o sezoni. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, sezonu. Os y prikazuje (a) frekvenciju ukupnog njuškanja u sekundi, odnosno (b) udio trajanja ukupnog njuškanja u ukupnom vremenu boravka u istraživačkom terariju*.

Frekvencija kopanja veća je ljeti (p=0,002201; **Slika 44a**) i **trajanje kopanja dulje** (p=0,003720; **Slika 44b**).



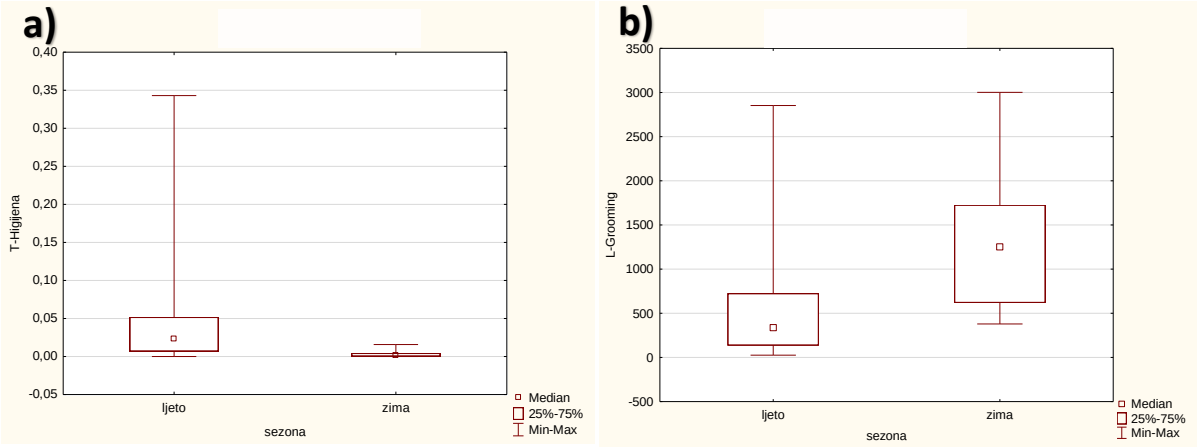
Slika 44. Razlika u (a) frekvenciji i (b) trajanju kopanja u ženki u novom prostoru s olfaktornim signalom ovisno o sezoni. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, sezonu. Os y prikazuje (a) frekvenciju kopanja u sekundi, odnosno (b) udio trajanja kopanja u ukupnom vremenu boravka u istraživačkom terariju*.

Frekvencija smrzavanja veća je ljeti (p=0,019486; **Slika 45a**) i **trajanje** dulje (p=0,022237; **Slika 45b**).



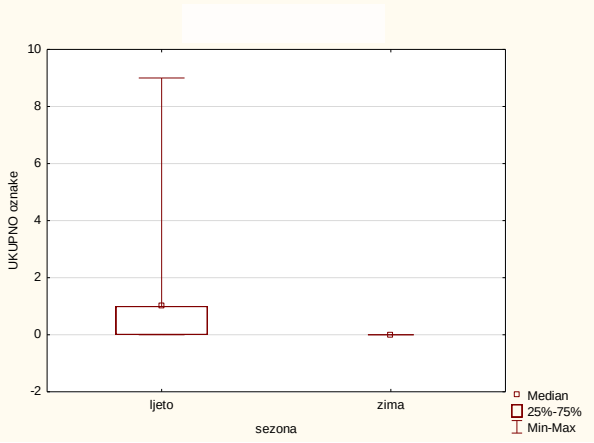
Slika 45. Razlika u (a) frekvenciji i (b) trajanju smrzavanja u ženki u novom prostoru s olfaktornim signalom ovisno o sezoni. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, sezonu. Os y prikazuje (a) frekvenciju smrzavanja u sekundi, odnosno (b) udio trajanja smrzavanja u ukupnom vremenu boravka u istraživačkom terariju*.

Trajanje higijene dulje je ljeti (p=0,003720; **Slika 46a**), a **latencija** je kraća (p=0,010705; **Slika 46b**).



Slika 46. Razlika u (a) frekvenciji i (b) latenciji higijene u ženki u novom prostoru s olfaktornim signalom ovisno o sezoni. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, sezonu. Os y prikazuje (a) udio trajanja higijene u ukupnom vremenu boravka u istraživačkom terariju, odnosno (b) udio trajanja higijene u ukupnom vremenu boravka u istraživačkom terariju*.

Ženke su ljeti označavale novi prostor, dok zimi nisu (**Slika 47**).



Slika 47. Razlika u ukupnom označavanju novog prostora u ženki u novom prostoru s olfaktornim signalom ovisno o sezoni. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, sezonu. Os y prikazuje broj oznaka urina pronađenih u istraživačkom terariju*.

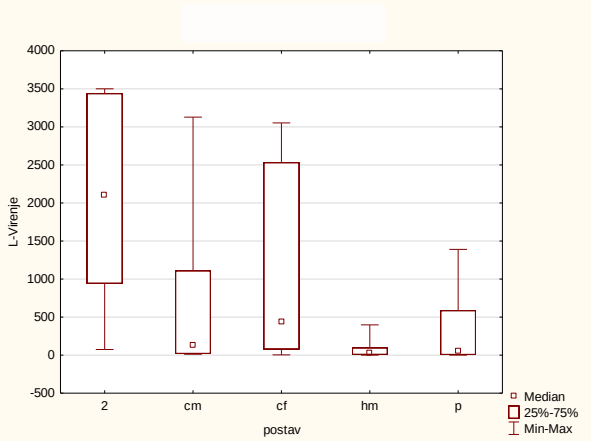
3.3. Usporedba ponašanja u novom prostoru ovisno o prisutnosti olfaktornih signala

3.3.1. Utjecaj prisutnosti olfaktornog signala (analiza podataka za ljetnu sezonu)

Upotrebom Kruskal-Wallis testa prema tipu postava su analizirani podaci o ponašanju dinarskog voluhara u ovisnosti o prisutnosti i odsutnosti olfaktornih signala u novom prostoru slične kompleksnosti u ljetnoj sezoni. Statistički značajne razlike zabilježene su za sljedeća ponašanja:

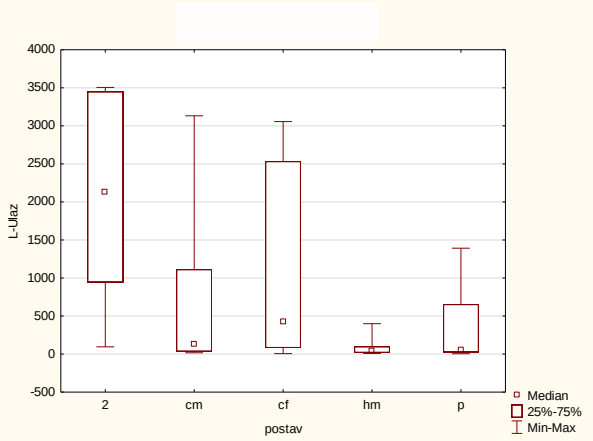
Ulazak u novi prostor

Prvo virenje (H(4, N=44)=13,55294, p=0,0089; **Slika 48**) najkasnije se događa u varijanti 2 postava s novim prostorom, a ranije u varijantama postava s olfaktornim signalima. Daljnja analiza upotrebom višestruke usporedbe ukazuje na značajnu razliku između varijante 2 i varijante s mirisom miša (p=0,006847).



Slika 48. Razlika u latenciji virenja ovisno o prisutnosti olfaktornog signala u novom prostoru. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, varijantu postava, 2 – varijanta srednje kompleksnosti postava s novim prostorom različite kompleksnosti, cm – prezentacija mirisa mužjaka dinarskog voluhara, cf – prezentacija mirisa ženke dinarskog voluhara, hm – prezentacija mirisa miša, p – prezentacija mirisa poskoka. Os y prikazuje latenciju prvog virenja u sekundama*.

