

# Odabir hrane kod dinarskog voluhara (*Dinaromys bogdanovi*) u zatočeništvu

---

Ivić, Lucija

Master's thesis / Diplomski rad

2017

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:715934>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-01**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
BIOLOŠKI ODSJEK

Lucija Ivić

**Odabir hrane kod dinarskog voluhara (*Dinaromys bogdanovi*) u zatočeništvu**

Diplomski rad

Zagreb, 2017.

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

*Zahvaljujem mentoru doc.dr.sc. Duji Lisičiću na prilici, ukazanom povjerenju, velikom strpljenju, terenima i prijateljskom pristupu tijekom cijelog mog fakultetskog školovanja.*

*Zahvaljujem se i Maši Ljuštini na pomoći kod analizi snimki i drugom pogledu na cijelo istraživanje, te svim kolegama diplomantima koji su bili uključeni, na njihovoj pomoći i velikoj podršci.*

*Zahvaljujem se Zoološkom vrtu grada Zagreba i Igoru Ivaneku što su nam pružili prostor za ovo istraživanje i što su se dobro i srčano brinuli za malene čupavce.*

*Veliko hvala mojim roditeljima i sestri što su mi omogućili školovanje u Zagrebu, hvala vam na ljubavi i podršci u svakom pogledu, posebno mami što me je cijeli život podržavala u mojoj namjeri da postanem istraživač i što me je urazumila svaki puta kada bih htjela odustati jer nešto nije savršeno kako sam ja zamislila. Hvala vam što ste bili uz mene.*

*Hvala mojim Wafflima s preddiplomskog, najboljim kolegama i prijateljima koje čovjek može samo poželjeti. Vrijeme i druženje s vama ću zauvijek pamtit.*

*Hvala Udruzi BIUS koja mi je pomogla da se razvijem kao znanstvenik i osoba, te upoznam mnoštvo dragih ljudi, među njima i Andrijanu kojoj hvala na prijateljstvu i svakoj popijenoj kavi (trebala mi je).*

*Hvala Luki što je bio hladne glave i oštrog uma kada sam po treći puta ispočetka krenila raditi rezultate. Hvala na neizmjerne podršci i ljubavi.*

*Hvala prijateljima iz Šibenika što ste ostali uz mene makar nisam mogla provoditi onoliko vremena koliko sam htjela s vama.*

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

---

Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno-matematički fakultet

Biološki odsjek

Diplomski rad

Odabir hrane kod dinarskog voluhara (*Dinaromys bogdanovi*) u zatočeništvu

Lucija Ivić

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Dinarski voluhar (*Dinaromys bogdanovi* Martino, 1922) je endem zapadnog Balkana i tercijarni relikv, specifičan za krš Dinarida. Populacije dinarskog voluhara su male i raspršene, a njegova reproduktivna snaga mala, što ga čini iznimno osjetljivog na sve utjecaje koji mogu umanjiti brojnost vrste. Kako bi se mogle provesti potrebne konzervacijske mjere, nužno je istražiti biologiju i ponašanje ove vrste. Ovo istraživanje je fokusirano na ponašanja dinarskog voluhara prilikom odabira hrane. Provedena su 54 istraživanja na 14 jedinki (mužjaka i ženki), u 2 različita postava pokusa (ista hrana i različita hrana), s različitim postavama mirisa (miris iste vrste, predatora, druge vrste ili bez mirisa), te u 2 različite sezone (ljet/zima). Istraživanja su se održavala u isto doba dana i trajala su 12 h. Pratilo se 7 kategorija ponašanja vrste ovisno o postavkama pokusa. Snimke su se analizirale računalnim programom za kodiranje ponašanja (Solomon coder) i statistički obradile u programu Statistica. Istraživanje je pokazalo da su životinje radile razliku, ovisno o prezentiranoj hrani i sezoni. Također, pojavile su se razlike između ponašanja mužjaka i ženki, te sezona ženki. Ženke su bile aktivnije u sezoni parenja i aktivnije od mužjaka u kontaktima s hranom. Rezultati ovog rada mogu se koristiti kao smjernica za buduća istraživanja.

(95 stranica, 72 slike, 3 tablice, 58 literaturnih navoda, jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici.

Ključne riječi: endem, odabir, sezona, hrana, mirisi, ponašanje.

Voditelj: dr. sc. Duje Lisičić, doc.

Ocjenitelji: dr. sc. Duje Lisičić, doc.

dr. sc. Petar Kružić, izv. prof.

dr. sc. Antun Alegro, izv. prof.

Rad prihvaćen: 04.05.2017.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

University of Zagreb

Faculty of Science

Division of Biology

Graduation Thesis

Food preference of the Martino's vole (*Dinaromys bogdanovi*) in captivity

Lucija Ivić

Rooseveltovej trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Balkan Snow Vole (Martino's vole) is a tertiary relict and Balkan endemic, specific to Dinaric Alps karst. Martino's vole populations are small and scattered, its reproductive power is small, making it sensitive to all influences that can reduce species number. In order to carry out conservation measures, it's necessary to explore the biology and behavior of this species. This research is focused on the behavior of the Martino's vole when choosing food. 54 experiments were conducted on 14 male and female individuals, 2 different experiments (same food and different food), 3 presented odors (conspecific, predators, heterospecific) and in 2 different seasons (summer / winter), with 7 types of behavior categories. All trials were recorded at the same time of the day and lasted for 12 h. Recordings were analyzed by a computer coding program (Solomon coder) and the statistics by the Statistica program. Research has shown that animals were choosing food, depending on the presented food and the season. Also, there was a difference between male and female behavior, and female seasonalities. The females were more active in the mating season and more active than males in contacts with food. These results can be used as guidance for the future research.

(95 pages, 72 figures, 3 tables, 58 references, original in: Croatian)

Thesis deposited in the Central Biological Library.

Key words: endemic, selection, food, season, odor, behavior.

Supervisor: Dr. Duje Lisičić, doc.

Reviewers: Dr. Duje Lisičić, doc.

Dr. Petar Kružić, Assoc. Prof.

Dr. Antun Alegro, Assoc. Prof.

Thesis accepted: 04.05.2017.

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
1.1. Opis potporodice Arvicolinae.....	1
1.2. Opis dinarskog voluhara ( <i>Dinaromys bogdanovi</i> , Martino 1922).....	2
1.2.1. Sistematika i filogenetika vrste .....	2
1.2.2. Rasprostranjenost vrste i stanište .....	5
1.2.3. Biologija vrste .....	8
1.2.4. Ugroženost i zaštita vrste .....	10
1.3. Odabir hrane .....	11
1.3.1. Odabir hrane kod voluharica.....	12
1.3.2. Utjecaj mirisa, razlike u spolovima i sezone na ponašanje.....	13
1.4. Cilj istraživanja.....	16
2. MATERIJALI I METODE .....	17
2.1. Uvjeti održavanja životinja.....	17
2.2. Životinje uključene u istraživanje.....	18
2.3. Generalne postavke istraživanja .....	19
2.4. Prikupljanje podataka .....	22
2.5. Čišćenje istraživačkih terarija.....	22
2.6. Priprema i analiza video-snimki .....	23
2.7. Statistička analiza podataka .....	24
3. REZULTATI.....	27
3.1. Postav raznovrsne hrane na različitoj udaljenosti.....	28
3.1.1. Mužjakov boravak u prostoru .....	28
3.1.2. Usporedbe ponašanja ovisne o prezentiranoj hrani kod mužjaka dinarskog voluhara .....	29
3.1.3. Ženkin boravak u prostoru .....	31
3.1.4. Usporedbe ponašanja ovisne o prezentiranoj hrani kod ženki dinarskog voluhara .....	33
3.1.5. Odabir hrane i ponašanje ovisno o sezoni kod ženki dinarskog voluhara .....	37
3.1.6. Odabir hrane i ponašanje ovisno o spolu kod dinarskog voluhara .....	42
3.2. Postav istovrsne hrane na jednakoj udaljenosti .....	47
3.2.1. Mužjakov boravak u prostoru .....	47
3.2.2. Odabir hrane i ponašanje ovisno o prezentiranim olfaktornim signalima (mirisima) kod mužjaka dinarskog voluhara .....	48
3.2.3. Usporedbe ponašanja ovisne o prezentiranoj hrani kod mužjaka dinarskog voluhara .....	53

3.2.4. Ženkin boravak u prostoru .....	55
3.2.5. Odabir hrane i ponašanje ovisno o prezentiranim olfaktornim signalima (mirisima) kod ženke dinarskog voluhara.....	55
3.2.6. Usporedbe ponašanja ovisne o prezentiranoj hrani kod ženke dinarskog voluhara	63
3.2.7. Odabir hrane i ponašanje ovisno o sezoni kod ženki dinarskog voluhara .....	64
3.2.8. Odabir hrane i ponašanje ovisno o spolu kod dinarskog voluhara .....	69
3.3. Usporedba postava hrane .....	75
4. RASPRAVA.....	78
4.1. Boravak u prostoru .....	78
4.2. Postav raznovrsne hrane na jednakoj udaljenosti .....	78
4.2.1. Odabir hrane i ponašanje ovisno o prezentiranoj hrani i spolu.....	78
4.2.2. Odabir hrane i ponašanje ovisno o sezoni kod ženki.....	79
4.3. Postav istovrsne hrane na različitoj udaljenosti.....	80
4.3.1. Odabir hrane i ponašanje ovisno o prezentiranoj hrani i spolu i olfaktornim signalima .....	80
4.3.2. Odabir hrane i ponašanje ovisno o prezentiranom olfaktornom signalu kod mužjaka .....	81
4.3.3. Odabir hrane i ponašanje ovisno o prezentiranom olfaktornom signalu kod ženki	82
4.3.4. Odabir hrane i ponašanje ovisno o sezoni kod ženki.....	83
4.4. Usporedbe postava.....	84
5. ZAKLJUČAK .....	86
6. LITERATURA.....	87
7. ŽIVOTOPIS .....	92
8. PRILOZI.....	95



# 1. UVOD

## 1.1. Opis potporodice Arvicolinae

Potporodica Arvicolinae (voluharice i leminzi) je vrstama bogata skupina mišolikih glodavaca (Muroidea), koja dominira travnjacima cijelog Holarktika (Bužan i sur. 2008). Prvi puta se pojavila prije otprilike 5.5 milijna godina i kroz geološki kratko razdoblje se razvila u 140 linija s 37 rodova uključujući i izumrle vrste. Chaline i suradnici (1999) smatraju da se potporodica Arvicolinae odvojila od hrčaka (Cricetinae). Za razliku od njih imaju kraću i dublju donju čeljust koja im omogućuje jači ugriz (Chaline i sur. 1999). Voluhari se koriste kao paleoekološki, paleoklimatski, paleografski i evolucijski indikatori zbog nalaza brojnih fosila i arheoloških nalaza (Chaline i sur. 1999). U prošlosti je širenje potporodice Arvicolinae bilo kontrolirano geografskim barijerama i klimom (Chaline i sur. 1999), a danas su na sjeveru rasprostranjeni do Arktičkog oceana, na jugu do subtropske zone koju rijetko i prelaze. Nastanjuju veliki raspon staništa; najčešće kopnenih, u umjerenim, borealnim, polarnim i planinskim biomima (Carleton i Musser 1984).

Voluharice su srednje veliki mišoliki glodavci s veličinom tijela između 70 mm pa do preko 300 mm. Duljina repa je između 5 mm i 295 mm i uvijek je kraći od duljine tijela s glavom. Teže uglavnom između 15 g i 1.8 kg. Voluharice imaju zdepala tijela s malim, okruglastim ušima i kratkim nogama. Oči su relativno velike. Krzno je gusto, a njegova boja i tekstura varira ovisno o sezoni. Najčešće boje krzna su razne nijanse smeđe i sive, a s ventralne strane prelazi u svijetliju nijansu (<http://animaldiversity.org/accounts/Arvicolinae/>).

Voluharice se međusobno mogu jako razlikovati u načinu života. Neke su terestričke, neke semiakvatičke ili u potpunosti akvatične, neke su arborealne, dok su druge fosorijalne. Većinom su aktivne u svako doba dana ili noći, mada kod pojedinih vrsta nalazimo na veću temporalnu specijalizaciju, pa su neke aktivne striktno noću, a nekolicina ih je aktivna samo danju. Aktivne su tijekom cijele godine (<http://animaldiversity.org/accounts/Arvicolinae/>).

Većina voluharica su biljožderi (herbivori), ali postoje vrste koje su svežderi (omnivori). Hrane se raznim travama, korjenjem, pupoljcima, stabljikama, bobicama, sjemenkama, lišajevima, gljivama, insektima, školjkama i malim ribama (Nowak 1999).

Voluharice mogu primati taktilne, vizualne, zvučne i kemijske signale. Kemijski i zvučni signali su posebno važni jer se koriste za komunikaciju između jedinki. Mužjaci, a ponekad i

ženke, svoj teritorij označavaju sekretima iz slabinskih žlijezda, dok se glasanje odvija kada su uznemirene ili u sukobu s drugim jedinkama (Nowak 1999).

Veći dio vrsta voluharica su promiskuitetne, i mužjaci i ženke mogu imati više partnera, iako postoje vrste poput prerijske voluharice koje žive u monogamnim zajednicama i oba partnera se brinu za mlade (Gruder-Adams i Getz 1985). Mnoge vrste se mogu razmnožavati tijekom cijele godine, dok se neke pare samo tijekom toplijih mjeseci, od proljeća pa do jeseni. Voluharice su poznate po svom velikom reprodukcijском potencijalu (1-7 legla godišnje s 1-13 mladih). Većina jedinki preživi samo nekoliko mjeseci u divljini, dok u zatočeništvu njihov životni vijek može biti nekoliko godina (Nowak 1999).

## **1.2. Opis dinarskog voluhara (*Dinaromys bogdanovi*, Martino 1922)**

### 1.2.1. Sistematika i filogenetika vrste

Dinarski voluhar (*Dinaromys bogdanovi*, Martino 1922, **Slika 1**) je glodavac iz potporodice Arvicolinae. Klasifikacija vrste je prikazana u **Tablici 1**. Prvi puta je opisan 1922. kao vrsta iz roda snježnih voluharica (*Chionomys*), ali je ubrzo prebačena u rod *Dolomys*. Tek 1955. godine vrsta je svrstana u novi, zasebni rod *Dinaromys*. Dinarski voluhar jedini je živući predstavnik tercijarnog roda *Dinaromys*, te vjerojatno jedini preživjeli predstavnik roda *Pliomys*. Iz fosilnih nalaza iz perioda pliocena poznate su još dvije izumrle vrste ovog roda - *D. allegranzi* (Sala 1996) i *D. dalmatinus* (Petrov i Todorović 1982), što uz mali areal rasprostranjenosti ukazuje na nisku stopu evolucije (Kryštufek i Bužan 2008).



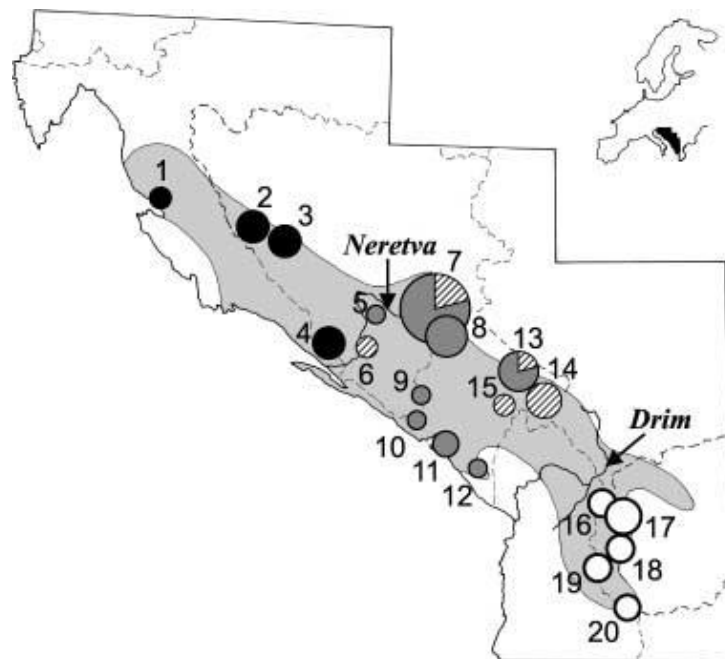
**Slika 1.** Dinarski voluhar (preuzeto s: <https://zoo.hr/stranica/projekti/dinarski-voluhar>, pristupljeno 23.4.2017.)

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

Sistematska kategorija	Naziv
Carstvo	Animalia
Koljeno	Chordata
Potkoljeno	Vertebrata
Razred	Mammalia
Red	Rodentia
Porodica	Cricetidae
Potporodica	Arvicolinae
Rod	<i>Dinaromys</i>
Vrsta	<i>Dinaromys bogdanovi</i> , dinarski voluhar

Dinarski voluhar je politipska vrsta. Prema tradicionalnoj taksonomiji koja se temelji na boji i morfometriji životinje, opisano je 7 podvrsta (Kryštufek i sur. 2007). Proučavanjem 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 za citokrom *b* 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).



**Slika 2.** Geografska rasprostranjenost triju filogenetskih linija dinarskog voluhara. Crno – sjeverozapadna linija, sivo i iscrtkano – centralna linija, bijelo – jugoistočna linija. Strelice pokazuju rijeke Neretvu i Drim koje predstavljaju biogeografske granice. Brojevi predstavljaju lokalitete gdje je vrsta pronađena (prema: Kryštufek i sur. 2007).