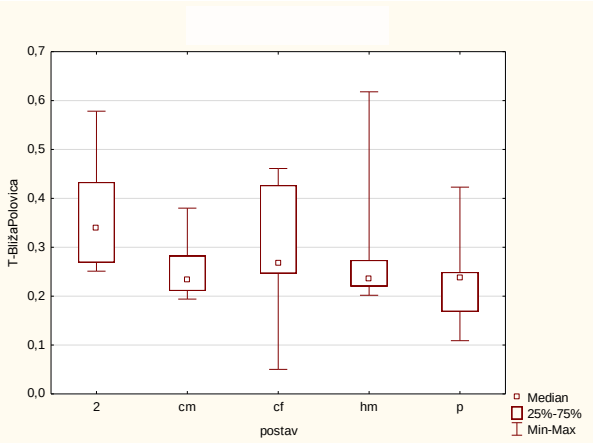
Prvi ulazak u istraživački terarij (H(4, N=44)=13,92943, p=0,0075; **Slika 49**) najkasnije se događa u varijanti 2 postava s novim prostorom, a ranije u varijantama postava s olfaktornim signalima. Daljnja analiza upotrebom višestruke usporedbe ukazuje na značajnu razliku između varijante 2 i varijante s mirisom miša (p=0,006259) te varijante 2 i varijante s mirisom poskoka (p=0,034393).



Slika 49. Razlika u latenciji ulaska ovisno o prisutnosti olfaktornog signala u novom prostoru. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, varijantu postava, 2 – varijanta srednje kompleksnosti postava s novim prostorom različite kompleksnosti, cm – prezentacija mirisa mužjaka dinarskog voluhara, cf – prezentacija mirisa ženke dinarskog voluhara, hm – prezentacija mirisa miša, p – prezentacija mirisa poskoka. Os y prikazuje latenciju prvog ulaska u sekundama*.

Boravak u novom prostoru

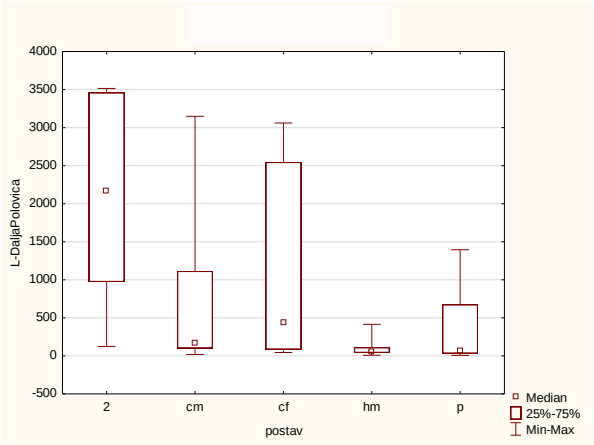
Trajanje boravka u bližoj polovici istraživačkog terarija (H(4, N=44)=11,46795, p=0,0218; **Slika 50**) najdulje je u varijanti 2 postava s novim prostorom, a svega nešto kraće u varijantama postava s olfaktornim signalima. Daljnja analiza upotrebom višestruke usporedbe ukazuje na značajnu razliku između varijante 2 i varijante s mirisom poskoka (p=0,022994).



Slika 50. Razlika u latenciji virenja ovisno o prisutnosti olfaktornog signala u novom prostoru. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, varijantu postava, 2 – varijanta srednje kompleksnosti postava s novim prostorom različite kompleksnosti, cm – prezentacija mirisa mužjaka dinarskog voluhara, cf – prezentacija mirisa ženke dinarskog voluhara, hm – prezentacija mirisa miša, p – prezentacija mirisa poskoka. Os y prikazuje udio trajanja boravka u bližoj polovici u ukupnom vremenu boravka u istraživačkom terariju*.

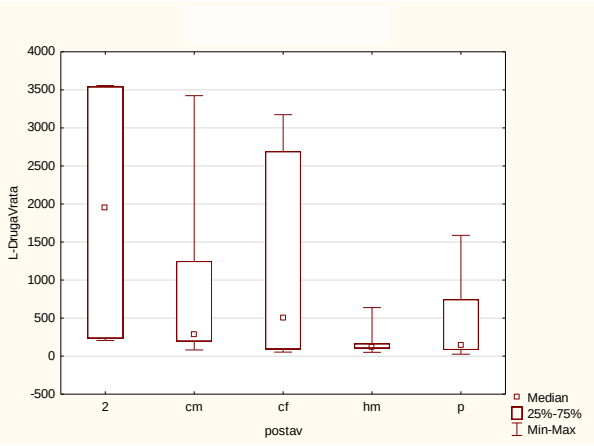
Prvi prelazak u dalju polovicu istraživačkog terarija (H(4, N=44)=14,59285, p=0,0056; **Slika 51**) najkasnije se događa u varijanti 2 postava s novim prostorom, a ranije u varijantama

postava s olfaktornim signalima. Daljnja analiza upotrebom višestruke usporedbe ukazuje na značajnu razliku između varijante 2 i varijante s mirisom miša (p=0,005910) te varijante 2 i varijante s mirisom poskoka (p=0,026695).



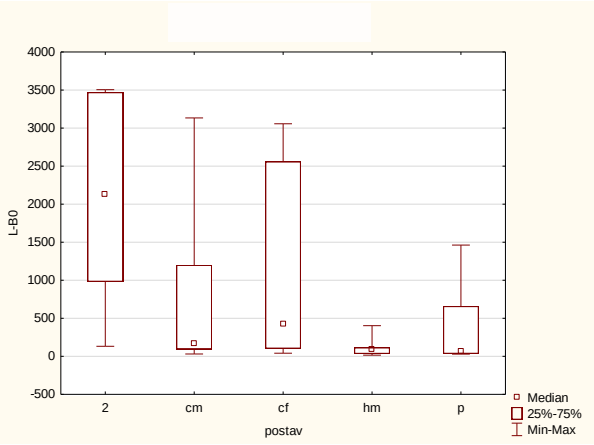
Slika 51. Razlika u latenciji ulaska u dalju polovicu istraživačkog terarija ovisno o prisutnosti olfaktornog signala u novom prostoru. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, varijantu postava, 2 – varijanta srednje kompleksnosti postava s novim prostorom različite kompleksnosti, cm – prezentacija mirisa mužjaka dinarskog voluhara, cf – prezentacija mirisa ženke dinarskog voluhara, hm – prezentacija mirisa miša, p – prezentacija mirisa poskoka. Os y prikazuje latenciju prvog ulaska u dalju polovicu istraživačkog terarija u sekundama*.

Prvi boravak na drugim vratašcima (H(4, N=43)=12,45738, p=0,0143; **Slika 52**) najkasnije se događa u varijanti 2 postava s novim prostorom, a ranije u varijantama postava s olfaktornim signalima. Daljnja analiza upotrebom višestruke usporedbe ukazuje na značajnu razliku između varijante 2 i varijante s mirisom miša (p=0,014567).



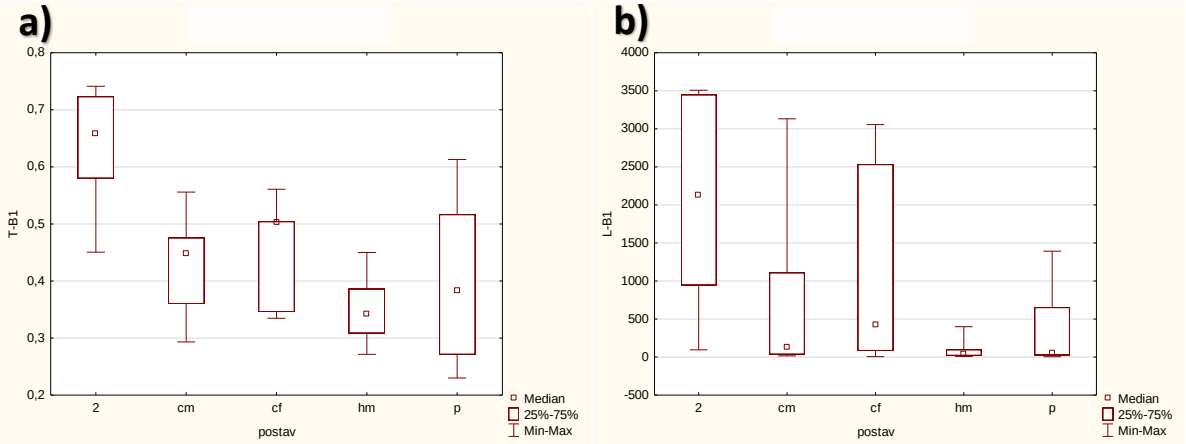
Slika 52. Razlika u latenciji prvog boravka na drugim vratašcima ovisno o prisutnosti olfaktornog signala u novom prostoru. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, varijantu postava, 2 – varijanta srednje kompleksnosti postava s novim prostorom različite kompleksnosti, cm – prezentacija mirisa mužjaka dinarskog voluhara, cf – prezentacija mirisa ženke dinarskog voluhara, hm – prezentacija mirisa miša, p – prezentacija mirisa poskoka. Os y prikazuje latenciju prvog boravka na drugim vratašcima istraživačkog terarija u sekundama*.

Prvo mirovanje (H(4, N=44)=15,16390, p=0,0044; **Slika 53**) najkasnije se događa u varijanti 2 postava s novim prostorom, a ranije u varijantama postava s olfaktornim signalima. Daljnja analiza upotrebom višestruke usporedbe ukazuje na značajnu razliku između varijante 2 i varijante s mirisom miša (p=0,004031) te varijante 2 i varijante s mirisom poskoka (p=0,041842).



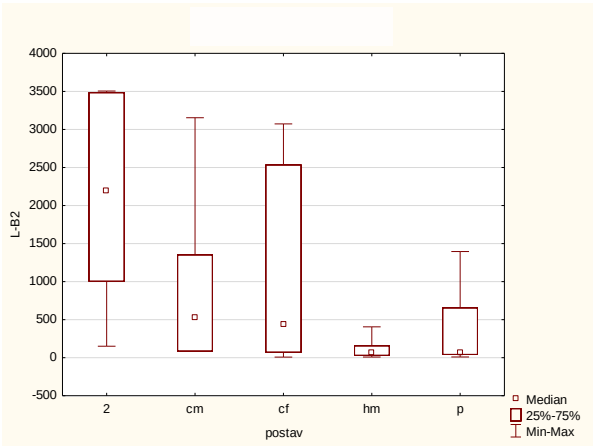
Slika 53. Razlika u latenciji prvog mirovanja ovisno o prisutnosti olfaktornog signala u novom prostoru. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, varijantu postava, 2 – varijanta srednje kompleksnosti postava s novim prostorom različite kompleksnosti, cm – prezentacija mirisa mužjaka dinarskog voluhara, cf – prezentacija mirisa ženke dinarskog voluhara, hm – prezentacija mirisa miša, p – prezentacija mirisa poskoka. Os y prikazuje latenciju prvog mirovanja u sekundama*.

Trajanje sporog kretanja (H(4, N=44)=19,27279, p=0,0007; **Slika 54a**) najdulje je u varijanti 2 postava s novim prostorom, a kraće u varijantama postava s olfaktornim signalima. Daljnja analiza upotrebom višestruke usporedbe ukazuje na značajnu razliku između varijante 2 i varijante s mirisom mužjaka dinarskog voluhra (p=0,049451), varijante 2 i varijante s mirisom miša (p=0,000320) te varijante 2 i varijante s mirisom poskoka (p=0,007555). **Prvo sporo kretanje** (H(4, N=44)=13,85670, p=0,0078; **Slika 54b**) najkasnije se događa u varijanti 2 postava s novim prostorom, a ranije u varijantama postava s olfaktornim signalima. Daljnja analiza upotrebom višestruke usporedbe ukazuje na značajnu razliku između varijante 2 i varijante s mirisom miša (p=0,006259) te varijante 2 i varijante s mirisom poskoka (p=0,036251).



Slika 54. Razlika u (a) trajanju sporog kretanja i (b) latenciji prvog sporog kretanja ovisno o prisutnosti olfaktornog signala u novom prostoru. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, varijantu postava, 2 – varijanta srednje kompleksnosti postava s novim prostorom različite kompleksnosti, cm – prezentacija mirisa mužjaka dinarskog voluhara, cf – prezentacija mirisa ženke dinarskog voluhara, hm – prezentacija mirisa miša, p – prezentacija mirisa poskoka. Os y prikazuje (a) udio trajanja sporog kretanja u ukupnom vremenu boravka u istraživačkom terariju, odnosno (b) latenciju prvog sporog kretanja u sekundama*.

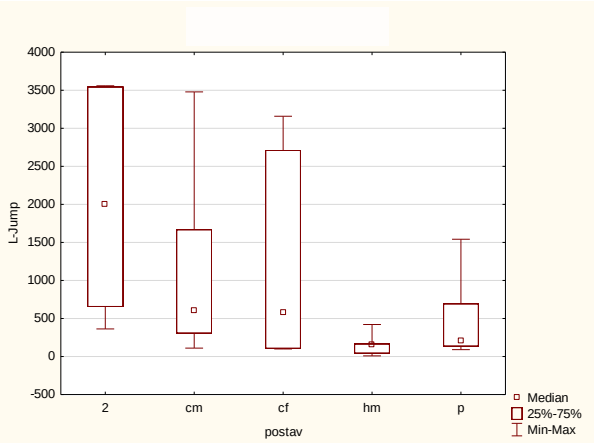
Prvo brzo kretanje (H(4, N=44)=14,88038, p=0,0050; **Slika 55**) najkasnije se događa u varijanti 2 postava s novim prostorom, a ranije u varijantama postava s olfaktornim signalima. Daljnja analiza upotrebom višestruke usporedbe ukazuje na značajnu razliku između varijante 2 i varijante s mirisom miša (p=0,007425) te varijante 2 i varijante s mirisom poskoka (p=0,025290).



Slika 55. Razlika u latenciji prvog brzog kretanja ovisno o prisutnosti olfaktornog signala u novom prostoru. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, varijantu postava, 2 – varijanta srednje kompleksnosti postava s novim prostorom različite kompleksnosti, cm – prezentacija mirisa mužjaka dinarskog voluhara, cf – prezentacija mirisa ženke dinarskog voluhara, hm – prezentacija mirisa miša, p – prezentacija mirisa poskoka. Os y prikazuje latenciju prvog brzog kretanja u sekundama*.

Prvi skok (H(4, N=42)=16,90930, p=0,0020; **Slika 56**) najkasnije se događa u varijanti 2 postava s novim prostorom, a ranije u varijantama postava s olfaktornim signalima. Daljnja

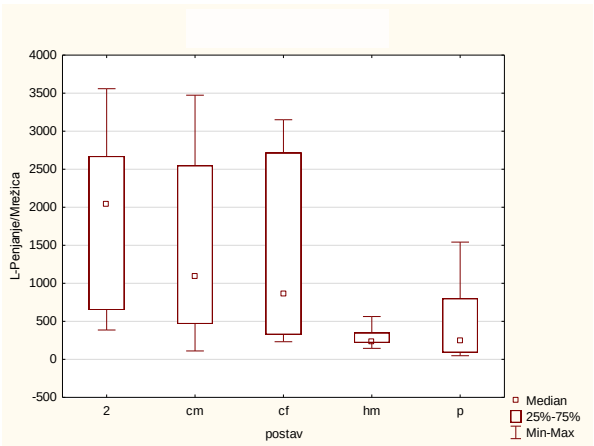
analiza upotrebom višestruke usporedbe ukazuje na značajnu razliku između varijante 2 i varijante s mirisom miša (p=0,001347).



Slika 56. Razlika u latenciji prvog skoka ovisno o prisutnosti olfaktornog signala u novom prostoru. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, varijantu postava, 2 – varijanta srednje kompleksnosti postava s novim prostorom različite kompleksnosti, cm – prezentacija mirisa mužjaka dinarskog voluhara, cf – prezentacija mirisa ženke dinarskog voluhara, hm – prezentacija mirisa miša, p – prezentacija mirisa poskoka. Os y prikazuje latenciju prvog skoka u sekundama*.

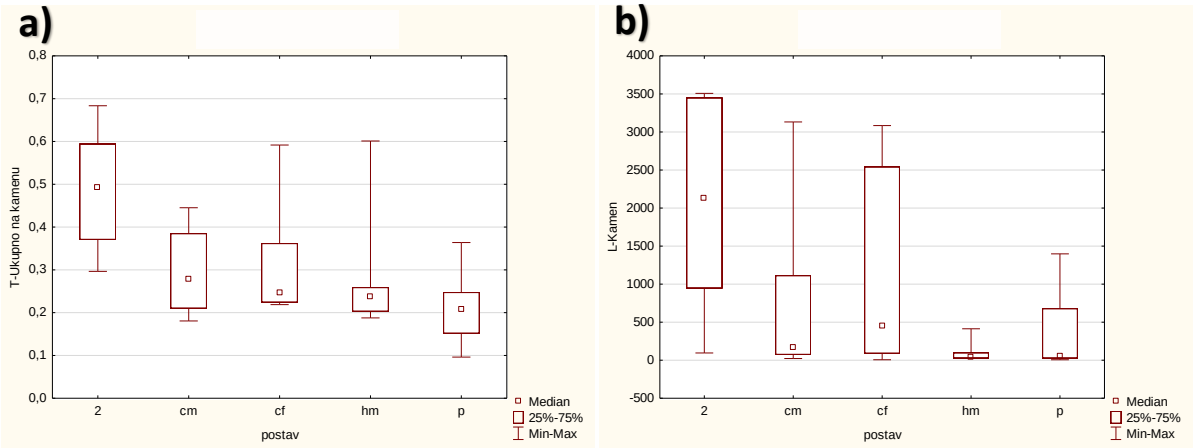
Istraživanje novog prostora

Prvo penjanje (H(4, N=41)=14,83422, p=0,0051; **Slika 57**) najkasnije se događa u varijanti 2 postava s novim prostorom, a ranije u varijantama postava s olfaktornim signalima. Daljnja analiza upotrebom višestruke usporedbe ukazuje na značajnu razliku između varijante 2 i varijante s mirisom miša (p=0,035843).