U distribuciji haplotipova nema geografskog poklapanja. Izmjene ciklusa glacijala i interglacijala utjecale su na raznolikost unutar vrste. U periodima interglacijala, poboljšanje klimatskih uvjeta (toplije vrijeme) 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). Te povijesno izolirane populacije, koje su neovisno evoluirale, predstavljaju evolucijski značajne

jedinice (eng. *evolutionary significant units*, ESUs) koje imaju velik značaj u očuvanju unutarvrstne raznolikosti (Kryštufek i sur. 2007).

Genetička varijabilnost haplotipova smanjuje se iz smjera sjeverozapada prema jugoistoku i ovakav geografski uzorak odgovara postepenoj južnoj ekspanziji dinarskog voluhara koja je rezultirala alopatrijom južno od rijeke Neretve i rijeke Drim. Pretpostavlja se da su i u vrijeme razdvajanja linija ove rijeke predstavljale prirodnu barijeru za migracije i da su doprinjele geografskoj izolaciji (Bužan i sur. 2010; Kryštufek i Bužan 2008; Kryštufek i sur. 2007).

Genetička divergencija između sjeverozapadne i centralne/jugoistočne linije pada unutar raspona različitosti za sisavce, pa se sjeverozapadna i centralna/jugoistočna linija mogu razmatrati kao posebne vrste i doprinijeti razumijevanju filogenetičkog koncepta. Filogenetički pristup taksonomiji baziran na jednom lokusu može navesti na krive zaključke pa je stoga potrebno uključiti dodatne podatke genetički neovisnih lokusa kako bi se mogli donijeti točni taksonomski zaključci. Iako je divergencija mitohondrijskih sekvenci jugoistočne linije manja od divergencije između dviju glavnih grupa, svojstvenost južne linije podržana je dodatnim dokazima iz morfoloških istraživanja i istraživanja provedenih na nuklearnim lokusima. Voluhari iz jugoistočne linije pokazuju drukčiju strukturu kutnjaka od jedinki iz sjeverozapadne i centralne linije (Kryštufek i sur. 2007).

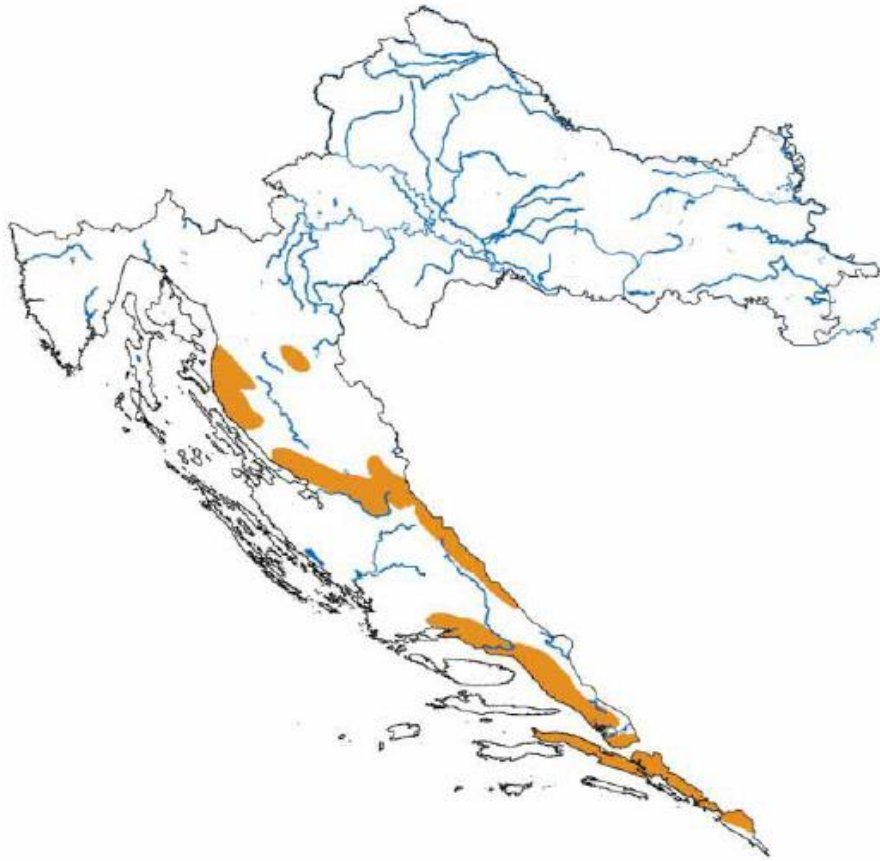
### 1.2.2. Rasprostranjenost vrste i stanište

Dinarski voluhar je endem zapadnog Balkana (Bego i sur. 2008). Paleontološki nalazi pokazuju da je vrsta u prošlosti bila rasprostranjena na većem arealu nego danas (Bužan i sur. 2010) koji se pružao sjevernim Jadranom i zapadnim Balkanom (Kryštufek i Bužan, 2008). Danas se areal vrste prostire na području Hrvatske, Bosne i Hercegovine, Kosova, Crne Gore i zapadne Makedonije (Kryštufek i Tvrtković 1988). Područje rasprostranjenosti moglo bi obuhvaćati i Albaniju (Bego i sur. 2008; Kryštufek i Bužan 2008), a možda i sjevernu Grčku, međutim za to još nema dokaza (Kryštufek i Bužan 2008). Pretpostavljeni areal rasprostranjenosti dinarskog voluhara na prostoru zapadnog Balkana je prikazan na **Slika 3**.



**Slika 3.** Pretpostavljena rasprostranjenost dinarskog voluhara na području zapadnog Balkana. (preuzeto s: <http://maps.iucnredlist.org/map.html?id=6607>, pristupljeno 23.4.2017.)

Područje rasprostranjenosti vrste procijenjeno je na 43 545 km<sup>2</sup>, no zbog svog specifičnog izbora staništa stvarno područje koje zauzima je procijenjeno na oko 5 200 km<sup>2</sup> (Kryštufek i Bužan 2008). Posebno je zabrinjavajuća sjeverozapadna linija čije je područje rasprostranjenosti vrlo ograničeno i visoko fragmentirano (manje od 2 000 km<sup>2</sup>; Kryštufek 2008; Kryštufek i Bužan 2008); unutar njega je poznato samo 17 lokaliteta duž 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, pa sve do Sniježnice u Konavlima, a na otocima nije zabilježen (Tvrtković 2006; Kryštufek i Tvrtković 1988). Na slici je prikazana rasprostranjenost dinarskog voluhara na prostoru Republike Hrvatske (**Slika 4**).



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

Dinarski voluhar je vrsta strogo vezana za krške reljefne oblike, poput škrapa (**Slika 5**), jama, ulaza u špilje i pukotina na liticama. Gotovo svi nalazi ove vrste su vezani uz kršku podlogu; 2 nalaza su bila vezana uz podlogu od nepropusnih metamorfnih stijena (Kryštufek i Bužan 2008). Pojavljuje se i na otvorenim livadama i kamenim zaravnima, te podzemnim staništima, a izbjegava šumska područja (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, te vjerojatno ima strukturu metapopulacije. 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).

Dinarski voluhar je visinski generalist. Zabilježen je na visinama manjim od 50 m iznad razine mora, pa sve do vrhova planina, 2200 m. Ipak, 70% nalaza je zabilježeno na visinama iznad 1400 m nadmorske visine (Bužan i sur. 2010).



**Slika 5.** Prikaz škrape u kršu. Na dnu škrape je postavljena živolovka za hvatanje dinarskog voluhara (foto: Lucija Ivić).

### 1.2.3. Biologija vrste

Biologija ove vrste uglavnom je nepoznata zbog specifičnog izbora staništa i male gustoće (Bužan i sur. 2010). Za vrstu nedostaju podaci za procjenu rizika od izumiranja, stoga u Crvenoj knjizi sisavaca Hrvatske ima status nedovoljno poznate vrste (DD; Tvrtković 2006).

Dinarski voluhar ima gusto, meko krzno, sivo-smeđe ili plavo sive boje s dorzalne strane tijela, dok je s ventralne strane krzno svjetlije, sivo-bijele boje (<http://www.arkive.org/martinos-vole/dinaromys-bogdanovi/>). Duljina tijela varira od 13 do 15 cm. Dugi rep čini gotovo polovicu duljine tijela (6-7.5 cm). Noge su bijele, a rep je obično tamnosmeđ s dorzalne strane, a bijel s ventralne i lateralne strane. Velike uši su blago dlakave. Dlanovi i stopala nemaju dlake, osim na području oko pete. Palac ima mali spljošteni nokat, dok ostali prsti imaju kratke, oštre kandže, podjednake duljine na prenjim i stražnjim nogama (Nowak 1999). Dinarski voluhar je



jedini voluhar s područja Europe koji ima kutnjake s korijenima koji se razvijaju tijekom postnatalnog razdoblja, te se na temelju duljine kutnjaka može ustanoviti apsolutna starost životinje. Ne postoji spolni dimorfizam u vanjskom izgledu. Mužjaci i ženke ove vrste podjednake su mase, od 68 do 84 g (Kryštufek i Tvrtković 1988).

Za razliku od drugih pripadnika potporodice Arvicolinae, dinarski voluhar ima značajke K-seleksijskog tipa vrste. Životni vijek mu je četiri godine, a spolnu zrelost doseže u drugoj kalendarskoj godini. Stopa reprodukcije je niska; ima do dva legla godišnje s prosječno 2.3 mladunca (Kryštufek i Bužan 2008). Smatra se da se mladi kote od ožujka do kraja kolovoza s razmakom u razmnožavanju od najmanje četiri mjeseca (Kryštufek i sur. 2000).

Dinarski voluhari su biljožderi. Hrane se različitim vrstama biljaka: mladim lišćem bukve, mladicama jele, travama i ljekovitim biljem. Poznato je i da skladište hranu za zimu (<http://www.arkive.org/martinos-vole/dinaromys-bogdanovi/>; Grizmek 1990).

Različite podvrste buhe *Ctenophthalmus nifetodes*, Wagner 1933 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. Ovo obilježje dodatni je pokazatelj genetičke izoliranosti populacija dinarskog voluhara (Tvrtković 2006; Brelih 1986).

Mogući kompetitor dinarskog voluhara je snježna voluharica (*Chionomys nivalis*, Martins 1842; Bužan i sur. 2010; Kryštufek i Bužan 2008). Unatoč sličnoj morfologiji (**Slika 6**) i vjerojatno istim preferencama staništa, snježna voluharica ima drugačiju životnu strategiju, ona je r-seleksijski tip vrste, pa dugotrajna simpatrija može rezultirati isključenjem dinarskog voluhara (Tvrtković 2006). Iako rijede, zabilježen je i u simpatriji s drugim vrstama, *Apodemus mystacinus*, Danford i Alston 1877 i *Eliomys quercinus*, Linnaeus 1766 (Kryštufek i Tvrtković 1988). Najveći predatori dinarskog voluhara su lasica (*Mustela nivalis*, Linnaeus 1766), kuna bjelica (*Martes foina*, Erxleben 1777) i poskok (*Vipera ammodytes*, Linnaeus 1758; 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.** Morfološke sličnosti a) dinarskog voluhara i b) snježne voluharice (preuzeto s: <https://www.zoo.hr/stranica/projekti/dinarski-voluhar>, pristupljeno: 24.4.2017.; preuzeto s: [https://www.juzaphoto.com/life.php?l=en&s=chionomys\\_nivalis](https://www.juzaphoto.com/life.php?l=en&s=chionomys_nivalis), pristupljeno: 24.4.2017.).

#### 1.2.4. Ugroženost i zaštita vrste

Mali sisavci imaju jednaku vjerojatnost izumiranja kao i velike vrste, iako se velikim vrstama posvećuje disproporcionalno veća pažnja za istraživanje i zaštitu. Većina izumiranja u zadnjih 400 godina, kao i pretpostavljena izumiranja tijekom budućih nekoliko desetljeća, odnose se na male vrste sisavaca. Nešto više od pola izumrlih vrsta sisavaca u zadnjih 500 godina otpada na glodavce (51-52%), što je veći broj od postotka vrsta glodavaca u ukupnom broju vrsta sisavaca (42%). Iako je broj malih vrsta sisavaca na Crvenoj listi ugroženih vrsta IUCN-a od 1996. godine u stalnom porastu, status mnogih vrsta je vrlo malo poznat zbog slabog poznavanja taksonomskih odnosa između grupa te nedostatka informacija o statusu populacija (Kryštufek i sur. 2009).

Zbog velikog broja vrsta, problematične 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).

Dinarski voluhar se po Rabinowitzevom modelu „sedam oblika rijetkosti“ može smatrati rijetkom vrstom jer zadovoljava sve značajke rijetkosti (Bužan i sur. 2010; Kryštufek i Bužan 2008). Taj model se fokusira na tri glavne značajke prema kojima se procjenjuje rijetkost neke vrste, a to su: područje rasprostranjenosti, raznolikost staništa na kojima vrsta obitava te lokalna gustoća populacije (Rabinowitz 1981). Teritorij dinarskog voluhara je ograničen i fragmentiran,

stanište je 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-ovom Crvenom popisu od 2008. godine kao osjetljiva vrsta (VU – vulnerable; Kryštufek 2008). Na nacionalnoj razini nema dovoljno informacija o ovoj vrsti (DD – data deficient; Kryštufek i Bužan 2008). U Republici Hrvatskoj je vrsta zaštićena zakonom kao strogo zaštićena svojta (NN 99/09).

Zbog slabog poznavanja ove vrste i nedostatka podataka za procjenu rizika od izumiranja, dinarski voluhar još uvijek ima relativno nizak stupanj ugroženosti, iako nekoliko autora tvrdi da su pojedine populacije blizu izumiranja ili su već nestale (Kryštufek i Bužan 2008). Današnje populacije dinarskog voluhara su male i često izolirane zbog velike specifičnosti za stanište i nedostatka pogodnih koridora za migracije jedinki (Bužan i sur. 2010). Mogući glavni uzroci ugroženosti su degradacija staništa i kompeticija sa snježnom voluharicom. Dinarski voluhar živi na područjima koja nisu pod velikim utjecajem ljudske djelatnosti, stoga je utjecaj čovjeka na vrstu minimalan (Bužan i sur. 2010).

Potrebno je izraditi plan dugoročnog monitoringa vrste (Kryštufek i Bužan 2008), te bolje istražiti biologiju vrste i prepoznati potencijalne prijetnje i razloge ugroženosti kako bi se pravovremeno mogle poduzeti mjere zaštite (Kryštufek i sur. 2007; Kotrošan i sur. 2005).

### **1.3. Odabir hrane**

Hranjenje i potraga za hranom su jedna od najvažnijih aktivnosti većine životinja. Kako su se životinje (Animalia) adaptivno širile po svijetu, tako su počele iskorištavati gotovo sve potencijalne izvore prehrane. Pritisak prirodne selekcije bio je prevelik da bi se ignorirali potencijalni izvori hrane (Rozin 1976).

Odabir hrane uključuje konzumaciju hrane. Za konzumaciju hrane potrebna je prisutnost hrane. Iz tog razloga proučavanje odabira hrane uključuje i potragu za hranom. Prisutnost hrane same po sebi nije dovoljan uvjet da se hrana pojede. Hrana obično mora biti popraćena i s potrebom organizma da je pojede. Kada je životinja u okolišu bez kompetitora, ona će i dalje odlučivati hoće li pojesti hranu ili ne, što nam govori da postoji nekakav unutarnji aspekt životinje koji to određuje. Taj unutarnji aspekt se može opisati i kao „detektor“ koji potiče ili zaustavlja

ingestiju, a taj proces možemo opisati kao regulaciju hranjenja. Taj „detektor“ je ujedno povezan i s energetsom ravnotežom životinje. Ako se životinji prezentira nekakva hrana, ingestija te hrane će ovisiti o unutarnjem stanju životinje (potrebi za određenom hranom) i prepoznavanju te hrane (Rozin 1976). U bihevioralnom smislu, „odabrana“ hrana ima manju latenciju od neke druge prezentirane (Vasconcelos i sur. 2010).

Strategija odabira prehrane se kod većine sisavaca temelji na što većem unosu nutrijenata i energije u što kraćem roku, odnosno u što kraćem vremenu hranjenja i potrage za hranom (Goldberg i sur. 1980). Pošto potraga za hranom uključuje i rizike susreta s predatorima i vrstama kompetitorima, životinje prihvaćaju i određenu količinu rizika u svojim pokušajima da dođu do što veće količine energije – hrane (Anderson 1985). Životinje možemo po prehrani grubo podijeliti na specijaliste i generaliste. Generalisti jedu raznolikiju hranu i žive na raznolikim staništima, dok su specijalisti usko vezani za određeni tip hrane i staništa (<https://explorable.com/ecological-specialization>). Pošto je kategorija hrane koju specijalisti jedu obično ograničena i homogena, prepoznavanje hrane je kod specijalista predodređeno genima (Rozin 1976). I jedna i druga strategija imaju svoje vrline i mane. Generalisti se lakše prilagođavaju na promjene sastava vrsta u okolišu i promjene samog okoliša, ali su zato u većoj kompeticiji, s drugim generalistima u okolici. Specijalisti najčešće imaju nisku stopu kompeticije, ali se teže prilagođavaju na promjene na staništu (<https://explorable.com/ecological-specialization>).

Dinarskog voluhara možemo po ovakvoj strategiji prehrane svrstati u specijalizirane herbivore (Rezo 2013).