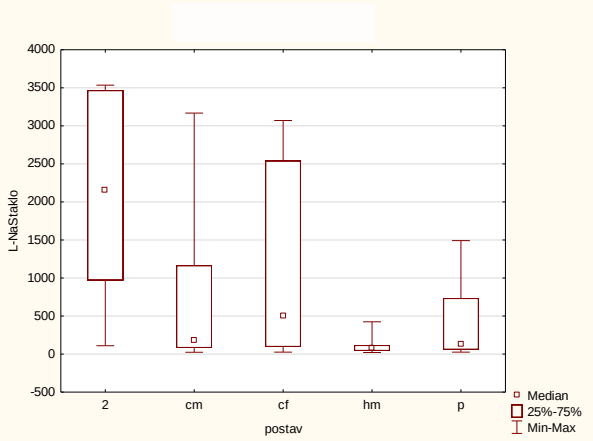
Slika 57. Razlika u latenciji prvog penjanja ovisno o prisutnosti olfaktornog signala u novom prostoru. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, varijantu postava, 2 – varijanta srednje kompleksnosti postava s novim prostorom različite kompleksnosti, cm – prezentacija mirisa mužjaka dinarskog voluhara, cf – prezentacija mirisa ženke dinarskog voluhara, hm – prezentacija mirisa miša, p – prezentacija mirisa poskoka. Os y prikazuje latenciju prvog penjanja u sekundama*.

Trajanje ukupnog boravka na kamenju (H(4, N=44)=17,21331, p=0,0018; **Slika 58a**) najdulje je u varijanti 2 postava s novim prostorom, a kraće u varijantama postava s olfaktornim signalima. Daljnja analiza upotrebom višestruke usporedbe ukazuje na značajnu razliku između varijante 2 i varijante s mirisom miša (p=0,031037) te između varijante 2 i varijante s mirisom poskoka (p=0,000570). **Prvi boravak na kamenu** (H(4, N=44)=13,68588, p=0,0084; **Slika 58b**) najkasnije se događa u varijanti 2 postava s novim prostorom, a ranije u varijantama postava s olfaktornim signalima. Daljnja analiza upotrebom višestruke usporedbe ukazuje na značajnu razliku između varijante 2 i varijante s mirisom miša (p=0,008377) te između varijante 2 i varijante s mirisom poskoka (p=0,036251).



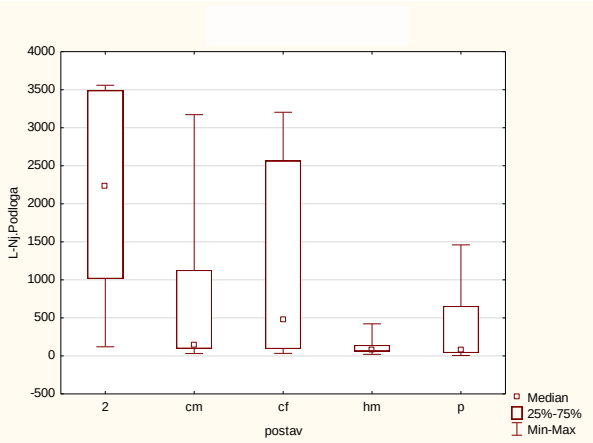
Slika 58. Razlika u (a) trajanju ukupnog boravka na kamenju i (b) latenciji prvog boravka na kamenu ovisno o prisutnosti olfaktornog signala u novom prostoru. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, varijantu postava, 2 – varijanta srednje kompleksnosti postava s novim prostorom različite kompleksnosti, cm – prezentacija mirisa mužjaka dinarskog voluhara, cf – prezentacija mirisa ženke dinarskog voluhara, hm – prezentacija mirisa miša, p – prezentacija mirisa poskoka. Os y prikazuje (a) udio trajanja ukupnog boravka na kamenju u ukupnom vremenu boravka u istraživačkom terariju, odnosno (b) latenciju prvog boravka na kamenu u sekundama*.

Prvo propinajnje na staklo (H(4, N=44)=12,90422, p=0,0118; **Slika 59**) najkasnije se događa u varijanti 2 postava s novim prostorom, a ranije u varijantama postava s olfaktornim signalima. Daljnja analiza upotrebom višestruke usporedbe ukazuje na značajnu razliku između varijante 2 i varijante s mirisom miša (p=0,006158).



Slika 59. Razlika u latenciji prvog propinjanja na staklo ovisno o prisutnosti olfaktornog signala u novom prostoru. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, varijantu postava, 2 – varijanta srednje kompleksnosti postava s novim prostorom različite kompleksnosti, cm – prezentacija mirisa mužjaka dinarskog voluhara, cf – prezentacija mirisa ženke dinarskog voluhara, hm – prezentacija mirisa miša, p – prezentacija mirisa poskoka. Os y prikazuje latenciju prvog propinjanja na staklo u sekundama*.

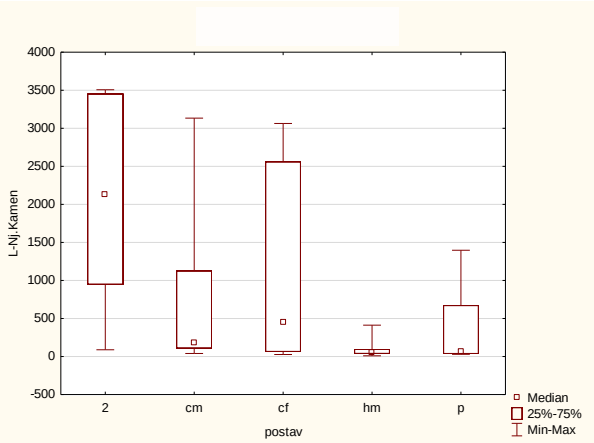
Prvo njuškanje podloge (H(4, N=44)=14,36104, p=0,0062; **Slika 60**) najkasnije se događa u varijanti 2 postava s novim prostorom, a ranije u varijantama postava s olfaktornim signalima. Daljnja analiza upotrebom višestruke usporedbe ukazuje na značajnu razliku između varijante 2 i varijante s mirisom miša (p=0,008048) te varijante 2 i varijante s mirisom poskoka (0,018702).



Slika 60. Razlika u latenciji prvog njuškanja podloge ovisno o prisutnosti olfaktornog signala u novom prostoru. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, varijantu postava, 2 – varijanta srednje kompleksnosti postava s novim prostorom različite kompleksnosti, cm – prezentacija mirisa mužjaka dinarskog voluhara, cf – prezentacija mirisa ženke dinarskog voluhara, hm – prezentacija mirisa miša, p – prezentacija mirisa poskoka. Os y prikazuje latenciju prvog njuškanja podloge u sekundama*.

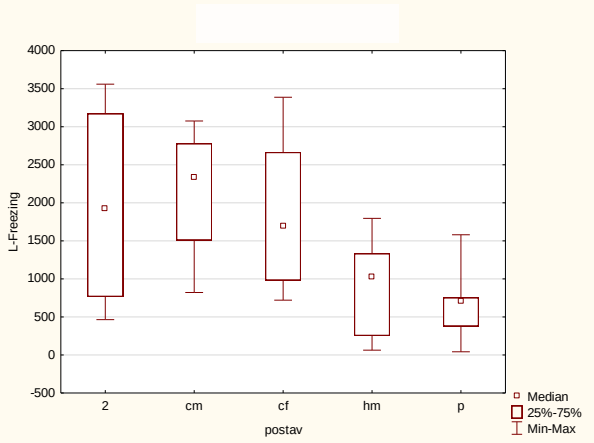
Prvo njuškanje kamena (H(4, N=44)=15,13629, p=0,0044; **Slika 61**) najkasnije se događa u varijanti 2 postava s novim prostorom, a ranije u varijantama postava s olfaktornim signalima.