### 1.3.1. Odabir hrane kod voluharica

Voluharice su biljožderi, sve vrste jedu manje od 10% hrane životinjskog podrijetla. Ipak, ako ih podijelimo na prave biljoždere (oni koji jedu vegetativne dijelove biljaka), granivore (oni koji jedu sjemenke) i frugivore (oni koji jedu voće) nalazimo razlike između vrste i populacija. Vjerojatni glavni razlozi za raznolikost prehrane kod vrsta i različitih populacija unutar vrsta su to što se dostupnost hrane u okolišu odražava na sastav prehrane, prehrambene adaptacije razlikuju se zbog različite evolucijske povijesti i što voluharice pokazuju snažnu preferenciju za određenu hranu ovisno o njezinoj kvaliteti (Tamarin 1985).

Voluharice su razvile morfološke adaptacije za hranu bogatu vlaknima i siromašnu proteinima i mineralima. Imaju visokokrone kutnjake presvučene caklinom koji pružaju prizmatičnu površinu za usitnjavanje. To omogućuje usitnjavanje biljnog materijala bez pretjeranog trošenja zuba. Slijepo i debelo crijevo su među najvećima unutar skupine glodavaca. Povećano slijepo crijevo ima funkciju zadržavanja minerala, pogotovo natrija. Općenito, probavni sustav se razvio u smjeru prilagodbe na hranu bogatu vlaknima i siromašnu proteinima i mineralima (Tamarin 1985).

Veličina hrane, vrijeme potrebno za konzumaciju, nutritivna vrijednost, okus i prepoznatljivost hrane utječu na odabir hrane kod glodavaca (Whishaw i sur. 1999). Istraživanja su pokazala da voluharice koriste sastav vlakana (negativna preferencija), vode (pozitivna preferencija) i nutrijenata, pogotovo proteina i fosfora (pozitivna preferencija) pri izboru hrane (Goldberg i sur. 1980; Meade 1975). Prisutnost sekundarnih metabolita biljaka vjerojatno također utječu na preferenciju biljaka (Tamarin 1985).

### 1.3.2. Utjecaj mirisa, razlike u spolovima i sezone na ponašanje

Evolucijski najraniji oblik osjetilne komunikacije su kemijski signali (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). U mnogih vrsta životinja, miris je primarno osjetilo i kemijski signali čine osnovu njihove socijalne biologije (Luque-Larena 2002a).

Glodavci mogu interpretirati složene kemijske signale (Ferkin i Seamon 1987). Olfaktorni signali kojima mali glodavci najčešće komuniciraju potječu od ekskrecijskih produkata ili žljezdanih sekreta (Luque-Larena i sur. 2002b; Ferkin i Johnston 1995). Razlikuju se između vrsta, unutar vrste, ali i između jedinki (Ferkin 2015; Arakawa i sur. 2008). Istraživanja na štakorima pokazala su da mužjaci generalno više označavaju prostor oko sebe, te da oznake često ostavljaju u blizini hrane i po hrani koju preferiraju. Isto tako, primjećeno je i da više konzumiraju hranu, odnosno da preferiraju prostor koji je prethodno označen urinom (<http://www.ratbehavior.org/UrineMarking.htm>).

Kod voluharica, mirisni tragovi služe kako bi se prepoznali pripadnici iste vrste, druge vrste, individualne životinje, predatora i kako bi se označili teritoriji. Olfaktorni signali prenose točnu informaciju o stanju, genotipu i fenotipu pošiljatelja. Mnogi glodavci mogu prepoznati detaljne informacije o drugoj jedinci uz pomoć mirisa, npr. mogu prepoznati kojeg je spola druga jedinka i time si pronaći partnera za razmnožavanje (Ferkin i Seamon 1987) ili izbjeći sukob (Luque-Larena i sur. 2001). Provođena su mnoga istraživanja vezana uz promjene ponašanja životinja u prisutnosti mirisa iste vrste, većinom s aspekta socijalnog ponašanja. 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 jedinice i tako uspostaviti vremensku i prostornu granicu bez fizičkog ili vizualnog kontakta (Descovich i sur. 2012; Luque-Larena i sur. 2001; Gosling 1982). Van sezone parenja, i mužjaci i ženke snježnih voluharica ne pristupaju teritoriju gdje su osjetili miris svoje vrste kako bi izbjegli agresivne susrete (Luque-Larena 2002a). Naravno, postoje razlike među vrstama. Tako je provedeno istraživanje na *Microtus pennsylvanicus*, Ord 1815 pokazalo da postoje razlike u ponašanju i između sezona i između mužjaka i ženki. Ženke u sezoni parenja su bile agresivnije prema drugim ženkama, više nego što su mužjaci bili agresivni prema drugim mužjacima. Van sezone parenja su ženke više privlačili mirisi drugih ženki nego mužjaka, dok mužjake nisu privlačili mirisi ženki. Ovakvi rezultati istraživanja su pokazali da su ženke u sezoni parenja ekskluzivne i solitarne, dok van sezone parenja tvore grupe za prezimljavanje, a mužjaci postaju solitarni (Ferkin i Seamon 1987).

Za utjecaj mirisa predatora na ponašanje jedinki iz skupine voluharica se zna već dosta dugo. Voluharice mogu prepoznati miris predatora i sukladno tome reagirati i mijenjati svoje ponašanje (Bolbroe i sur. 2000; Borowski 1998). Najčešće se radi o smanjenju lokomocije i generalnog opreza kao kod npr. mužjaka vrste *Microtus pennsylvanicus*. U tom istom istraživanju ženke su također reagirale na miris predatora (lisice), ali u manjoj mjeri nego mužjaci, zbog toga što su ženke ove vrste i inače manje aktivne i manje se kreću po svom teritoriju (Perrot-Sinal i sur. 1999). Miris predatora može negativno ili reduktivno utjecati na hranjenje, kao kod npr. vrste *Microtus oeconomus*, Pallas 1776 koja je promijenila svoj normalan uzorak ponašanja tijekom hranjenja, makar je ukupna konzumacija ostala ista (Borowski 1998). Slične rezultate je bilo i u istraživanju s livadnom voluharicom (*Microtus agrestis*, Linnaeus 1761). U tom istraživanju voluharice su bile izložene mirisima lasice (*Mustela nivalis*) i kunića (*Oryctolagus cuniculus*, Linnaeus 1758). Kada su bile izložene mirisu

lasice, smanjila im se ukupna aktivnost, manje su se hranile i općenito su bile opreznije, a na miris kunića nisu negativno reagirale, čak se i aktivnost (istraživanje) i povećala. Ovo istraživanje je pokazalo da rizik od predacije igra veliku ulogu u ponašanju voluharica (Bolbroe i sur. 2000).

U umjerenim i borealnim regijama, zima predstavlja velik izazov zbog velike potrošnje energije za traženje hrane i termoregulaciju. Sisavci su razvili različite taktike koje im povećavaju vjerojatnost preživljavanja zime (Dark i Zucker 1986). Neki sisavci stvaraju znatne zalihe energije u obliku masnog tkiva tokom jeseni i hiberniraju zimi primjenom torpora (Bartness i Wade 1985). S druge strane, neke druge vrste malih sisavaca ne spremaju zalihe energije u obliku masnih naslaga, niti hiberniraju ili pokazuju znakove torpora, već smanjuju tjelesnu masu tijekom kasnog ljeta i jeseni i aktivno traže hranu tijekom zime (Dark i Zucker 1986).

Većinom se taktike temelje na smanjenju aktivnosti, a smanjenje u masi i energetske potrebe vjerojatno dodatno smanjuju količinu vremena koju životinja provodi u potrazi za hranom. Smanjenjem vremena provedenog izvan gnijezda, lakše životinje štede veće količine energije, pogotovo pri niskim vanjskim temperaturama. Zbog smanjene količine resursa tijekom zime, životinje mogu čak mijenjati i svoje preference hrane (Hambäck 1998) i jesti hranu koju inače u ljetnoj sezoni ne bi jele. Voluharice koje su držane u uvjetima kratkog dana su energetske učinkovitije, preživljavaju hladnije periode s manjom relativnom količinom unosa energije. Uz smanjenje tjelesne mase, povećano korištenje materijala za izgradnju gnijezda može smanjiti potrebe za energijom. Duže dlake i veća gustoća krzna pružaju jaču izolaciju i mogu također smanjiti potrebe za energijom. Voluharice smještene u uvjete kratkog dana jedu manje hrane čak i kada se ukloni materijal za izradu gnijezda. Duže zadržavanje u gnijezdu, niža razina aktivnosti i tendencija dnevnoj aktivnosti tijekom zime mogu također biti dio integrirane strategije za smanjenje energetske potrebe zimi (Dark i Zucker 1986). Smanjenje u masi i energetske potrebe vjerojatno smanjuju količinu vremena koju životinja provodi u potrazi za hranom.

Sezonske varijacije u ponašanju mužjaka i ženki voluharica primjećene su u istraživanju koje su proveli Eccard i Herde (2013). Istraživanje je pokazalo da su životinje aktivnije u sezoni parenja (ljetnoj sezoni), te da su mužjaci generalno aktivniji od ženki. Životinje su ujedno pokazivale i veći rizik u sezoni parenja (sve u svrhu reprodukcije i uspostave hijerarhijskog statusa) zbog povećane aktivnosti ekosustava i veće vjerojatnosti kontakta s kompetitorom ili predatorom.

Sezonske varijacije u odabiru hrane su zabilježene u nekoliko vrsta voluharica (Pinter i sur. 1993). Najvjerojatnije je da uvjeti kratkog fotoperioda utječu potrošnju energije, a samim time i na smanjenje potreba za energijom i unosom hrane. Kod hrčaka, promjene mase inducirane promjenom fotoperioda prethode promjenama u unosu hrane, što se podudara sa istraživanjima kod vrste *Microtus pennsylvanicus* (Dark i sur. 1986). *Microtus montanus*, Peale 1848 pokazuje promjene u izboru hrane ovisno o sezoni i to tako da bira sukulentinije biljke kako bi manje energije uložio u probavu (Pinter i sur. 1993). Razlika u odabiru hrane ovisno o sezoni je posebno vidljiva kod ženki riđe voluharice (*Clethrionomys glareolus*, Schreber 1780). Naime, ženke te vrste tijekom sezone parenja i u trudnoći biraju nutritivniju hranu, bogatiju proteinima i uljima (Eccard i Ylönen 2006).

#### **1.4. Cilj istraživanja**

Cilj ovog diplomskog rada je istražiti radi li dinarski voluhar razliku između dvije vrste hrane različite kvalitete, te kako na izbor hrane i ponašanje jedinke utječu različiti čimbenici poput sezone (ljet/zima), spola (mužjak/ženka) i prezentiranog mirisa (bez mirisa/miris iste vrste/miris druge vrste/miris predatora).

Rezultati dobiveni ovim istraživanjem pridonijet će razumijevanju biologije, ekologije i ponašanja dinarskog voluhara, te razvoju strategije zaštite ove vrste kako u Hrvatskoj, tako i u okolnim zemljama gdje se ova vrsta pojavljuje.



## 2. MATERIJALI I METODE

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.). U ovom istraživanju dinarskog voluhara 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. Stoga ovo istraživanje nije klasificirano kao pokus te nije bila potrebna dozvola Ministarstva poljoprivrede.

### 2.1. Uvjeti održavanja životinja

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 7**). Dno matičnog terarija prekriveno je šljunkom, a mjesta ekskrecije su, radi lakšeg održavanja, posuta i slojem piljevine. Unutrašnjost terarija bila je postavljena tako da simulira što sličnije uvjete iz prirodnog staništa i omogući životinji ispoljavanje svih ponašanja i bioloških funkcija koje bi obavljala i u prirodi. 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 osvjetljen je i žaruljom (60 W) kojom se reguliraju uvjeti fotoperioda ovisno o sezonskim promjenama. Životinje su hranjene jednom dnevno sa svježim pokošenom mješavinom livadnog bilja u količini dovoljnoj za cjelodnevne potrebe. Zdravstveni monitoring jedinki provodila je veterinarska služba Zoološkog vrta. Čišćenje ekskreta obaljala se jednom dnevno prilikom čega životinje nisu uznemiravane, a keramičke posude u koje služe za skladištenje ili gnijezda nisu pomican

budući da u njima životinje nisu ostavljale izmet. Također, posude s vodom su redovito čišćene budući da su to mjesta u kojima su životinje najčešće obavljale ekskreciju.



Slika 7. Izgled matičnog terarija.

## 2.2. Životinje uključene u istraživanje

Životinje uključene u istraživanje su jedinke dinarskog voluhara okoćene u zatočeništvu u prostorijama Zoološkog vrta grada Zagreba u kojem je i provedeno istraživanje biologije vrste. Brijanjem male površine dlake na leđima omogućeno je vizualno razlikovanje životinja te su jedinkama uključenim u istraživanje nasumično dodjeljeni brojevi (1-16) uz oznaku spola i identifikacijskog broja. Na svakom terariju u kojem su obitavale životinje bio je istaknut broj i osnovna obilježja svake životinje uključene u istraživanje.

Istraživanje je provedeno u dvije sezone; u sezoni parenja (ljetna sezona) istraživanje je trajalo od početka kolovoza do početka listopada 2014. godine, dok je istraživanje izvan perioda parenja (zimna sezona) provedeno tijekom siječnja 2015. godine. Istraživanje odabira hrane je obuhvaćalo 14 jedinki.

### 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. S obje bočne strane istraživačkog terarija nalaze se po jedna takva vratašca.

Zbog ograničenog prostora i količine opreme, moguće je bilo provođenje istraživanja s maksimalno pet jedinki istovremeno. Između istraživačkog terarija i matičnog terarija jedinke koja u danom trenutku ne sudjeluje u istraživanju postavljena je pregrada od bijelog papira, kako ne bi ometala istraživanje i kako sama životinja ne bi bila ometana.

Istraživanje je provođeno u dva postava; postav s prezentiranom različitom hranom (jabuka i radič; **Slika 8**) na jednakoj udaljenosti od ulaza u istraživački terarij i postav s prezentiranom istovrsnom hranom (jabuka; **Slika 9**) na različitoj udaljenosti od ulaza (bliže i dalje) u istraživački terarij. Oba tipa hrane su dinarskim voluharima bili poznati od prije. Životinje su bile hranjene jabukom i radičem i prije početka istraživanja da bi se izbjegla neofobija.



**Slika 8.** Postav istraživačkog terarija s prezentiranom različitom hranom na jednakoj udaljenosti od ulaza (crvena strelica) u istraživački terarij (jabuka-žuta strelica i radič-zelena strelica). Plava strelica označava skladišta.



**Tablica 2.** Shema postava istraživanja i varijanti vezanih uz olfaktorne signale

<b>Postav</b>	<b>Varijanta (olfaktorni signal)</b>
Raznovrsna hrana na istoj udaljenosti	Miris iste vrste (miris mužjaka dinarskog voluhara)
	Bez prezentiranog mirisa
	Miris druge vrste (miris miša)
	Miris predatora (poskok)
Istovrsna hrana na različitoj udaljenosti	Miris iste vrste (miris mužjaka dinarskog voluhara)
	Bez prezentiranog mirisa
	Miris druge vrste (miris miša)
	Miris predatora (poskok)

Postavi s varijantama olfaktornih signala osmišljeni su za proučavanje ponašanja dinarskog voluhara u kontaktu s hranom i da li se ta ponašanja mijenjaju ovisno o prezentiranom mirisu.

Prije početka istraživanja mirisima su obilježene keramičke pločice. Prethodno je u pojedinačne plastične epruvete prikupljen izmet laboratorijskog miša, poskoka i mužjaka 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 i blagim pokretima nanosena na par centimetara svake keramičke pločice. Redosljed i kombinacije varijanti postava određen je nasumično, programom Research Randomizer (<https://www.randomizer.org/>), a konačni poredak, kombinacije i broj jedinki po slučaju su vidljivi u **Prilogu 1**.

## 2.4. 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 12 h. Svijetlo (žarulje) su se automatski palile ujutro u vrijeme izlaska sunca (regulacija fotoperioda). 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 dvanaestog sata snimanja, istraživači su se vraćali u prostoriju. 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.

## 2.5. Čišćenje istraživačkih terarija

Nakon kraja svakog istraživanja slijedilo je čišćenje istraživačkih terarija. Iz istraživačkih terarija vadene su keramičke pločice te je uklonjena piljevina. Ako je zaostala hrana, i ona je bila izvađena. Pločice su pregledane za tragove urina te je, ukoliko su pronađeni, u obrazac (**Prilog 2**) zabilježen njihov broj i smještaj. Staklene površine terarija dezinficirane su koristeći

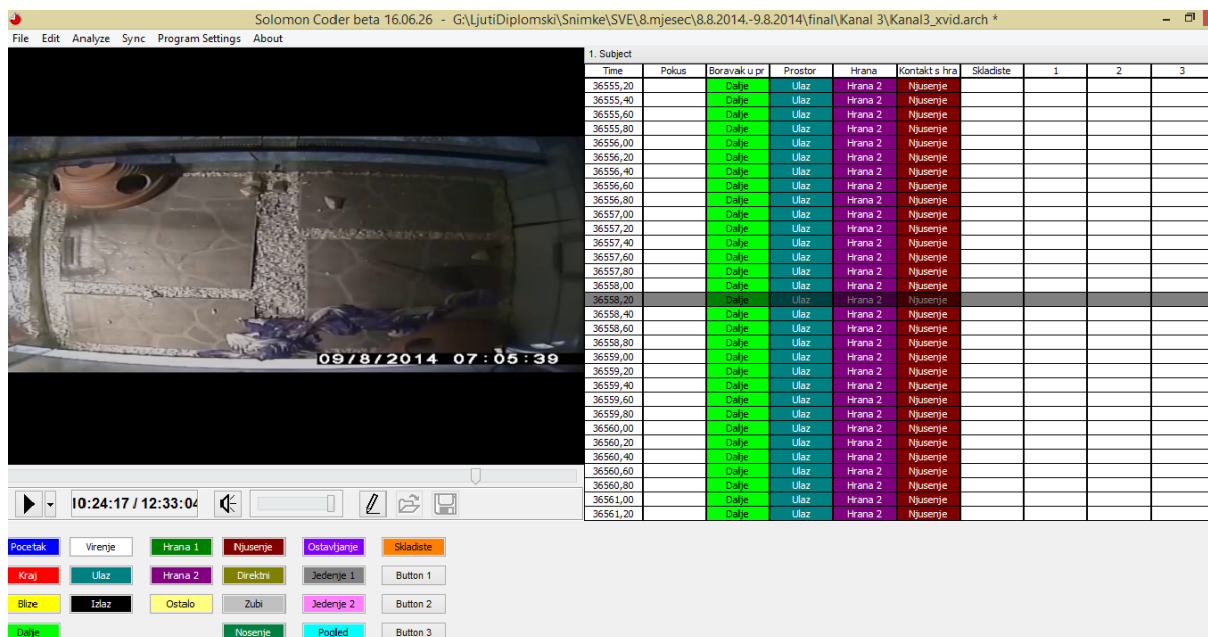
70%-tni etanol, dok su se pločice prvo očistile 70%-tnim etanolom a zatim isprale u vodi. Pločice i istraživački terarij su trebali biti dobro očišćeni od mirisa kako ne bi utjecali na iduća istraživanja.

## 2.6. 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 od 12 h koristeći program Windows Movie Maker (Version 2012) u .wmv format. Taj format videa nije svojim svojstvima u potpunosti odgovarao za daljnju analizu, pa su snimke prebačene u .avi format pomoću programa Any Video Converter 5.8.1. ([http://www.any-video-converter.com/products/for\\_video\\_free/](http://www.any-video-converter.com/products/for_video_free/)).

Nakon pregleda nekoliko nasumično odabranih snimaka različitih postava, sastavljen je popis od 20 ponašanja unutar 7 kategorija ponašanja (**Prilog 3**) kojima je moguće opisati ponašanje dinarskog voluhara tijekom hranjenja.

Za analizu video-snimki korišten je računalni program Solomon Coder beta 16.06.26 (<http://solomoncoder.com/>; **Slika 10**), namijenjen za analizu snimki ponašanja životinja. Prema uputama programa, pojedina ponašanja grupirana su u kategorije na temelju isključivosti (**Prilog 3**). Snimke su analizirane na razini 0.2 sekunde.



Slika 10. Radni zaslon programa Solomon Coder.

## 2.7. Statistička analiza podataka

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 jedinici (datum istraživanja, spol, postav i varijanta, sezona i dr.), uneseni su u tablicu u programu Microsoft Office Excel (**Slika 11**).

Osnovna vremenska jedinica u kojoj se odvijalo istraživanje bila je sekunda, i to zbog velikog intenziteta i brzine aktivnosti dinarskog voluhara ali i zbog činjenice da su sva ponašanja prilikom kodiranja promatrana na razini od 0.2 sekunde. Ovaj izbor vremenske jedinice se poklapa i odgovara većini promatranih kategorija, međutim kod latencija ponašanja su se znale stvoriti značajne razlike, jer su razlike u latencijama bile generalno veće nego u trajanjima.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1	Jedinka	Spol	Datum	sezona	ch	Postav	Miris pi	nake pi	Ukupno v	Ukupno vrijeme	F Bližaf	F Daljal	F Viren	F Ulaz	F Izlaz	F Ostav	F Hrana	F Njut	F Dire	F Zubi
2	1 m		04./05.08.	parenja		1 hrana razr mužjak DV		45	43200	1431,4	35	44	1	69	69	14	30	29	1	14
3	4 f		04./05.08.	parenja		2 hrana razr mužjak DV		1	43200	4901,2	35	30	6	76	76	13	21	18	0	13
4	8 m		04./05.08.	parenja		3 hrana razr bez mirise		30	43200	3556,6	37	38	1	83	83	14	22	16	0	12
5	11 m		04./05.08.	parenja		5 hrana razr bez mirise		1	43200	6967,6	28	15	1	118	118	13	21	15	0	13
6	3 m		04./05.08.	parenja		7 hrana razr bez mirise		7	43200	2387	40	48	2	88	88	17	33	29	0	12
7	7 m		08./09.08.	parenja		1 hrana razr bez mirise		8	43200	3495	65	40	5	68	68	15	45	37	0	11
8	10 f		08./09.08.	parenja		2 hrana razr bez mirise		27	43200	3949	42	40	1	105	105	18	28	23	0	12
9	5 m		08./09.08.	parenja		3 hrana razr bez mirise		25	43200	4546,8	62	127	4	81	81	30	50	49	0	12
10	2 f		08./09.08.	parenja		5 hrana razr bez mirise		0	43200	4302,4	62	85	1	137	137	40	20	20	0	12
11	9 f		08./09.08.	parenja		7 hrana razr bez mirise		30	29505,2	5015,8	87	39	11	94	94	52	30	21	0	12
12	7 m		19./20.09.	parenja		1 hrana isto bez mirise		18	43200	3289,2	34	36	4	95	95	23	19	19	0	11
13	10 f		19./20.09.	parenja		2 hrana isto bez mirise		1	9947	981,6	32	15	1	48	48	27	18	17	0	13
14	5 m		19./20.09.	parenja		3 hrana isto mužjak DV		360	43200	1758,8	45	33	1	63	63	29	26	24	2	13
15	9 f		19./20.09.	parenja		7 hrana isto mužjak DV		12	4770,2	622,4	29	14	4	32	32	26	15	11	0	12
16	1 m		20./21.09.	parenja		1 hrana isto mužjak DV		62	43600	1399,2	30	23	1	79	79	22	17	17	0	8
17	4 f		20./21.09.	parenja		2 hrana isto bez mirise		0	4552,4	849,4	28	15	1	63	63	26	15	10	0	13
18	3 m		20./21.09.	parenja		3 hrana isto mužjak DV		58	7697,8	942,2	35	14	1	50	50	26	22	14	0	12
19	8 m		20./21.09.	parenja		7 hrana isto mužjak DV		138	43800	2134,6	16	23	1	51	51	6	11	10	0	2
20	7 m		26./27.09.	parenja		1 hrana isto miš		33	43200	4993,4	30	31	10	64	64	7	25	19	0	3
21	10 f		26./27.09.	parenja		2 hrana isto miš		21	33859,6	2692,8	35	34	1	57	57	26	22	23	4	13
22	9 f		26./27.09.	parenja		3 hrana isto miš		46	43200	2430,2	32	22	1	61	61	27	18	11	0	13
23	2 f		26./27.09.	parenja		5 hrana isto miš		0	4420,2	1269,8	35	19	1	53	53	26	22	18	0	13

Slika 11. Prikaz dijela Excel tablice s podacima.

Analizirana su slijedeća ponašanja (**Prilog 3**):

1. Oznake pločica - u većini slučajeva, jedinke su tijekom istraživanja ostavljale olfaktorne signale po istraživačkom terariju u obliku oznaka urinom (brojile su se oznake na keramičkim pločicama).
2. Ukupno vrijeme istraživanja je bilo u principu 12 h (43 200 sekundi), međutim pojedine jedinke su iznijele svu hranu iz istraživačkog terarija i prije isteka 12 h. S obzirom da se u ovom istraživanju pratilo ponašanje dinarskog voluhara u kontaktu s hranom u istraživačkom terariju, nije više imalo smisla pratiti ponašanje. U tim slučajevima, kraj istraživanja je postavljen u trenutku kada se životinja vratila bez hrane u istraživački terarij.
3. Ukupno vrijeme boravka u istraživačkom prostoru (ukupno vrijeme trajanje ulaza).
4. Frekvencije (broj koliko se puta neko ponašanje dogodilo) – bliža polovica, dalja polovica, virenje, ulaz, ostavljanje, ukupni kontakt s hranom 1, vrste kontakta s hranom 1 (njušenje, direktni kontakt, zubi, jedenje 1, jedenje 2, nošenje, ostavljanje, pogled, skladište) i vrste kontakta s hranom 2 (njušenje, direktni kontakt, zubi, jedenje 1, jedenje 2, nošenje, ostavljanje, pogled, skladište).
5. Trajanje (trajanje ponašanja) - bliža polovica, dalja polovica, virenje, ulaz, ukupni kontakt s hranom 1, vrste kontakta s hranom 1 (njušenje, direktni kontakt, zubi, jedenje 1, jedenje 2,

nošenje, pogled, skladište) i vrste kontakta s hranom 2 (njušenje, direktni kontakt, zubi, jedenje 1, jedenje 2, nošenje, pogled, skladište).

6. Latencije (vrijeme proteklo do prve pojave nekog ponašanja) – virenje, ulaz, bliža polovica, dalja polovica, hrana 1, pogled, hrana 2, njušenje, direktni kontakt, zubi, nošenje, ostavljanje, jedenje 1, jedenje 2, skladište.

Analiza podataka se temeljila na odabiru hrane, jabuke ili radiča u postavu raznovrsne hrane na jednakoj udaljenosti i bližoj ili daljoj jabuci u postavi istovrsne hrane na različitoj udaljenosti. Sukladno time, rađene su i usporedbe unutar zabilježenih ponašanja, primjerice unutar kategorije ponašanja njušenja, uspoređivalo se njušenje zabilježeno prema hrani 1 (jabuka ili bliža jabuka, ovisno o postavu) i njušenje prema hrani 2 (radič ili dalja jabuka).

Svako ponašanje je analizirano s obzirom na spol životinje, prezentirani olfaktorni signal i sezonu. Provedena je i usporedba postava (hrana raznovrsna/hrana istovrsna) kod ukupnog vremena istraživanja i ukupnog vremena boravka u istraživačkom terariju.

Podaci su statistički obrađeni pomoću programa Statistica 13.1. Na razini značajnosti  $p < 0.05$ , provedene su neparametrijske analize upotrebom  $\chi^2$  (hi-kvadrat) testa, a rezultati su grafički prikazani Box-Whisker Plot grafovima. Podaci su analizirani na temelju spola, sezone, postava i prezentiranog olfaktornog signala (mirisa).

### 3. REZULTATI

Ukupno su snimljene 54 snimke i sve su analizirane, od toga je 14 snimki imalo postav raznovrsne hrane, a 40 istovrsne hrane. U sezoni parenja (ljetnoj sezoni) snimljeno je 38 snimaka, a van sezone parenja (zimsku sezonu) 16 snimaka. Ženke su bile uključene u istraživanje tijekom sezone parenja i van sezone parenja, dok su mušjaci bili uključeni samo u sezoni parenja, stoga nije bilo moguće provesti usporedbu sezona kod mušjaka. Kombinacije svih snimki su vidljive u **Prilogu 1**, a u **Tablici 3** su prikazane kombinacije postava, spola, sezona, prezentiranih mirisa i broja jedinki s istom kombinacijom (broj slučajeva/snimki).

**Tablica 3.** Prikaz kombinacija postava, spola, sezone, prezentiranog mirisa i broja snimki/slučajeva

POSTAV	SPOL	SEZONA	PREZENTIRANI MIRIS	BROJ SLUČAJEVA/SNIMKI
Raznovrsna hrana	Mušjak	Ljetna (parenja)	bez mirisa	5
	Ženka	Ljetna	bez mirisa	3
		Zimska (van sezone parenja)	mušjak dinarskog voluhara	4
Istovrsna hrana	Mušjak	Ljetna	mušjak dinarskog voluhara	4
			miš	6
			poskok	6
	Ženka	Ljetna	bez mirisa	2
			miš	4
			poskok	4
		Zimska	mušjak dinarskog voluhara	2
			bez mirisa	2
			miš	4
			poskok	4

Tablica je nastala iz **Priloga 1**, iz kojeg su dogovorno izbačene kombinacije snimki koje se pojavljuju samo jedan put. Kao što se i vidi u **Tablici 3**, ne postoje svi mirisi za svaku sezonu/spol/postav. Sukladno tome, rađena je i sama statistička analiza. Uspoređivalo se samo ono usporedivo, primjerice mužjak u sezoni parenja i bez prezentiranog mirisa, sa ženkom u sezoni parenja i bez prezentiranog mirisa.

Ponašanja vezana uz hranu „Ostalo“ i ponovnog unosa jabuke nisu dodatno statistički analizirana zbog jako malog broja pojavljivanja kategorija ponašanja, ne prikazuju statističku značajnost, te se smatraju slučajnim događajima.

Frekvencije ulazaka i trajanje boravka u bližoj i daljoj polovici istraživačkog terarija su se usporedili kako bi se podaci kasnije mogli lakše interpretirati. Ulasci i trajanje boravka u bližoj i daljoj polovici su se bilježili u trenutku kada životinja dođe u nekakav kontakt s prezentiranom hranom, dakle nisu se bilježili općeniti ulasci i boravak u bližoj i daljoj polovici.

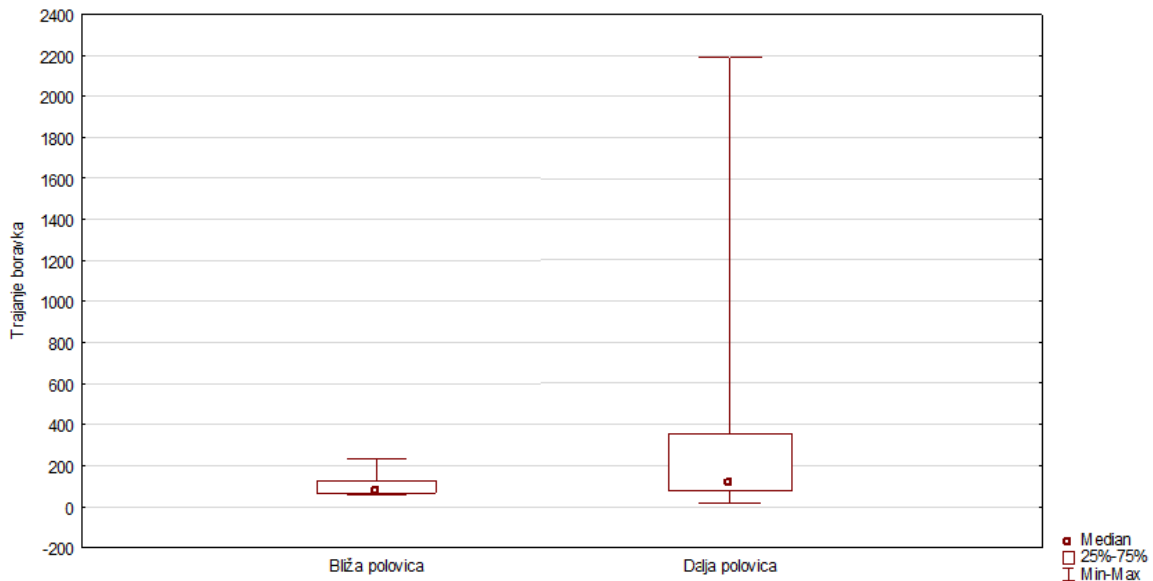
Najreprezentativniji rezultati oblikovani su u slikovne prikaze grafova koji sadrže os x i os y. Os x ne prikazuje gradijent već varijable, dok os y prikazuje gradijent latencije, trajanja, frekvencije ili skalu brojeva.

### **3.1. Postav raznovrsne hrane na različitoj udaljenosti**

#### 3.1.1 Mužjakov boravak u prostoru

Prikazani slučajevi su statistički značajni ( $p < 0.05$ ) po  $\chi^2$ -testu za sljedeće frekvencije i trajanja ponašanja:

**Trajanje boravka (Slika 12)** mužjaka dinarskog voluhara je bilo duže u daljoj polovici istraživačkog terarija ( $df=1$ ,  $5.42$ ,  $p=0.0199$ )



**Slika 12.** Usporedba trajanja boravka u bližoj i daljoj polovici istraživačkog terarija u postavu bez mirisa. Na osi x raspoređene su bliža i dalja polovica istraživačkog terarija. Os y prikazuje trajanje boravka u polovicama izraženo u sekundama.