Daljnja analiza upotrebom višestruke usporedbe ukazuje na značajnu razliku između varijante 2 i varijante s mirisom miša (p=0,004169).



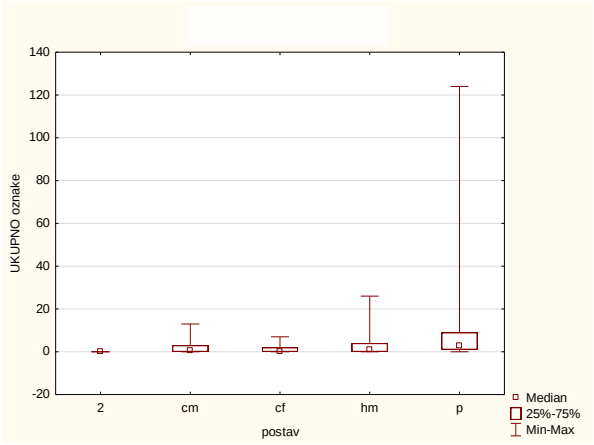
Slika 61. Razlika u latenciji prvog njuškanja kamena ovisno o prisutnosti olfaktornog signala u novom prostoru. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, varijantu postava, 2 – varijanta srednje kompleksnosti postava s novim prostorom različite kompleksnosti, cm – prezentacija mirisa mužjaka dinarskog voluhara, cf – prezentacija mirisa ženke dinarskog voluhara, hm – prezentacija mirisa miša, p – prezentacija mirisa poskoka. Os y prikazuje latenciju prvog njuškanja kamena u sekundama*.

Prvo smrzavanje (H(4, N=29)=9,559135, p=0,0485; **Slika 62**) najranije se događa u varijanti s mirisom poskoka, nešto kasnije u varijanti s mirisom miša, zatim u varijanti 2 postava s novim prostorom i varijanti s mirisom ženke dinarskog voluhara, a najkasnije se događa u varijanti s mirisom mužjaka dinarskog voluhara.



Slika 62. Razlika u latenciji prvog smrzavanja ovisno o prisutnosti olfaktornog signala u novom prostoru. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, varijantu postava, 2 – varijanta srednje kompleksnosti postava s novim prostorom različite kompleksnosti, cm – prezentacija mirisa mužjaka dinarskog voluhara, cf – prezentacija mirisa ženke dinarskog voluhara, hm – prezentacija mirisa miša, p – prezentacija mirisa poskoka. Os y prikazuje latenciju prvog smrzavanja u sekundama*.

Jedinke u postavu s olfaktornim signalima označavaju prostor u istraživačkom terariju, dok u postavu bez olfaktornih signala ne označavaju prostor (**Slika 63**).



Slika 63. Razlika u broju oznaka urina u istraživačkom terariju ovisno o prisutnosti olfaktornog signala u novom prostoru. Os x grafa prikazuje grupu prema kojoj je provedena analiza, varijantu postava, 2 – varijanta srednje kompleksnosti postava s novim prostorom različite kompleksnosti, cm – prezentacija mirisa mužjaka dinarskog voluhara, cf – prezentacija mirisa ženke dinarskog voluhara, hm – prezentacija mirisa miša, p – prezentacija mirisa poskoka. Os y prikazuje broj oznaka urina pronađenih u istraživačkom terariju*.

4. RASPRAVA

Istraživanje je provedeno na strogo zaštićenoj vrsti čije je održavanje u zatočeništvu strogo regulirano. Upotrijebljen je minimalni broj jedinki, zbog čega nije bilo moguće analizirati podatke na temelju više od jedne grupe istovremeno. Također, uočene razlike uglavnom su bile vezane samo za jednu grupu (npr. varijantu postava), pa su se prilikom pokušaja analize na temelju više grupa (npr. spol i varijanta postava) javljale isključivo u funkciji te jedne grupe.

Ponašanje u ovisnosti o kompleksnosti novog prostora

Utjecaj kompleksnosti prostora

Analizom podataka na temelju razlika u tipu kompleksnosti novog prostora nisu zabilježene očekivane razlike u latenciji početka istraživanja novog prostora (prvo virenje, prvi ulazak, prvi odlazak u dalju polovicu istraživačkog terarija) kao što je uočeno u štakora (Genaro i Schmidek, 2000).

Broj virenja iz matičnog terarija u istraživački, i obrnuto, veći je u prostoru manje kompleksnosti, što znači da jedinke više oklijevaju prilikom ulaska u manje kompleksan prostor, te da češće razmatraju povratak u matični terarij. Jedinke manje vremena provode u manje kompleksnom prostoru i više puta ulaze i izlaze iz njega. U prostoru veće kompleksnosti provode više vremena, a manje puta ulaze i izlaze iz tog prostora. Prostor manje kompleksnosti jedinke istražuju u više kratkih izleta, dok kompleksniji prostor istražuju u manje dugih izleta. Ovakvo ponašanje uočeno je i u miševa (Gray i sur., 2000). Jedinke u prostoru najmanje kompleksnosti najviše skaču, kreću se isprekidano, te se češće i dulje kreću brzo. Ovakvo ponašanje ukazuje na mogući nemir jedinki prilikom istraživanja prostora koji ih čini izloženima. Mali sisavci općenito izbjegavaju otvorene prostore zbog opasnosti od predacije i preferiraju strukture staništa koje pružaju mogućnost zaštite (Gray i sur., 2000).

Veća frekvencija boravaka na kamenju u prostoru srednje kompleksnosti je očekivana zbog velikog broja kamenja naspram jednostavnog prostora. Unatoč većoj količini kamenja u prostoru najveće kompleksnosti, frekvencija boravka na kamenju u ovoj varijanti je niska jer je kamenje povezano u jedinstvenu cjelinu. Trajanje boravka na kamenju daje točniju

informaciju o korištenju kamenja; očekivano, jedinke provode manje vremena na kamenu u prostoru najmanje kompleksnosti koji sadrži samo jedan kamen, a više vremena u kompleksnijim varijantama. Moguće je da je boravak na kamenu u najkompleksnijem prostoru kraći od onoga u srednje kompleksnom zbog korištenja zaklona.

Broj propinjanja opada, dok frekvencija i trajanje ukupnog njuškanja raste s porastom kompleksnosti prostora. Njuškanje je vrlo bitna komponenta istraživanja prostora u glodavaca što objašnjava ovakav rezultat; veća kompleksnost zahtjeva veći intenzitet istraživanja. Jedan od utjecaja kompleksnosti na kolonizaciju i korištenje prostora je upravo veća stopa istraživanja potrebna za uspostavu teritorija (Eilam, 2003; Genaro i Schmidek, 2000; Gray i sur., 2000).

Dinarski voluhari inače nisu kopači; ne zakopavaju hranu kada ju skladište, a kopanje nije zabilježeno ni u njihovom etogramu (Malenica, 2011). Kopanje se pokazalo karakterističnim za prostor manje kompleksnosti, ali zasada nije moguće utvrditi je li ovo ponašanje oblik istraživanja (npr. potraga za hranom) ili obilježje stresa, odnosno stereotipnog ponašanja (Hart i sur., 2009).

Utjecaj spola

Analizom podataka na temelju razlika u spolu nije zabilježena statistički značajna razlika u trajanju boravka mužjaka i ženke u novom prostoru različite kompleksnosti pa se veća frekvencija sporih kretanja ženki u odnosu na mužjake može protumačiti kao više isprekidano kretanje. Ženke su više vremena provele i brzo se krećući. U malih glodavaca nisu uvijek uočljive razlike u ponašanju mužjaka i ženki (npr. rod Apodemus; Lodewijckx, 1984a), već češće interindividualne razlike (Eccard i Herde, 2013; Lodewijckx, 1984a).

Utjecaj sezone

Analizom podataka na temelju razlika u sezoni zabilježene su samo dvije razlike. Ženke su u ljetnoj sezoni više provirivale u istraživački terarij prije ulaska, dakle više oklijevaju pri ulasku u novi prostor. Također, smrzavanje se dogodilo više puta i dulje trajalo u ljetnoj sezoni, što ukazuje na veći oprez prilikom istraživanja ljeti. Ovakvo ponašanje u skladu je s ponašanjem malih sisavaca u divljini. Ljeti je aktivnost ekosustava veća, odnosno postoji veća

mogućnost za susret jednike s kompetitorom ili predatorom, što zahtjeva povećani oprez prilikom kretanja u okolišu.