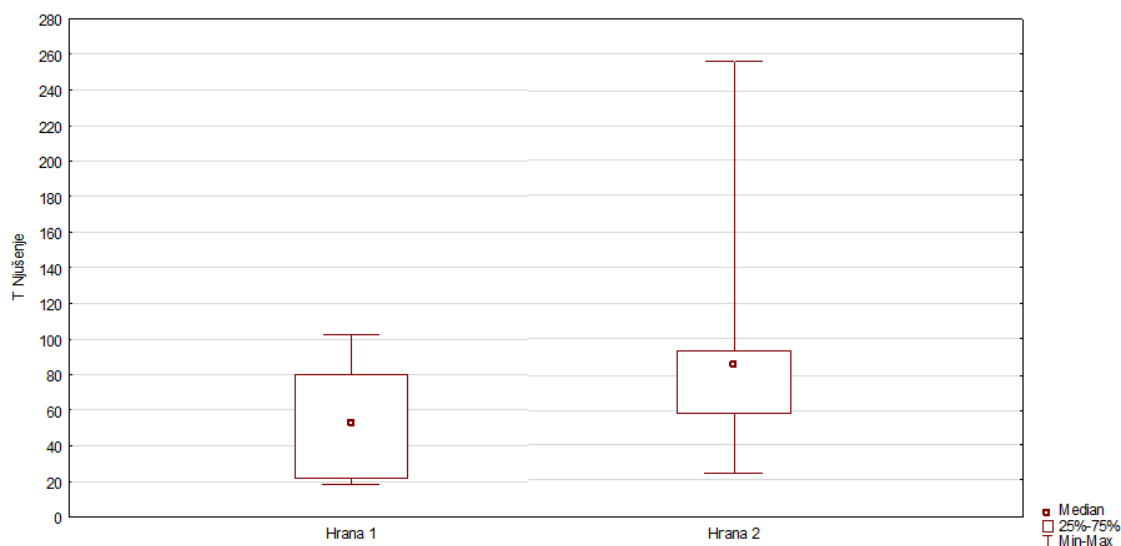
\*Mali kvadrat predstavlja srednju vrijednost ponašanja, pravokutnik obuhvaća raspon od 25 do 75% vrijednosti ponašanja, a crte označavaju ekstreme, minimum i maksimum. Objašnjenje vrijedi za sve grafove prikazane u nastavku rada.

Frekvencije ulazaka mužjaka dinarskog voluhara u bližu i dalju polovicu nisu pokazale statistički značajne razlike.

### 3.1.2. Usporedbe ponašanja ovisne o prezentiranoj hrani kod mužjaka dinarskog voluhara

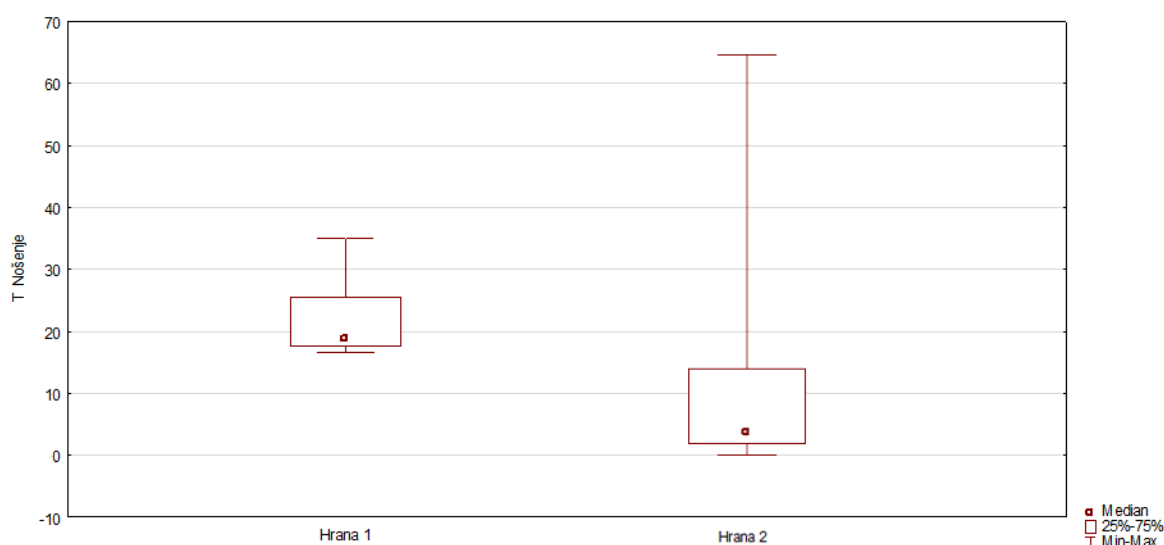
Prikazani slučajevi su statistički značajni ( $p < 0.05$ ) po  $\chi^2$ -testu za sljedeće frekvencije i trajanja ponašanja:

**Trajanje njušenja (Slika 13)** radiča bilo je duže nego trajanje njušenja jabuke kod mužjaka dinarskog voluhara ( $df=1$ ,  $4.19$ ,  $p=0.0407$ ).



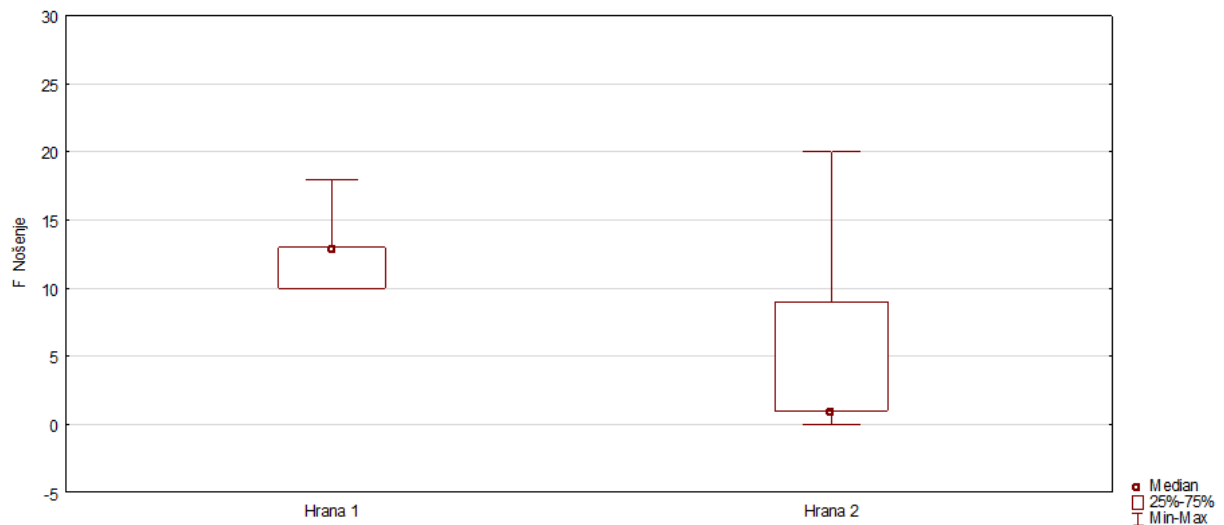
**Slika 13.** Usporedba trajanja njušenja jabuke (hrana 1) i radiča (hrana 2) u postavu bez prezentiranog mirisa. Na osi x raspoređene su hrana 1 i hrana 2. Os y prikazuje trajanje njušenja izraženog u sekundama.

**Trajanje nošenja (Slika 14)** jabuke bilo je duže nego nošenje radiča kod mužjaka dinarskog voluhara ( $df=1$ ,  $5.56$ ,  $p=0.0184$ ).



**Slika 14.** Usporedba trajanja nošenja jabuke (hrana 1) i radiča (hrana 2) u postavu bez prezentiranog mirisa. Na osi x raspoređene su hrana 1 i hrana 2. Os y grafa prikazuje trajanje nošenja izraženo u sekundama.

**Frekvencija nošenja (Slika 15)** jabuke je bila veća nego frekvencija nošenja radiča kod mužjaka dinarskog voluhara ( $df=1$ ,  $6.30$ ,  $p=0.0121$ ).



**Slika 15.** Usporedba frekvencija nošenja jabuke (hrana 1) i radiča (hrana 2) u postavu bez prezentiranog mirisa. Na osi x raspoređene su hrana 1 i hrana 2. Os y prikazuje frekvenciju nošenja.

Usporedbe frekvencija direktnog kontakta, općenitog kontakta, njušenja, pogleda, ostavljanja, skladištenja, kontakta zubima, jedenja 1 i jedenja 2 jabuke i radiča kod mužjaka dinarskog voluhara nisu pokazale statistički značajne razlike.

Usporedba latencija do prvog kontakta jabuke i radiča nije pokazala statistički značajnu razliku.

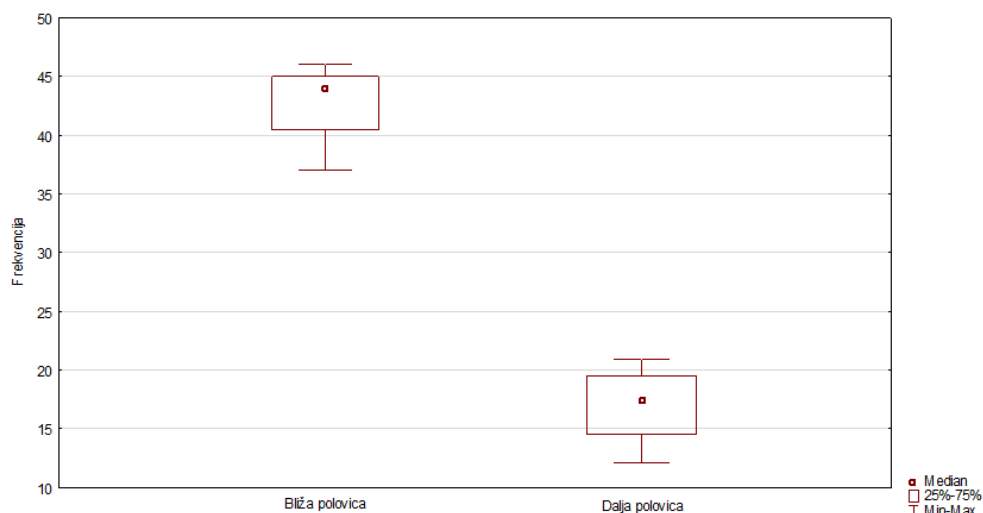
Usporedbe trajanja direktnog kontakta, općenitog kontakta, jedenja 1 i jedenja 2, pogleda, skladištenja i kontakta zubima nisu pokazale statistički značajne razlike.

### 3.1.3. Ženkin boravak u prostoru

Prikazani slučajevi su statistički značajni ( $p < 0.05$ ) po  $\chi^2$ -testu za sljedeće frekvencije i trajanja ponašanja:

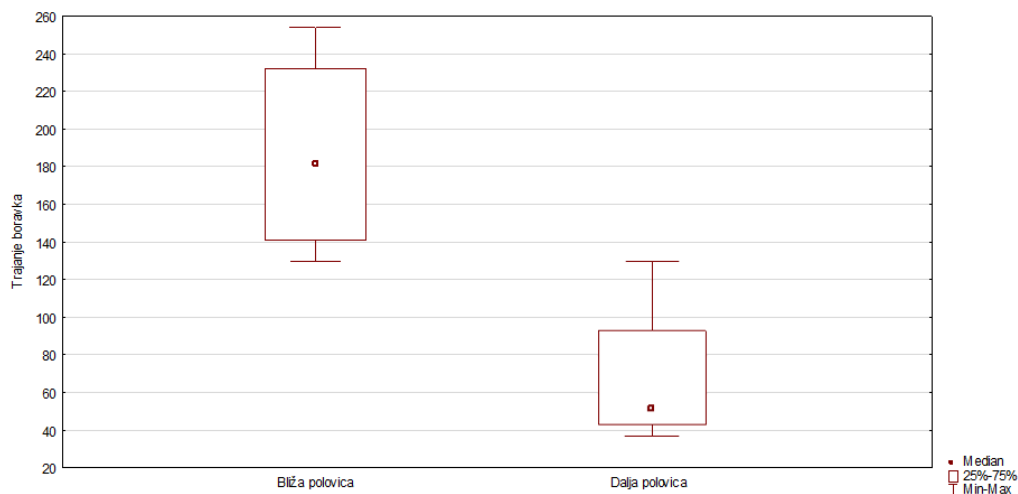
#### **Zimska sezona (van sezone parenja):**

**Frekvencija ulazaka i kontakta s hranom (Slika 16)** bila je viša u bližoj polovici istraživačkog terarija kod ženki dinarskog voluhara ( $df=1$ ,  $5.70$ ,  $p=0.0169$ ).



**Slika 16.** Usporedba frekvencija ulazaka i kontakata s hranom u bližoj i daljoj polovici istraživačkog terarija u postavu s prezentiranim mirisom mužjaka dinarskog voluhara. Na osi x raspoređene su bliža i dalja polovica istraživačkog terarija. Os y prikazuje frekvenciju ulazaka i kontakata s hranom u polovicama.

**Trajanje boravka (Slika 17)** ženke dinarskog voluhara bilo je duže u bližoj polovici istraživačkog terarija ( $df=1, 37.84, p<0.0001$ ).



**Slika 17.** Usporedba trajanja boravka u bližoj i daljoj polovici istraživačkog terarija u postavu s prezentiranim mirisom mužjaka dinarskog voluhara. Na osi x raspoređene su bliža i dalja polovica istraživačkog terarija. Os y prikazuje trajanje boravka u polovicama izraženo u sekundama.

Usporedba frekvencija ulazaka u bližu i dalju polovicu u sezoni parenja nije pokazala statistički značajnu razliku.



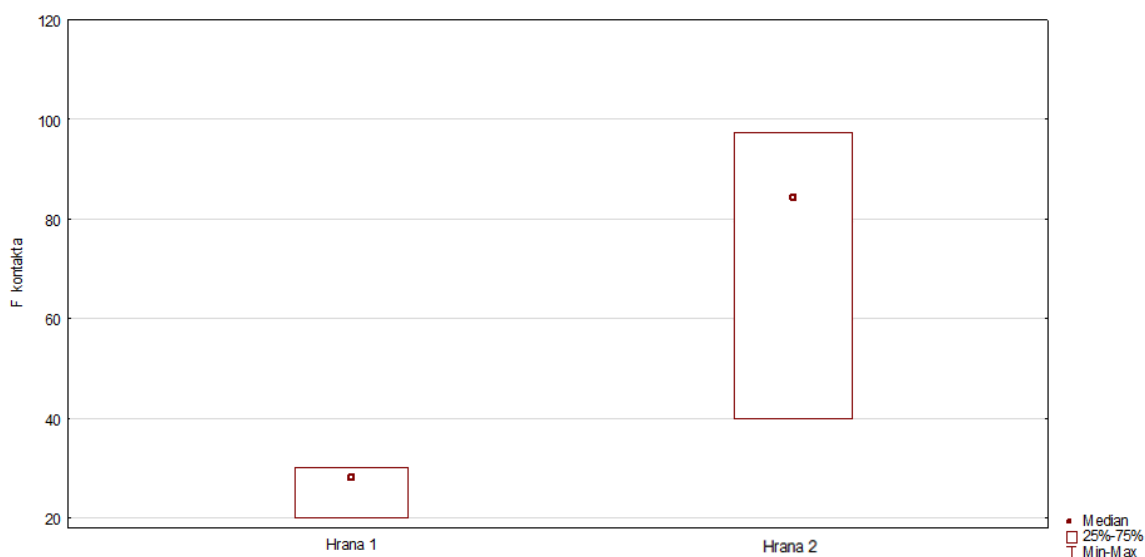
Usporedba trajanja boravka u bližoj i daljoj polovici u sezoni parenja nije pokazala statistički značajnu razliku.

### 3.1.4. Usporedbe ponašanja ovisne o prezentiranoj hrani kod ženki dinarskog voluhara

Prikazani slučajevi su statistički značajni ( $p < 0.05$ ) po  $\chi^2$ -testu za sljedeće latencije, frekvencije i trajanja ponašanja:

**Ljetna sezona (sezona parenja):**

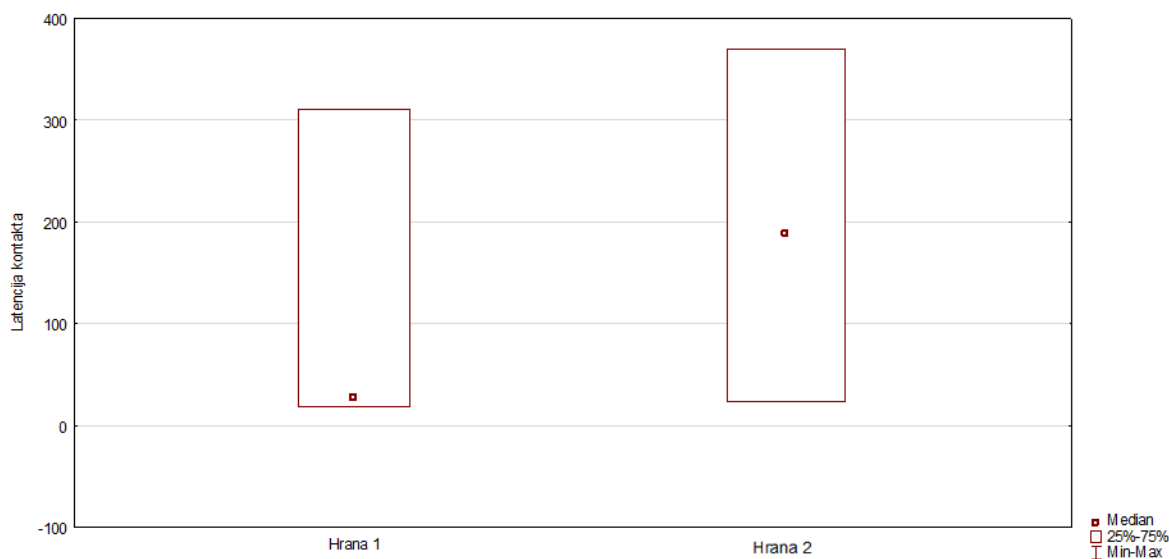
**Frekvencija kontakta (Slika 18)** s radičem kod ženke dinarskog voluhara bila je veća nego s jabukom ( $df=1$ ,  $15.41$ ,  $p=0.0001$ ).



**Slika 18.** Usporedba frekvencija kontakta s jabukom (hrana 1) i radičem (hrana 2) u postavu bez prezentiranog mirisa. Na osi x raspoređene su hrana 1 i hrana 2. Os y prikazuje frekvenciju (broj) kontakata s hranom.