Istraživanja drugih glodavaca (*Microtus arvalis, Apodemus sylvaticus*) pokazuju jasne razlike u sezonskoj aktivnost; aktivniji su ljeti. Međutim, razlika je uglavnom uočljiva u mužjaka, dok je u ženki, iako veća, aktivnost ljeti podjednaka zimskoj aktivnosti (Eccard i Herde, 2013; Lodewijckx, 1984b). Iako analizom prema spolu nisu pokazane velike razlike u ponašanju mužjaka i ženki dinarskog voluhara, za potpuniji uvid u sezonske razlike u ponašanju trebalo bi poručiti i ponašanje mužjaka u zimskoj sezoni.

Ponašanje u ovisnosti o olfaktornim signalima

Utjecaj prezentiranog olfaktornog signala

Analizom podataka na temelju razlika u tipu prezenitranog olfaktornog signala nisu zabilježene razlike u frekvencijama i trajanjima ponašanja, odnosno u načinu istraživanja prostora. Zabilježene su razlike u latencijama; jedinke su se ranije penjale, njuškale kamenje i smrzavale u varijantama s olfaktornim signalom drugih vrsta (miš i poskok), a kasnije u varijantama s olfaktornim signalom iste vrste.

Primjerice, vombati u prisutnosti fecesa druge jedinke (mužjaka ili ženke iste vrste, dinga kao predatora i plastične kontrole) smanjuju aktivnost i više koriste zatvorene prostore što ukazuje na percepciju mogućeg rizika. Ipak, najviše prilaze fecesu predatora, zbog novih informacija o vrsti i potrebi za potvrdom prisutnosti (Descovich i sur., 2012). U ovom istraživanju, raniji početak istraživanja novog prostora obilježenog mirisom druge vrste ukazuje na veći značaj tih signala; prisutnost kompetitora i predatora potencijalno je važnija od prisutnosti druge jedinke iste vrste.

Utjecaj spola

Analiza podataka na temelju razlika u spolu pokazuje da su ženke manje virile, odnosno manje oklijevale prilikom ulaska u istraživački terarij. Više su vremena provodile u bližoj polovici polovici istraživačkog terarija, ali i ukupno više boravile u novom prostoru. Češće i dulje njuškanje i kopanje ukazuje na veću istraživačku aktivnost, a češće i dulje smrzavanje na povećani oprez prilikom istraživanja.

U postavu s olfaktornim signalima uočena je veća razlika u ponašanju mužjaka i ženki nego kada im je prezentiran novi prostor različite kompleksnosti, bez olfaktornih signala. Mužjaci malih sisavaca su generalno aktivniji od ženki, međutim, ženke mogu pokazati veću istraživačku aktivnost ukoliko su motivirane da saznaju više o susjednom okolišu, na primjer, ako češće od mužjaka ostaju u području rođenja (Lynn i Brown, 2009).

Utjecaj sezone

Analiza podataka na temelju razlika u sezoni ponovno pokazuje veću istraživačku aktivnost ženki u ljetnoj sezoni. Ljeti češće i dulje istražuju druga vratašca, propinju se na staklo, njuškaju i kopaju, više i duže se smrzavaju (zbog čega je dulje i vrijeme mirovanja) te označavaju prostor. Ovakvi rezultati u skladu su sa sezonskom aktivnošću malih sisavaca (Eccard i Herde, 2013). Higijena traje dulje i ranije se događa ljeti, što može biti pokazatelj stresa (Jolles i sur., 1979).

Usporedba ponašanja u novom prostoru ovisno o prisutnosti olfaktornih signala

Analizom podataka na temelju tipa prezentiranog postava, ovisno o prisutnosti olfaktornih signala, zabilježeno je da jedinke ranije proviruju i ulaze u prostor s olfaktornim signalima. Sukladno s time, ranije odlaze u dalju polovicu novog prostora, ranije prilaze drugim vratašcima i ranije se penju na kamenje. Ranije počinju i istraživati, penjati se, propinjati i njuškati. U prostoru bez olfaktornih signala jedinke se duže kreću sporo i ne označavaju prostor. U prostoru bez olfaktornih signala jednike više vremena borave na kamenu nego u varijantama postava s olfaktornim signalima. Ovaj rezultat može biti posljedica razlike u broju kamenja u varijantama; unatoč sličnosti strukture prostora, u varijanti 2 više je kamenja nego u varijantama postava s olfaktornim signalima.

U miševa i guštera, postojanje svježih olfaktornih signala jedinki iste vrste može biti pokazatelj zauzetosti prostora i biti indikator prihvatljivosti tog prostora. Ukoliko neko područje nije označeno, može biti shvaćeno kao neprihvatljivo za jedinku koja je označila i koristi susjedno područje. Za mužjake snježne voluharice, područja označena mirisom pokazatelj su relativno bolje kvalitete tog područja naspram neoznačenog područja (Luque-Larena i sur., 2001). Raniji ulazak i početak istraživanja novog, označenog prostora može biti

potaknut upravo interesom jedinke da istraži prostor kojeg neka druga jedinka smatra pogodnim, a može ukazati i na rizičnu prirodu ponašanja jedinke (Eccard i Herde, 2013).

U prostoru s olfaktornim signalima druge vrste jednike se najranije smrzavaju, dok se najkasnije smrzavaju u prisutnosti olfaktornog signala mužjaka. Različita latencija smrzavanja posljedica je različitog značaja prezentiranih signala, odnosno povezana je s razinom rizika ili interesa kojeg olfaktorni signal izaziva (Edut i Eilam, 2003).

5. ZAKLJUČAK

Dinarski voluhar više vremena provodi istražujući kompleksniji prostor; manje oklijeva prilikom ulaska u takav prostor i boravak u njemu traje dulje. U prostoru manje kompleksnosti dinarski voluhar provodi manje vremena, a karakterizira ga i brže, više isprekidano kretanje te potencijalno stresno ponašanje.

Ranije počinje istraživati novi prostor ukoliko je u njemu prezentiran olfaktorni signal. Međutim, razlike u ponašanju ovisno o prezentiranom olfaktornom signalu vrlo su male; ranije počinje istraživati prostor označen olfaktornim signalom druge vrste.

Zabilježeno je malo razlika u ponašanju mužjaka i ženki. Ženke dulje istražuju prostor s olfaktornim signalima, ali generalno nije uočena razlika u istraživačkoj aktivnosti ovisno o spolu. Uočena je razlika u ponašanju ovisno o sezoni; istraživačka aktivnost i oprez veći su ljeti.

Rezultati ovog rada daju uvid u ponašanje dinarskog voluhara u novom prostoru, ovisno o njegovoj kompleksnosti i prividnoj prisutnosti drugih jedinki, odnosno vrsta, a mogu se protumačiti i u kontekstu ponašanja dinarskog voluhara u prirodnom okolišu. Predlažemo upotrebu ovih rezultata kao smjernica prilikom organizacije monitoringa i programa zaštite dinarskog voluhara.

6. LITERATURA

Amori G., Gippoliti S. (2003): A higher-taxon approach to rodent conservation priorities for the 21st century. Animal Biodiversity and Conservation **26** (2), 1-18.

Arakawa H., Blanchard D. C., Arakawa K., Dunlap C., Blanchard R. J. (2008): Scent marking behavior as an odorant communication in mice. Neurosci Biobehav Rev **32** (7), 1236-1248. DOI:10.1016/j.neubiorev.2008.05.012.

Bego F., Kryštufek B., Paspali G., Rogozi E. (2008): Small terrestrial mammals of Albania: Annotated list and distribution. Hystrix It. J. Mamm. **19** (2), 3-21.

Berger-Tal O., Polak T., Oron A., Lubin Y., Kotler B. P., Saltz D. (2011): Integrating animal behavior and conservation biology: a conceptual framework. Behavioral Ecology **22** (2), 236-239.

Bilton D. T., Miroll P. M., Mascherettil S., Fredga K., Zima J., Searle J. B. (1998): Mediterranean Europe as an area of endemism for small mammals rather than a source for northwards postglacial colonization. Proc. R. Soc. Lond. B **265**, 1219-1226.

Brelih S. (1986): Ectoparasitical entomofauna of Yugoslav mammals. II. Siphonaptera from *Dinaromys bogdanovi* and *Chionomys nivalis* (Rodentia: Cricetidae). SCOPOLIA **11**, 1-47.

Bužan E. V., Kryštufek B., Bryja J. (2010): Microsatellite markers confirm extensive population fragmentation of the endangered Balkan palaeoendemic Martino's vole (*Dinaromys bogdanovi*). Conserv Genet **11**, 1783-1794.