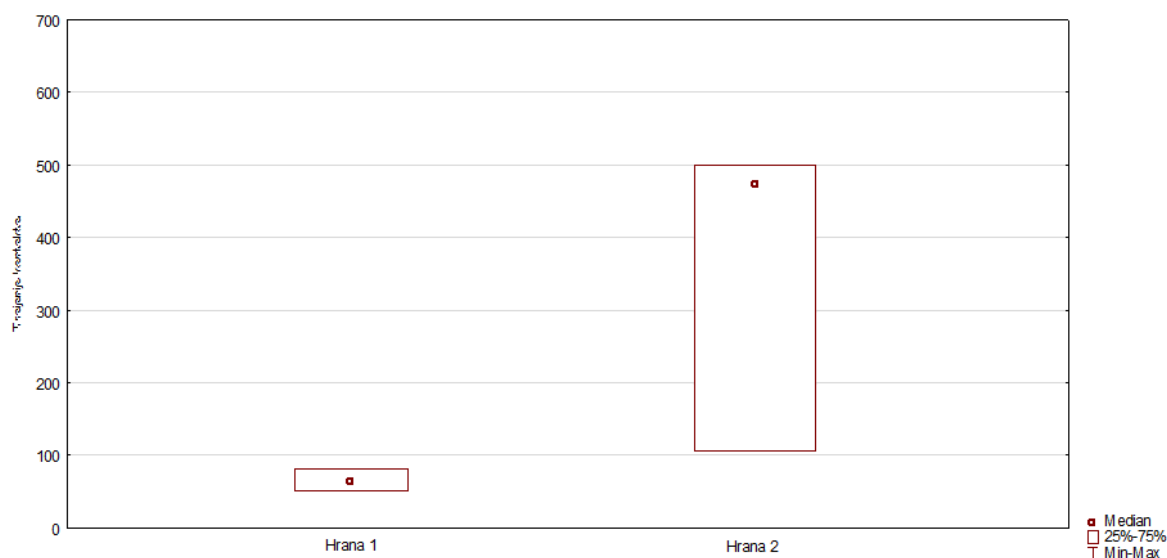
Nadalje, **frekvencija njušenja** radiča je bila veća nego frekvencija njušenja jabuke ( $df=1$ ,  $12.04$ ,  $p=0.0005$ ). **Frekvencija direktnog kontakta** s radičem je bila veća nego frekvencija direktnog kontakta s jabukom ( $df=1$ ,  $5.33$ ,  $p=0.0209$ ). **Frekvencija kontakta zubima** s radičem je bila veća nego frekvencija kontakta zubima s jabukom ( $df=1$ ,  $4.04$ ,  $p=0.0444$ ).

**Latencija kontakta (Slika 19)** s jabukom iznosila je manje nego latencija s radičem kod ženke dinarskog voluhara ( $df=1, 67.06, p<0.0001$ ).



**Slika 19.** Usporedba latencija kontakta s jabukom (hrana 1) i radičem (hrana 2) u postavu bez prezentiranog mirisa. Na osi x raspoređene su hrana 1 i hrana 2. Os y prikazuje latenciju do prvog kontakta izraženu u sekundama.

**Trajanje kontakta (Slika 20)** s radičem (hrana 2) je bilo duže nego s jabukom (hrana 1) kod ženki dinarskog voluhara ( $df=1, 183.94, p<0.0001$ ).



**Slika 20.** Usporedba duljine trajanja kontakta s jabukom (hrana 1) i radičem (hrana 2) u postavu bez prezentiranog mirisa. Na osi x raspoređene su hrana 1 i hrana 2. Os y prikazuje duljinu trajanja kontakta s hranom izraženu u sekundama.

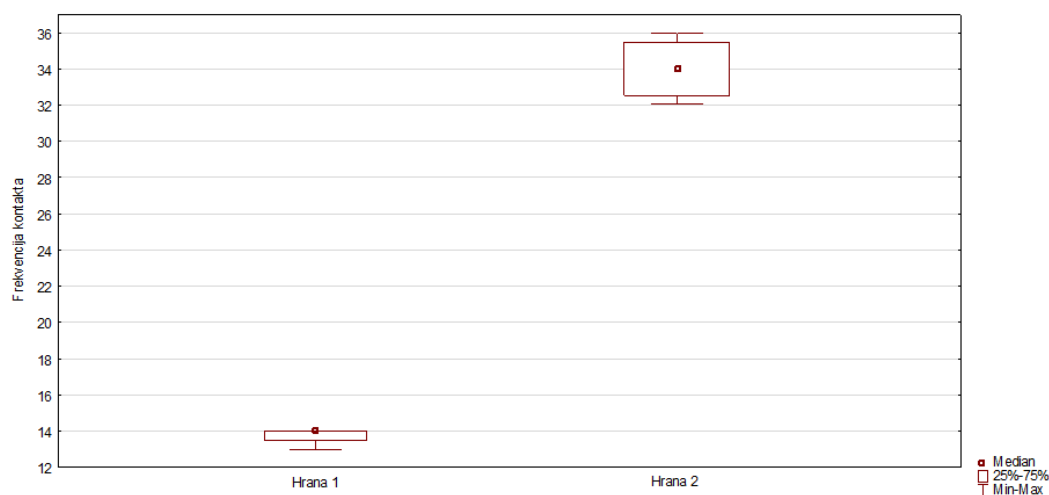
Nadalje, **trajanje njušenja** radiča (hrana 2) bilo je duže od trajanja njušenja jabuke (hrana 1;  $df=1$ , 19.94,  $p<0.0001$ ). **Trajanje direktnog kontakta** s radičem (hrana 2) bilo je duže od trajanja direktnog kontakta s jabukom (hrana 1;  $df=1$ , 6.11,  $p=0.0135$ ). **Trajanje nošenja** radiča (hrana 2) bilo je duže od nošenja jabuke (hrana 1;  $df=1$ , 15.90,  $p=0.0001$ ).

Usporedba frekvencija nošenja, pogleda, ostavljanja, skladištenja, jedenja 1 i jedenja 2 jabuke i radiča u sezoni parenja nije pokazala statistički značajnu razliku.

Usporedba trajanja kontakta zubima, jedenja 1 i jedenja 2, pogleda i skladištenja jabuke i radiča u sezoni parenja nije pokazala statistički značajnu razliku.

### Zimska sezona (van sezone parenja):

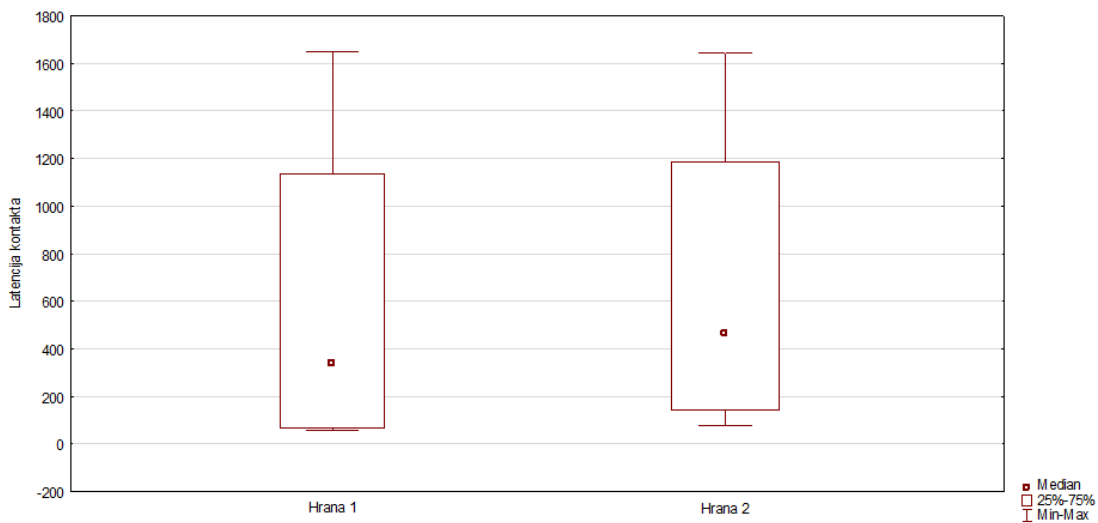
**Frekvencija kontakta (Slika 21)** s radičem (hrana 2) kod ženke dinarskog voluhara bila je veća nego s jabukom (hrana 1;  $df=1$ , 4.36,  $p=0.0369$ ).



**Slika 21.** Usporedba frekvencija kontakta s jabukom (hrana 1) i radičem (hrana 2) u postavu s prezentiranim mirisom mužjaka dinarskog voluhara. Na osi x raspoređene su hrana 1 i hrana 2. Os y prikazuje frekvenciju (broj) kontakata s hranom.

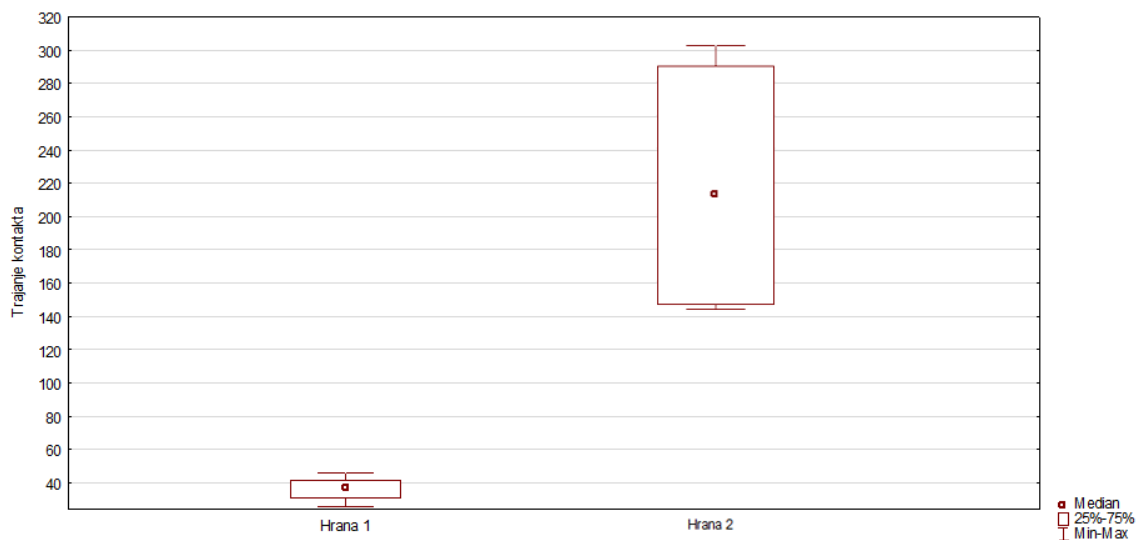
Nadalje, **frekvencija njušenja** radiča (hrana 2) bila je veća nego frekvencija njušenja jabuke (hrana1;  $df=1$ , 4.52,  $p=0.0336$ ). **Frekvencija direktnog kontakta** s radičem (hrana 2) bila je veća od frekvencije direktnog kontakta s jabukom (hrana 1;  $df=1$ , 4,  $p=0.0455$ ).

**Latencija kontakta (Slika 22)** s jabukom (hrana 1) iznosila je manje nego latencija s radičem (hrana 2) kod ženke dinarskog voluhara ( $df=1, 7.78, p=0.0053$ ).



**Slika 22.** Usporedba latencija kontakta s jabukom (hrana 1) i radičem (hrana 2) u postavu s prezentiranim mirisom mužjaka dinarskog voluhara. Na osi x raspoređene su hrana 1 i hrana 2. Os y prikazuje latenciju do prvog kontakta izraženu u sekundama.

**Trajanje kontakta (Slika 23)** s radičem je bilo duže nego s jabukom kod ženki dinarskog voluhara ( $df=1, 70.71, p<0.0001$ ).



**Slika 23.** Usporedba duljine trajanja kontakta s jabukom (hrana 1) i radičem (hrana 2) u postavu s prezentiranim mirisom mužjaka dinarskog voluhara. Na osi x raspoređene su hrana 1 i hrana 2. Os y prikazuje duljinu trajanja kontakta s hranom izraženu u sekundama.

Nadalje, **trajanje njušenja** radiča (hrana 2) bilo je duže od njušenja jabuke (hrana 1;  $df=1$ , 9.48,  $p=0.0021$ ). **Trajanje jedenja 2** (jedenje hrane iznad hrpe) bilo je duže s radičem (hrana 2) od jedenja 2 jabuke (hrana 1;  $df=1$ , 33.33,  $p<0.0001$ ). **Trajanje nošenja** radiča (hrana 2) bilo je dulje od nošenja jabuke (hrana 1;  $df=1$ , 21.34,  $p<0.0001$ ).

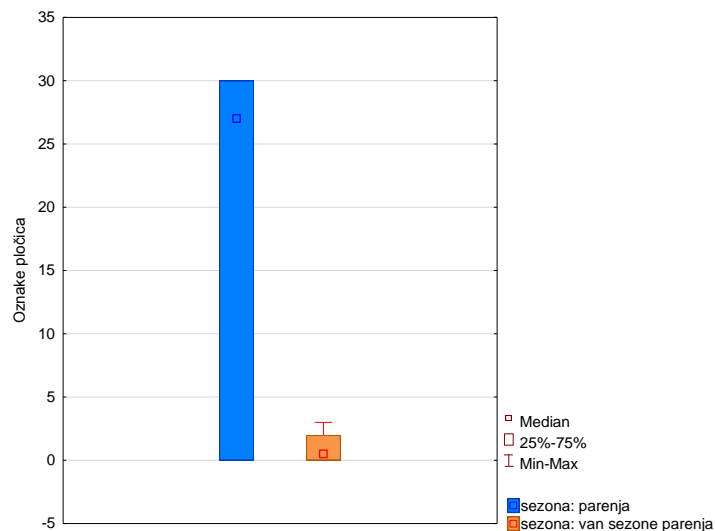
Usporedba frekvencija nošenja, pogleda, ostavljanja, skladištenja, kontakta zubima, jedenja 1 i jedenja 2 nisu pokazale statistički značajne razlike van sezone parenja.

Usporedba trajanja direktnog kontakta, jedenja 1, pogleda, skladištenja i kontakta zubima nisu pokazale statistički značajne razlike van sezone parenja.

### 3.1.5. Odabir hrane i ponašanje ovisno o sezoni kod ženki dinarskog voluhara

Prikazani slučajevi su statistički značajni ( $p<0.05$ ) po  $\chi^2$ -testu za sljedeće latencije, frekvencije i trajanja ponašanja:

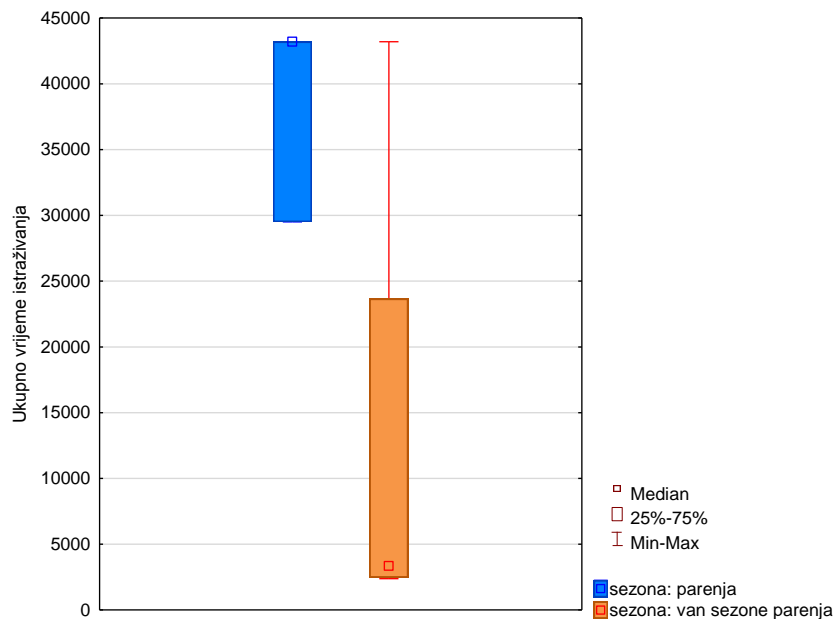
**Broj oznaka pločica (Slika 24)** bio je veći kod ženki dinarskog voluhara u sezoni parenja ( $df=1$ , 15.39,  $p=0.0001$ ).



**Slika 24.** Usporedba broja oznaka po sezonama kod ženki dinarskog voluhara. Na osi x raspoređene su sezone – ljetna sezona (sezona parenja; plava boja) i zimska sezona (van sezone parenja; narančasta boja). Os y prikazuje broj oznaka urinom na keramičkim pločicama.

\* ljetna sezona=sezona parenja; zimska sezona=van sezone parenja; objašnjenje vrijedi za sve grafove, tablice i izjave u diplomskom radu.

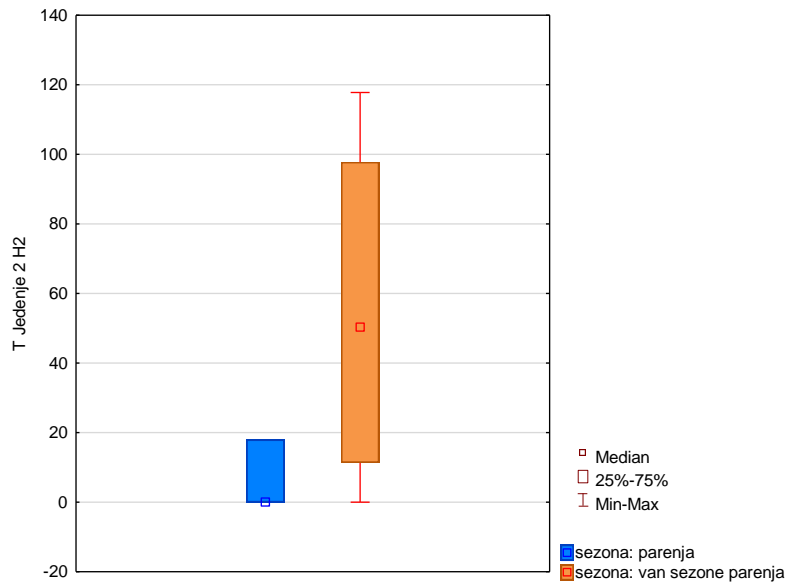
**Trajanje ukupnog vremena istraživanja (Slika 25)** bilo je duže kod ženki u sezoni parenja ( $df=1, 20883.3, p<0.0001$ ).



**Slika 25.** Usporedba ukupnog vremena istraživanja po sezonama kod ženki dinarskog voluhara. Na osi x raspoređene su sezone – ljetna sezona (sezona parenja; plava boja) i zimska sezona (van sezone parenja; narančasta boja). Os y prikazuje ukupno trajanje istraživanja izraženo u sekundama.

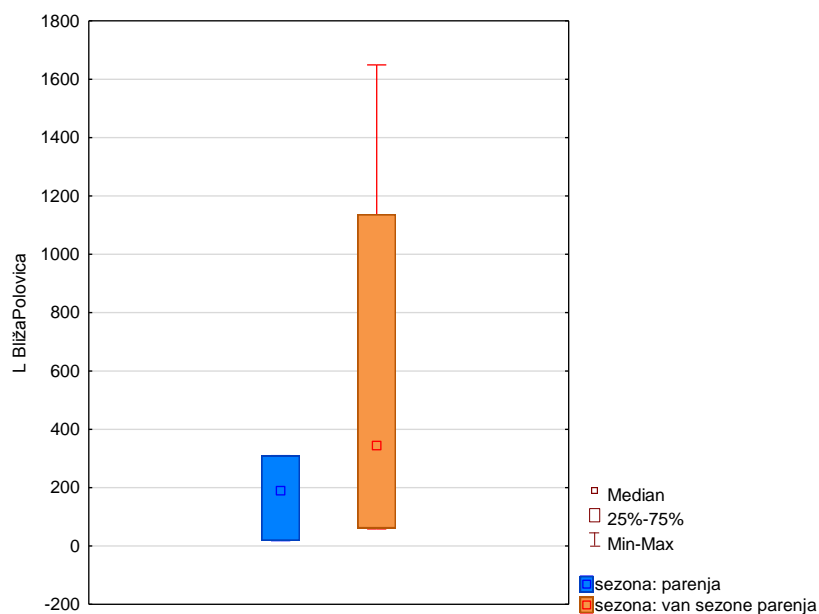
Nadalje, **trajanje ukupnog vremena boravka u istraživačkom prostoru (trajanje ulaza)** bilo je duže kod ženki dinarskog voluhara u sezoni parenja ( $df=1, 1170.89, p<0.0001$ ). **Trajanje boravka u daljoj polovici istraživačkog terarija** bilo je duže kod ženki u sezoni parenja ( $df=1, 9.38, p=0.0022$ ). **Trajanje kontakta s radičem (hrana 2)** bilo je duže u sezoni parenja ( $df=1, 52.13, p<0.0001$ ). **Trajanje njušenja jabuke (hrana 1)** bilo je duže u sezoni parenja ( $df=1, 5.33, p=0.0209$ ). **Trajanje njušenja radiča (hrana 2)** bilo je duže u sezoni parenja ( $df=1, 13.69, p=0.0002$ ). **Trajanje pogleda prema jabuci (hrana 1;  $df=1, 6.11, p=0.0135$ ) i radiču (hrana 2;  $df=1, 6.30, p=0.0121$ )** bilo je duže u sezoni parenja.

**Trajanje jedenja 2 radiča (hrana 2; Slika 26)** bilo je duže kod ženki dinarskog voluhara van sezone parenja ( $df=1, 33.33, p<0.0001$ ).



**Slika 26.** Usporedba trajanja jedenja 2 radiča (hrana 2) po sezonama kod ženki dinarskog voluhara. Na osi x raspoređene su sezone – ljetna sezona (sezona parenja; plava boja) i zimska sezona (van sezone parenja; narančasta boja). Os y prikazuje trajanje jedenja 2 izraženo u sekundama.

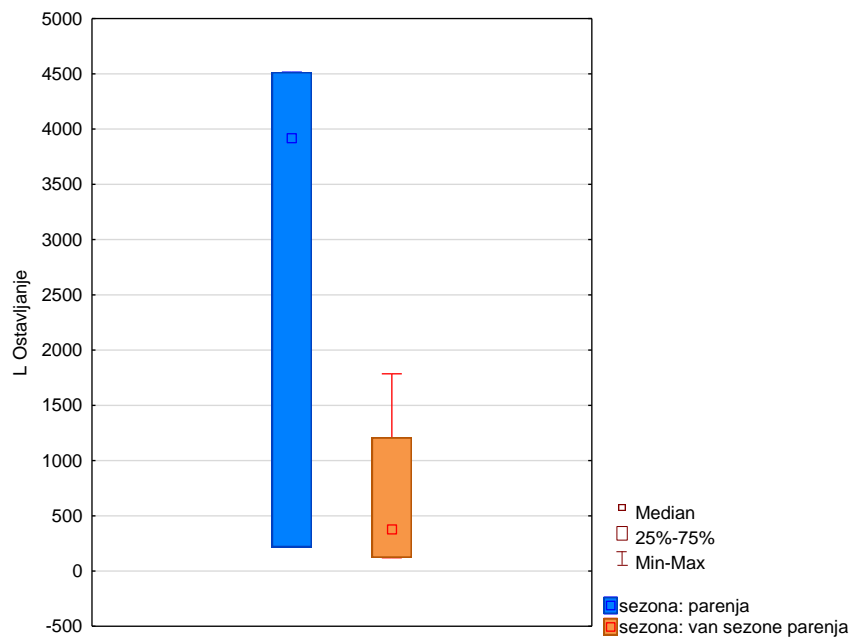
**Latencija do prvog ulaska u bližu polovicu (Slika 27)** bila je manja kod ženki dinarskog voluhara u sezoni parenja ( $df=1, 22.68, p<0.0001$ ).



**Slika 27.** Usporedba latencija prvog ulaska u bližu polovicu po sezonama kod ženki dinarskog voluhara. Na osi x raspoređene su sezone – ljetna sezona (sezona parenja; plava boja) i zimska sezona (van sezone parenja; narančasta boja). Os y prikazuje trajanje latencije do prvog ulaska izraženo u sekundama.

Nadalje, **latencija do prvog ulaska u dalju polovicu** bila je manja kod ženki dinarskog voluhara u sezoni parenja ( $df=1, 165.54, p<0.0001$ ). **Latencija do prvog virenja** bila je manja kod ženki dinarskog voluhara u sezoni parenja ( $df=1, 205.02, p<0.0001$ ). **Latencija do prvog ulaska u istraživački terarij** bila je manja kod ženki dinarskog voluhara u sezoni parenja ( $df=1, 197.71, p<0.0001$ ). **Latencija do prvog kontakta s jabukom (hrana 1)** bila je manja kod ženki dinarskog voluhara u sezoni parenja ( $df=1, 167.03, p<0.0001$ ). **Latencija do prvog kontakta s radičem (hrana 2)** bila je manja kod ženki dinarskog voluhara u sezoni parenja ( $df=1, 61.78, p<0.0001$ ). **Latencija do prvog njušenja** bila je manja u sezoni parenja kod ženki dinarskog voluhara ( $df=1, 171.33, p<0.0001$ ). **Latencija do prvog pogleda** prema hrani bila je manja kod ženki dinarskog voluhara u sezoni parenja ( $df=1, 28769.5, p<0.0001$ ).

**Latencija ostavljanja hrane (Slika 28)** bila je manja kod ženki dinarskog voluhara van sezone parenja ( $df=1, 1757.88, p<0.0001$ ).



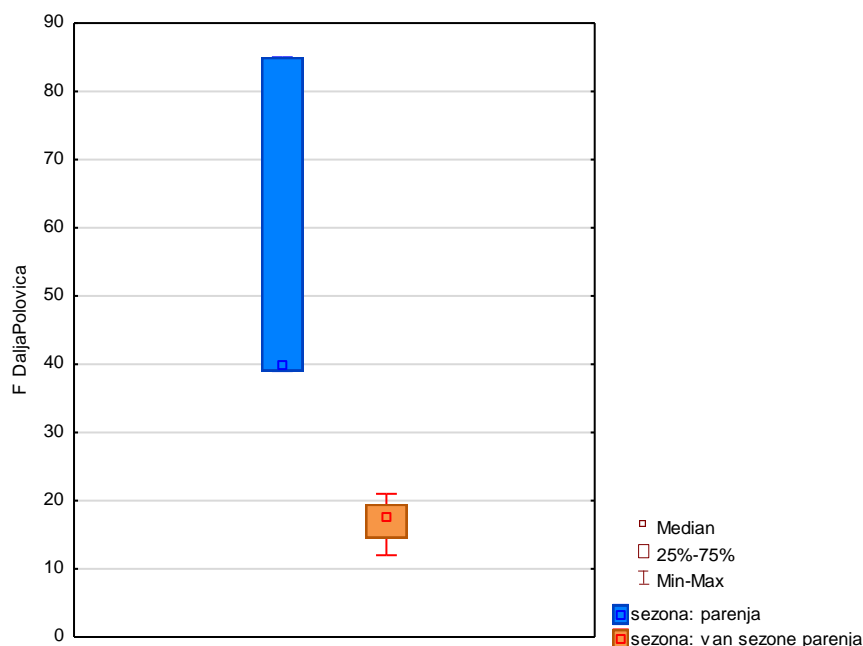
**Slika 28.** Usporedba latencija do prvog ostavljanja hrane po sezonama kod ženki dinarskog voluhara. Na osi x raspoređene su sezone – ljetna sezona (sezona parenja; plava boja) i zimska sezona (van sezone parenja; narančasta boja). Os y prikazuje trajanje latencije do prvog ostavljanja hrane izraženo u sekundama.

Nadalje, **latencija do prvog direktnog kontakta** bila je manja kod ženki dinarskog voluhara van sezone parenja ( $df=1, 73.32, p<0.0001$ ). **Latencija do prvog kontakta zubima** bila je manja kod ženki dinarskog voluhara van sezone parenja ( $df=1, 1750.73, p<0.0001$ ). **Latencija**



**do prvog jedenja 2** (jedenje na hrpi) bila je manja kod ženki dinarskog voluhara van sezone parenja ( $df=1, 51203.3, p<0.0001$ ). **Latencija do prvog nošenja hrane** bila je manja kod ženki dinarskog voluhara van sezone parenja ( $df=1, 1750.73, p<0.0001$ ).

**Frekvencija ulazaka u dalju polovicu** (Slika 29) bila je veća kod ženki dinarskog voluhara u sezoni parenja ( $df=1, 4.33, p=0.0375$ ).



**Slika 29.** Usporedba frekvencija ulazaka u dalju polovicu po sezonama kod ženki dinarskog voluhara. Na osi x raspoređene su sezone – ljetna sezona (sezona parenja; plava boja) i zimska sezona (van sezone parenja; narančasta boja). Os y prikazuje broj ulazaka u dalju polovicu.

**Frekvencija ulazaka u istraživački terarij** bila je veća kod ženki dinarskog voluhara u sezoni parenja ( $df=1, 11.03, p=0.0009$ ). **Frekvencija kontakta s radičem (hrana 2)** bila je veća u sezoni parenja kod ženki dinarskog voluhara ( $df=1, 11.50, p=0.0007$ ). **Frekvencija njušenja radiča (hrana 2)** bila je veća kod ženki dinarskog voluhara u sezoni parenja ( $df=1, 7.70, p=0.0055$ ).

Usporedba frekvencija bliže polovice, direktnog kontakta prema hrani 1 i hrani 2, hrane 1, nošenja hrane 1, pogleda prema hrani 1 i hrani 2, njušenja hrane 1, ostavljanja hrane 1 i hrane 2, skladištenja hrane 1 i hrane 2, virenja, kontakta sa zubima prema hrani 1 i hrani 2, jedenja 1

prema hrani 1 i 2, jedenja 2 prema hrani jedan i 2 po sezonama nije pokazala statistički značajne razlike.

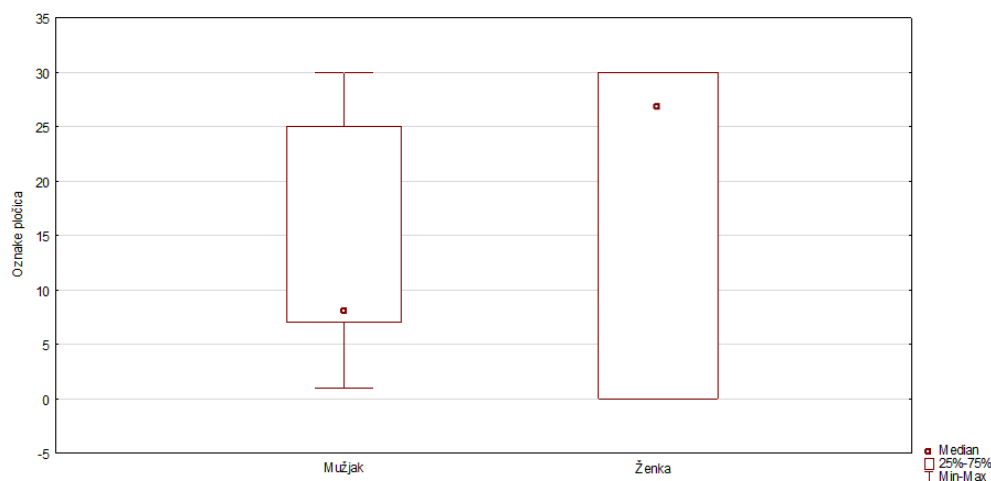
Usporedba latencija skladištenja i jedenja 1 po sezonama nisu pokazale statistički značajne razlike.

Usporedba trajanja boravka u bližoj polovici, direktnog kontakta s hranom 1 i 2, hrane 1, jedenja 1 hrane 1 i 2, jedenja 2 hrane 1, nošenja hrane 1 i 2, virenja, skladištenja hrane 1 i 2, kontakta zubima s hranom 1 i 2 po sezoni nije pokazala statistički značajne razlike.

### 3.1.6. Odabir hrane i ponašanje ovisno o spolu kod dinarskog voluhara

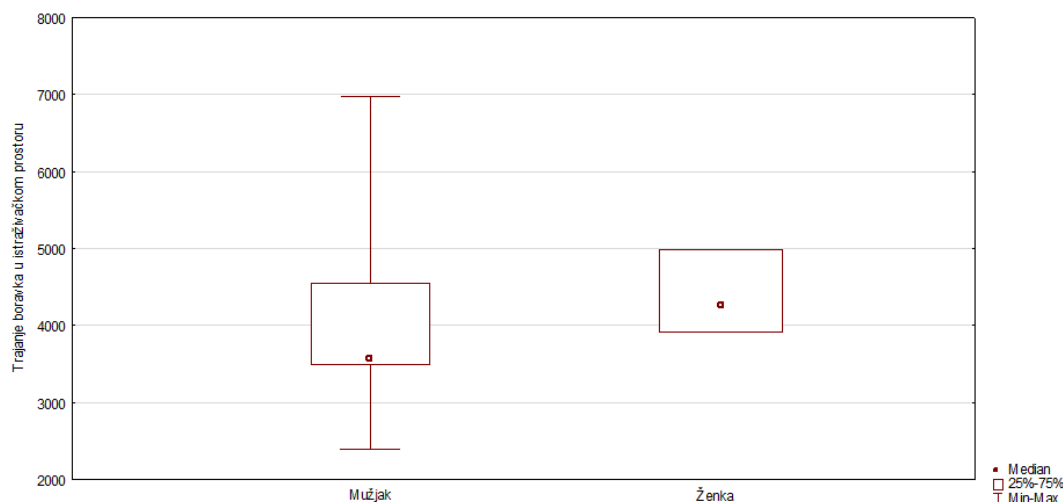
Prikazani slučajevi su statistički značajni ( $p < 0.05$ ) po  $\chi^2$ -testu za sljedeće latencije, frekvencije i trajanja ponašanja:

**Broj oznaka pločica (Slika 30)** bio je veći kod ženke dinarskog voluhara nego kod mužjaka ( $df=1$ ,  $5.63$ ,  $p=0.0176$ ).



**Slika 30.** Usporedba broja oznaka urina na pločicama po muškom i ženskom spolu kod dinarskog voluhara. Os x prikazuje spol (mužjaci; ženke). Os y prikazuje broj označenih pločica.