Bužan E., Kryštufek B., Hänfling B., Hutchinson W. F. (2008): Mitochondrial phylogeny of Arvicolinae using comprehensive taxonomic sampling yields new insights. Biological Journal of the Linnean Society **94** (4), 825-835.

Carleton M., Musser G. (1984): Muroid rodents. U: Anderson S., Jones Jr. J. (ur.): Orders and Families of Recent Mammals of the World. John Wiley and Sons, New York.

Chaline J., Brunet-Lecomte P., Montuire S., Viriot L. i Courant F. (1999): Anatomy of the arvicoline radiation (Rodentia): palaeogeographical, palaeoecological history and evolutionary data. Ann. Zool. Fennici **36**, 239-267.

Crowder L. B., Cooper W. E. (1982): Habitat Structural Complexity and the Interaction Between Bluegills and Their Prey. Ecology **63**, 1802-1813. http://dx.doi.org/10.2307/1940122.

Descovich K., Lisle A., Johnston S., Nicolson V., Phillips C. (2012): Differential responses of captive southern hairy-nosed wombats (*Lasiorhinus latifrons*) to the presece of faeces from different species and male and female conspecifics. Applied Animal Behaviour Science **138** (1-2), 110-117.

Eccard J. A., Herde A. (2013) Seasonal variation in the behaviour of a short-lived rodent. BMC Ecology **13** 43. http://www.biomedcentral.com/1472-6785/13/43.

Edut S., Eilam D. (2003): Rodents in open space adjust their behavioral response to the different risk levels during barn-owl attack. BMC Ecology **3** (10). http://www.biomedcentral.com/1472-6785/3/10.

Eilam D. (2003): Open-field behavior withstands drastic changes in arena size. Behavioural Brain Research **142**, 53-62.

Fahrig L., Merriam G. (1994): Conservation of Fragmented Populations. Conservation Biology **8** (1), 50-59.

Feldhamer G. A., Drickamer L. C., Vessey S. H., Merritt J. F., Krajewski C. (2007): Mammalogy: adaptation, diversity, and ecology. The Johns Hopkins University Press, Baltimore.

Ferkin M. H. (2015): The response of rodents to scent marks: Four broad hypoteses. Hormones and Behavior **60**, 43-52.

Ferkin M. H., Johnston R. E. (1995): Meadow voles, *Microtus pennsylvanicus*, use multiple sources of scent for sex recognition. Anim. Behav. **49**, 37-44.

Frynta D. (1994): Exploratory behaviour in 12 Palaearctic mice species (Rodentia: Muridae): A comparative study using „free exploration“ tests. Acta Soc Zool Bohemicae **57**, 173-182.

Genaro G., Schmidek W. R. (2000) Exploratory Activity of Rats in Three Different Environments. Ethology **106**, 849-859.

Gippoliti S., Amori G. (2007): Beyond threatened species and reintroduction: establishing priorities for conservation and breeding programmes for European rodents in zoos. Int. Zoo Yb. **41**, 194-202. DOI:10.1111/j.1748-1090.2007.00002.x

Gruder-Adams S., Getz L. (1985): Comparison of the mating system and paternal behavior in *Microtus ochrogaster* and *Microtus pennsylvanicus*. Journal of Mammalogy **66** (1), 165-167.

Gosling L. M. (1982): A Reassessment of the Function of Scent Marking in Territories. Z. Tierpsychol. **60**, 89-118.

Gray S. J., Plesner Jensen S., Hurst J. L. (2000): Structural complexity of territories: preference, use of space and defence in commensal house mice, *Mus domesticus*. Animal beaviour **60**, 765-772.

Hart P. C., Bergner C. L., Dufour B. D., Smolinsky A. N., Egan R. J. (2009): Analysis of Abnormal Repetitive Behaviors in Experimental Animal Models. U: Warnik J. E., Kauleff A. V. (ur.): Translational Neuroscience. Nova Science Publishers, Inc., str. 71-82.

Herde A., Eccard J. A. (2013): Consistency in boldness, activity and exploration at different stages of life. BMC Ecology **13** (49), 1-10.

Jolles J., Rompa-Barendregt J., Gispen W. H. (1979): Novelty and Grooming Behavior in the Rat. Behavioral and Neural Biology **25**, 563-572.

Klejbor I., Turlejski K. (2012): Different strategies of exploration and phenotypic variability of the locomotor behavior in new environment: Comparative study of the laboratory opossum (*Monodelphis domestica*) and Wistar rat (*Rattus norvegicus*). Acta Neurobiol Exp **72**, 452-460.

Kryštufek, B. 2008. Dinaromys bogdanovi. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T6607A12790367. http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T6607A12790367.en, pristupljeno: 12. lipnja 2015.

Kryštufek B., Bužan E. V. (2008): Rarity and decline in palaeoendemic Martino's vole Dinaromys bogdanovi. Mammal Rev **38** (4), 267-284.

Kryštufek B., Bužan E. V., Hutchuinson W. F., Hänfling B. (2007): Phylogeography of the rare Balkan endemic Martino's vole, *Dinaromys bogdanovi*, reveals strong

differentiation within the western Balkan Peninsula. Molecular Ecology **16**, 1221-1232.

Kryštufek B., Engelberger S., Muzaferović Š., Bužan E. V., Skok J., Škrijelj R., Herzig-Straschil B. (2010): Assessing population size of Martino's vole (*Dinaromys bogdanovi*) in central Bosnia. Hystrix It. J. Mamm. **21** (2), 165-169.

Kryštufek B., Klenovšek T., Bužan E. V., Loy A., Janžekovič F. (2012): Cranial divergence among evolutionary lineages of Martino's vole, Dinaromys bogdanovi, a rare Balkan paleoendemic rodent. Journal of Mammalogy **93** (3), 818-825.

Kryštufek B., Kolarič K., Paunović M. (2000): Age determination and age structure in Martino's vole *Dinaromys bogdanovi*. Mammalia **64** (3), 361-370.

Kryštufek B., Tvrtković N. (1988): Insectivores and Rodents of the Central Dinaric Karst of Yugoslavia. SCOPOLIA **15**, 1-59.

Kryštufek B., Vohralik V., Obuch J. (2009): Endemism, vulnerability and conservation issues for small terrestrial mammals from the Balkans and Anatolia. Folia Zool. **58** (3), 291-302.

Lodewijckx E. (1984a): The influence of sex, sexual condition and age on the exploratory behaviour of wild wood mice (*Apodemus sylvaticus* L.). Behavioural Processes **9** (4), 431-444.

Lodewijckx E. (1984b): Seasonal fluctuations in the exploratory behaviour and in the activity of wild wood mice. Acta Theriologica **29**, 273-282.

Luque-Larena J. J., López P., Gosálbez J. (2002a): Microhabitat use by the snow vole *Chionomys nivalis* in alpine environments reflects rock-dwelling preferences. Canadian Journal of Zoology **80** (1), 36-41.

Luque-Larena J. J., López P., Gosálbez J. (2002b): Relative Dominance Affects Use of Scent-Marked Areas in Male Snow Voles *Chionomys nivalis*. Ethology **108**, 273-285.

Luque-Larena J. J., López P., Gosálbez J. (2001): Scent matching modulates space use and agonistic behaviour between male snow voles, *Chionomys nivalis*. Animal Behaviour **62**, 1089-1095. DOI:10.1006/anbe.2001.1865.

Lynn D. A., Brown G. R. (2009): The Ontogeny of Exploratory Behavior in Male and Female Adolescent Rats (*Rattus norvegicus*). Developmental Psychobiology **6** (51), 513-520.

Malenica M. (2011): Etogram dinarskog voluhara (*Dinaromys bogdanovi* Martino, 1922). Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb.

Miller G. T., Spoolman S. E. (2008): Essentials of Ecology, Fifth Edition. Brooks/Cole, Belmont.

Musser G., Carleton M. (2005): Superfamily Muroidea. U: Wilson D., Reeder D. (ur.): Mammal Species of the World. The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London.

Nowak R. (1999): Walker's Mammals of the World, vol. II. The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London.

Oosthuizen M. K., Scheibler A.-G., Charles Bennett N., Amrein I. (2013): Effects of Laboratory Housing on Exploratory Behaviour, Novelty Discrimination and Spatial Reference Memory in a Subterranean, Solitary Rodent, the Cape Mole-Rat (*Georychus capensis*). PLoS ONE **8** (9): e75863. DOI: 10.1371/journal.pone.0075863.

Pisula W., Turlejski K., Stryjek R., Nalecz-Tolak A., Grabiec M., Dajavadian R. L. (2012): Response to novelty in the laboratory Wistar rat, wild-captive WWCPS rat, and the gray short-tailed opossum (*Monodelphis domestica*). Behavioural Processes **91** (2), 145-151.

Podnar M., Bruvo Mađarić B., Mayer W. (2013): Non-concordant phylogeographical patterns of three widely codistributed endemic Western Balkans lacertid lizards (Reptilia, Lacertidae) shaped by specific habitat requirements and different responses to Pleistocene climatic oscillations. J Zoolog Syst Evol Res, DOI: 10.1111/jzs.12056.

Semeniuk C. A. D., Musiani M., Marceau D. J. (2011): Integrating Spatial Behavioral Ecology in Agent-Based Models for Species Conservation. U: Sofo A. (ur.): Biodiversity. InTech, DOI: 10.5772/23055. http://www.intechopen.com/books/biodiversity/integrating-spatial-behavioral-ecology-in-agent-based-models-for-species-conservation, pristupljeno: 10. listopada 2015.

Spencer E. E., Crowther M. S., Dickman C. R. (2014): Risky Business: Do Native Rodents Use Habitat and Odor Cues to Manage Predation Risk in Australian Deserts? PLoS ONE **9** (2), e90566. DOI:10.1371/journal.pone.0090566.

Sutherland W. J. (1998): The importance of behavioural studies in conservation biology. Animal Behaviour **56**, 801-809.

Tvrtković N. (2006): Crvena knjiga sisavaca Hrvatske. Ministarstvo kulture, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb.

http://www.arkive.org/martinos-vole/dinaromys-bogdanovi/, pristupljeno: 11. rujna 2015.

7. PRILOZI

Prilog 1. Redoslijed prezentacije varijanti postava.

Prilog 2. Kamenje označeno mirisom u pojedinoj varijanti postava s olfaktornim signalima.

Prilog 3. Numeriranje kamenja u postavu s olfaktornim signalima ovisno o strani ulaska jedinke u istraživački terarij.

Prilog 4. Obrazac za bilježenje oznaka urina u istraživačkom terariju.

Prilog 1. Redoslijed prezentacije varijanti postava (1 – prostor najmanje kompleksnosti, 2 – prostor srednje kompleksnosti, 3 – prostor najveće kompleksnosti; cm – prezentacija mirisa mužjaka dinarskog voluhara, cf – prezentacija mirisa ženke dinarskog voluhara, hm – prezentacija mirisa mužjaka miša, p – prezentacija mirisa poskoka; sivo – jedinke koje su u istraživanju u provom od dva dana istraživanja u ljetnoj sezoni).

jedinka	postav s novim prostorom različite kompleksnosti			prostor s olfaktornim signalima			
1	2	3	1	cm	cf	hm	p
2	1	2	3	cm	cf	hm	p
3	1	2	3	cm	cf	hm	p
4	3	1	2	cm	cf	hm	p
5	3	2	1	cm	cf	hm	p
6	3	2	1	-	-	-	-
7	1	2	3	cm	cf	hm	p
8	3	1	2	cm	cf	hm	p
9	2	1	3	cm	cf	hm	p
10	1	3	2	cm	cf	hm	p
11	3	2	1	cm	-	-	p
12	1	2	3	cm	hm	p	cf
13	-	-	-	-	-	-	-
14	3	1	2	cm	hm	p	cf
15	2	3	1	cm	hm	p	cf
16	2	1	3	cm	hm	p	cf

Prilog 2. Kamenje označeno mirisom u pojedinoj varijanti postava s olfaktornim signalima (cm – prezentacija mirisa mužjaka dinarskog voluhara, cf – prezentacija mirisa ženke dinarskog voluhara, hm – prezentacija mirisa mužjaka miša, p – prezentacija mirisa poskoka).

jedinka	cm	cf	hm	p
1	345	125	456	456
2	126	246	235	346
3	136	234	123	256
4	136	345	256	156
5	135	234	135	236
6	-	-	-	-
7	235	134	346	235
8	346	145	345	356
9	123	245	234	123
10	245	145	234	346
11	356	134	235	136
12	146	235	134	246
13	-	-	-	-
14	246	135	125	145
15	124	235	156	126
16	126	256	135	235

Prilog 3. Numeriranje kamenja u postavu s olfaktornim signalima ovisno o strani ulaska jedinke u istraživački terarij.



Prilog 4. Obrazac za bilježenje oznaka urina u istraživačkom terariju.

datum: **sat:**

CH: ŽIVOTINJA:

strana ulaza: lijevo desno

broj oznaka UKUPNI:	BR. OZ.	**kamen**	BR. OZ.
mjesto oznake		1	
pločica gore lijevo (v)		2	
pločica gore desno (m)		3	
pločica dolje lijevo (m)		4	
pločica dolje desno (v)		5	
		6	

8. ŽIVOTOPIS

Osobni podaci

Ime i prezime	Lea Vidatić
Datum i mjesto rođenja	31. ožujka 1992., Zagreb
Adresa prebivališta	Matije Divkovića 33, 10000 Zagreb
Telefon	+385 98 166 83 24
E-mail	leavidatic@gmail.com

Završeno obrazovanje

2013. Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Preddiplomski studij biologije (sveučilišna prvostupnica biologije)

2010. Gimnazija Lucijana Vranjanina, Zagreb, smjer: prirodoslovno-matematički

2007. Osnovna glazbena škola Ivana Zajca, Zagreb, smjer: flauta

2006. Osnovna škola Malešnica, Zagreb

Projekti

2015. Istraživačko-edukacijski projekt „Papuk 2015“ Udruge studenata biologije - BIUS

Noć biologije, Botanički zavod

2014. Znanstveni piknik, Botanička sekcija Udruge studenata biologije - BIUS

Istraživačko-edukacijski projekt „Grabovača 2014“ Udruge studenata biologije - BIUS

Noć biologije, Zavod za animalnu fiziologiju

2013. Istraživačko-edukacijski projekt „Apsyrtides 2013“ Udruge studenata biologije - BIUS

Noć biologije, Zavod za animalnu fiziologiju

2012. Sveučilište za djecu, Botanički zavod

Noć biologije, Botanički zavod

Nagrade i priznanja

2015. Posebna rektorova nagrada za sudjelovanje na Istraživačko-edukacijskom projektu „Grabovača 2014“ Udruge studenata biologije - BIUS

2014. Posebna rektorova nagrada za sudjelovanje na manifestaciji Noć biologije 2013.

Kongresna priopćenja

L. Vidaitć, M. Ljuština, I. Ivanek, D. Lisičić (2015): Istraživačka aktivnost dinarskog voluhara (*Dinaromys bogdanovi* Martino, 1922)/Exploratory activity of Martino's Snow Vole (*Dinaromys bogdanovi* Martino, 1922); 12. Hrvatski biološki kongres s međunarodnim sudjelovanjem, 18.-23. rujna 2015., Sveti Martin na Muri, Hrvatska (Zbornik sažetaka, 116-117.)/12th Croatian Biological Congress with International Participation, September 18th-23rd, 2015, Sveti Martin na Muri, Croatia (Book of Abstracts, 116-117).

Članstva

rujan 2014. –	voditeljca Botaničke sekcije Udruge sutdenata biologije - BIUS
ožujak 2014. – rujan 2014.	voditeljica Zelenog kolektiva Udruge sutdenata biologije - BIUS
rujan 2013. – ožujak 2014.	voditeljca Botaničke sekcije Udruge sutdenata biologije - BIUS
rujan 2012. – rujan 2013.	članica Botaničke sekcije Udruge sutdenata biologije - BIUS
2010. –	članica Udruge sutdenata biologije - BIUS

Fakultetski angažman i praktično iskustvo

ljetni semestar 2014./2015.	Stručna laboratorijska praksa, Citološki laboratorij Klinike za tumore, Zagreb
zimski semestar 2014./2015.	Demonstratura, Kolegij Laboratorijske životinje u biološkim istraživanjima, Zavod za animalnu fiziologiju Biološkog odsjeka PMF-a

Volonterski rad

rujan 2014. –	Botanički odjel Hrvatskog prirodoslovnog muzeja, Zagreb; projekt digitalizacije botaničkih zbirki

Znanja i vještine

Rad na računalu	korištenje alata MS Office, Mendeley
Strani jezici	engleski jezik, odlično znanje (C2)
	španjolski jezik, odlično znanje (C1, CEF certifikat)
	njemački jezik, osnovno znanje (A1)
Vozačka dozvola	B kategorija