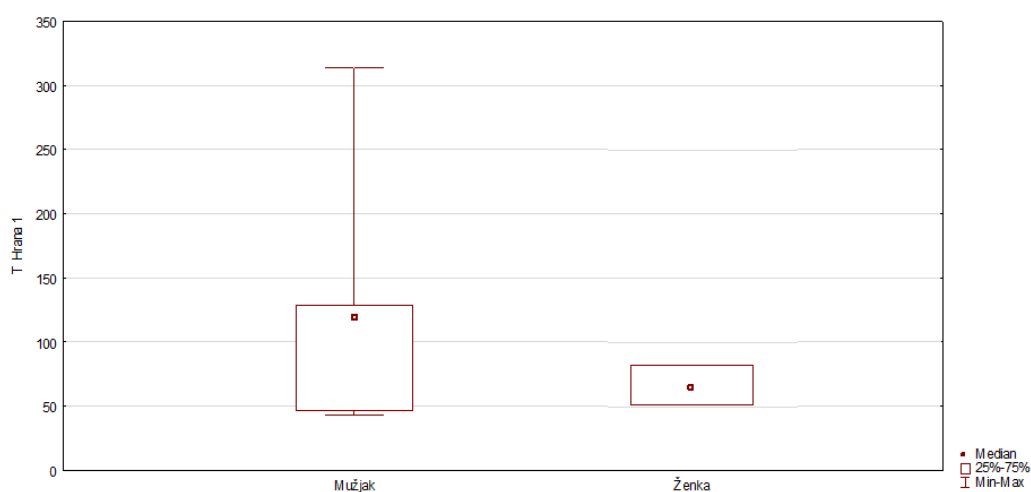
**Trajanje ukupnog vremena boravka u istraživačkom prostoru (=trajanje ulaza; Slika 31)** bilo je dulje kod ženke dinarskog voluhara, a kraće kod mužjaka ( $df=1$ ,  $35.39$ ,  $p < 0.0001$ ).



**Slika 31.** Usporedba trajanja boravka u istraživačkom terariju po muškom i ženskom spolu kod dinarskog voluhara. Os x prikazuje spol. Os y prikazuje trajanje boravka u istraživačkom prostoru izraženo u sekundama.

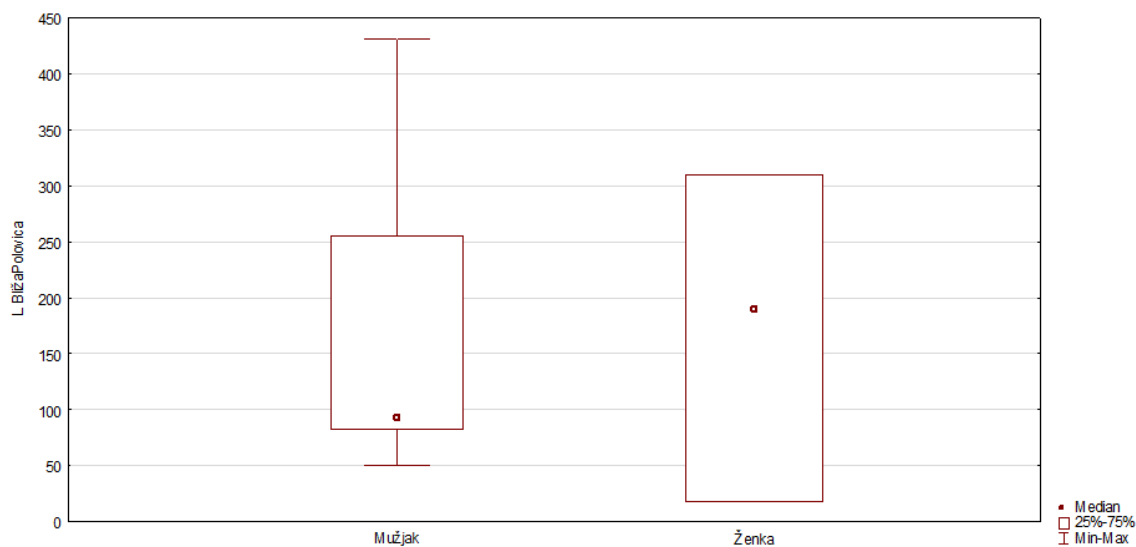
**Trajanje boravka u bližoj polovici** bilo je dulje kod ženki ( $df=1, 7.17, p=0.0074$ ). **Trajanje kontakta s radičem (hrana 2)** bilo je duže kod ženke dinarskog voluhara ( $df=1, 104.05, p<0.0001$ ). **Trajanje nošenja radiča (hrana 2)** bilo je dulje kod ženke dinarskog voluhara ( $df=1, 44, p<0.0001$ ).

**Trajanje kontakta s jabukom (hrana 1; Slika 32)** bilo je duže kod mušjaka ( $df=1, 8.48, p=0.0036$ ).



**Slika 32.** Usporedba trajanja kontakta s jabukom (hrana 1) po muškom i ženskom spolu. Os x prikazuje spol. Os y prikazuje trajanje kontakta s jabukom (hrana 1) izraženo u sekundama.

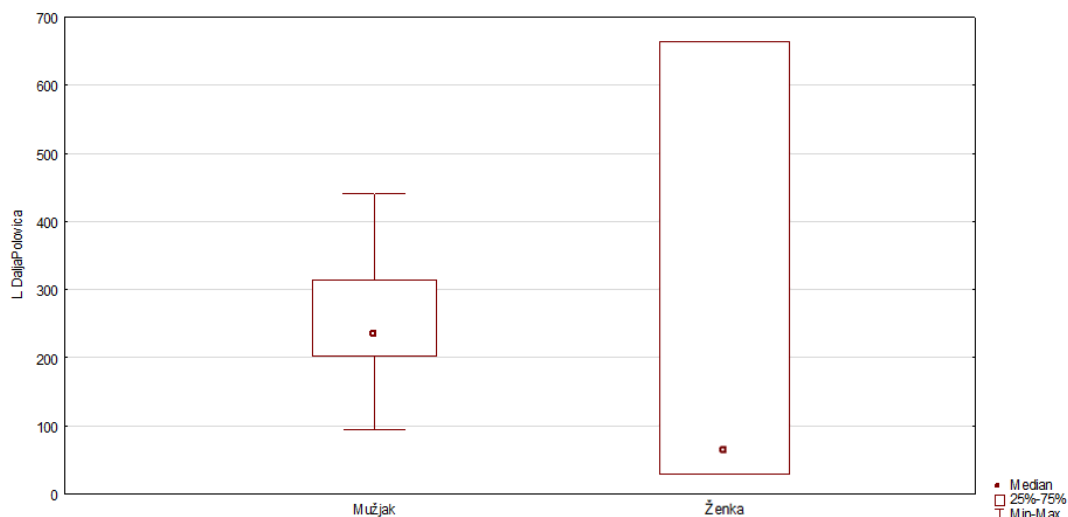
**Latencija do prvog ulaza u bližu polovicu (Slika 33)** bila je manja kod mušjaka, a veća kod ženki dinarskog voluhara ( $df=1, 17.16, p<0.0001$ )



**Slika 33.** Usporedba latencija do prvog ulaza u bližu polovicu istraživačkog terarija po muškom i ženskom spolu. Os x prikazuje spol. Os y prikazuje trajanje latencije do prvog ulaza u bližu polovicu istraživačkog terarija izraženo u sekundama.

Nadalje, **latencija do prvog ostavljanja hrane** je bila manja kod mušjaka ( $df=1, 250.86, p<0.0001$ ). **Latencija do prvog kontakta s radičem (hrana 2)** bila je manja kod mušjaka dinarskog voluhara ( $df=1, 15.65, p=0.0001$ ). **Latencija do prvog kontakta zubima** bila je manja kod mušjaka ( $df=1, 247.35, p<0.0001$ ). **Latencija do prvog nošenja** bila je manja kod mušjaka dinarskog voluhara ( $df=1, 245.33, p<0.0001$ ). **Latencija do prvog pogleda prema hrani** bila je manja kod mušjaka dinarskog voluhara ( $df=1, 30.05, p<0.0001$ ).

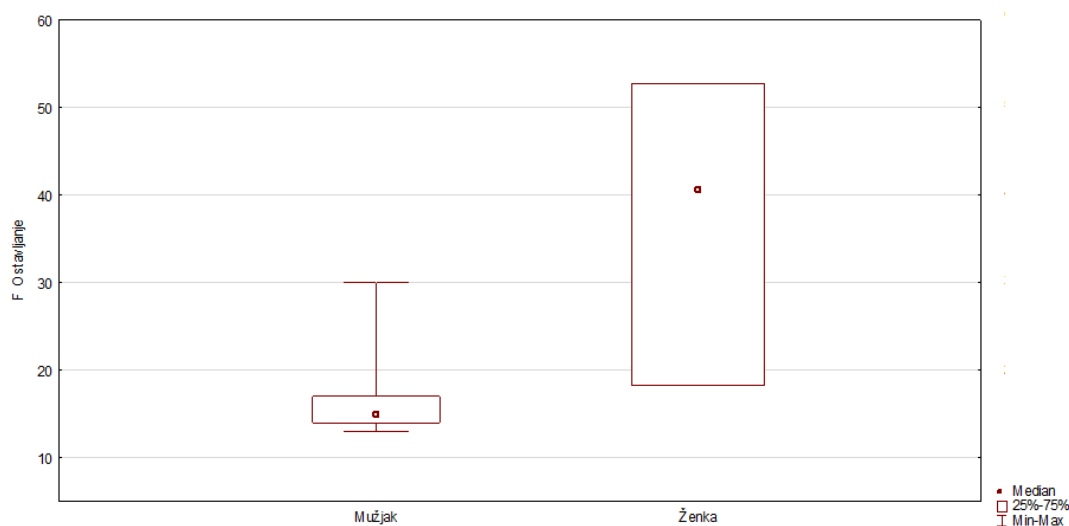
**Latencija do prvog ulaza u dalju polovicu (Slika 34)** je bila manja kod ženki dinarskog voluhara ( $df=1, 53.84, p<0.0001$ ).



**Slika 34.** Usporedba latencija do prvog ulaza u dalju polovicu istraživačkog terarija po muškom i ženskom spolu. Os x prikazuje spol. Os y prikazuje trajanje latencije do prvog ulaza u dalju polovicu istraživačkog terarija izraženo u sekundama.

**Latencija do prvog virenja** bila je manja kod ženki dinarskog voluhara ( $df=1, 12.63, p=0.0004$ ). **Latencija do prvog ulaza u istraživački terarij** bila je manja kod ženki dinarskog voluhara ( $df=1, 30.66, p<0.0001$ ). **Latencija do prvog kontakta s jabukom (hrana 1)** bila je manja kod ženke dinarskog voluhara ( $df=1, 19.78, p<0.0001$ ). **Latencija do prvog njušenja** bila je manja kod ženki dinarskog voluhara ( $df=1, 28.26, p<0.0001$ ). **Latencija do prvog direktnog kontakta** bila je manja kod ženki dinarskog voluhara ( $df=1, 108.93, p<0.0001$ ).

**Frekvencija ostavljanja hrane (Slika 35)** bila je veća kod ženki dinarskog voluhara ( $df=1, 6.04, p=0.0140$ ).



**Slika 35.** Usporedba frekvencija ostavljanja hrane po muškom i ženskom spolu. Os x prikazuje spol. Os y prikazuje broj ostavljanja hrane.

**Frekvencija kontakta s radičem (hrana 2)** je bila veća kod ženki dinarskog voluhara ( $df=1$ ,  $5.96$ ,  $p=0.0147$ ). **Frekvencija njušenja radiča (hrana 2)** bila je veća kod ženki dinarskog voluhara ( $df=1$ ,  $4.60$ ,  $p=0.0319$ ). **Frekvencija kontakta zubima s hranom 2 (radič)** bila je veća kod ženki dinarskog voluhara ( $df=1$ ,  $9.00$ ,  $p=0.0027$ ). **Frekvencija nošenja radiča (hrana 2)** bila je veća kod ženke dinarskog voluhara ( $df=1$ ,  $16.70$ ,  $p<0.0001$ ).

Usporedba frekvencija ulaska u bližu i dalju polovicu, direktnog kontakta s hranom 1 i 2, hrane 1, nošenja hrane 1, pogleda prema hrani 1 i 2, njušenja hrane 1, ostavljanja hrane 1 i hrane 2, skladištenja hrane 1 i hrane 2, virenja, ulaza, kontakta zubima s hranom 1, jedenja 1 hrane 1 i 2, jedenja 2 hrane 1 i 2 po spolu nije pokazala statistički značajne razlike.

Usporedba latencija jedenja 2, skladištenja i jedenja 1 po spolu nije pokazala statistički značajne razlike.

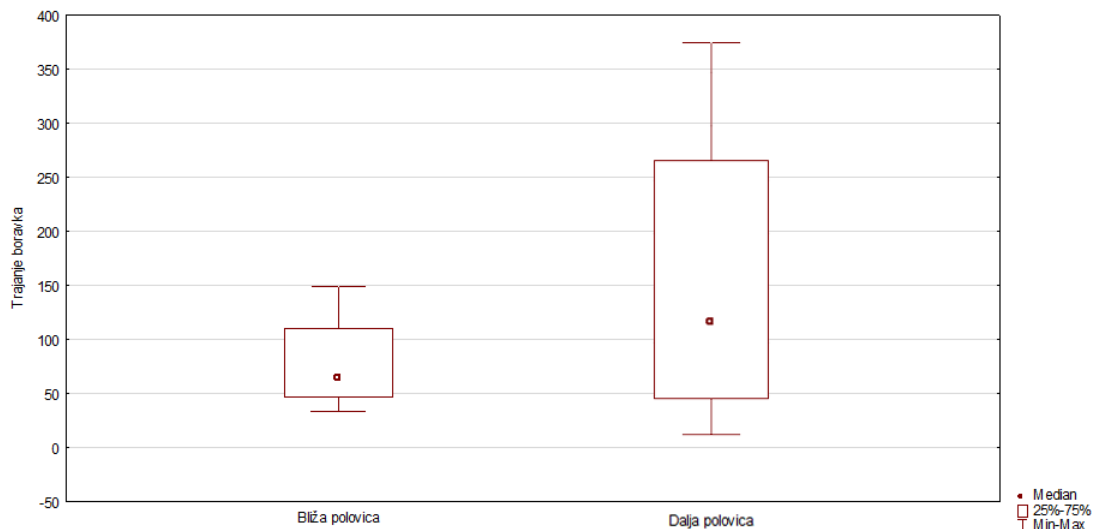
Usporedba trajanja boravka u daljoj polovici, direktnog kontakta s hranom 1 i 2, jedenja 1 hrane 1 i 2, jedenja 2 hrane 1 i 2, nošenja hrane 1, njušenja hrane 1 i 2, pogleda prema hrani 1 i 2, skladištenja hrane 1 i 2, virenja, kontakta zubima s hranom 1 i 2, trajanja istraživanja po spolu nije pokazala statistički značajne razlike.

## 3.2. Postav istovrsne hrane na jednakoj udaljenosti

### 3.2.1. Mužjakov boravak u prostoru

Prikazani slučajevi su statistički značajni ( $p < 0.05$ ) po  $\chi^2$ -testu za sljedeće latencije, frekvencije i trajanja ponašanja:

**Trajanje boravka (Slika 36)** mužjaka dinarskog voluhara u prisutnosti mirisa drugog mužjaka dinarskog voluhara je bilo duže u daljoj polovici istraživačkog terarija ( $df=1$ ,  $8.01$ ,  $p=0.0047$ ).



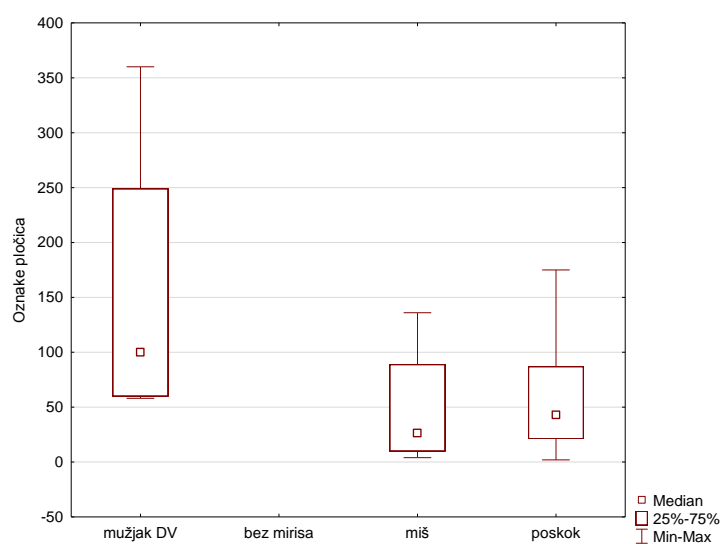
**Slika 36.** Usporedba trajanja boravka mužjaka dinarskog voluhara u bližoj i daljoj polovici kod postava prezentiranog mirisa mužjaka dinarskog voluhara. Na osi x su prikazane bliža i dalja polovica istraživačkog terarija. Os y prikazuje trajanje boravka dinarskog voluhara u bližoj i daljoj polovici izraženo u sekundama.

Usporedba frekvencija boravka u bližoj i daljoj polovici nije pokazala statistički značajne razlike.

### 3.2.2. Odabir hrane i ponašanje ovisno o prezentiranim olfaktornim signalima (mirisima) kod mužjaka dinarskog voluhara

Prikazani slučajevi su statistički značajni ( $p < 0.05$ ) po  $\chi^2$ -testu za sljedeće latencije, frekvencije i trajanja ponašanja:

**Broj oznaka pločica (Slika 37)** kod mužjaka dinarskog voluhara bio je najveći u prisutnosti mirisa drugog mužjaka dinarskog voluhara, a najmanji u prisustvu mirisa miša ( $df=2$ , 24.45,  $p < 0.0001$ ).

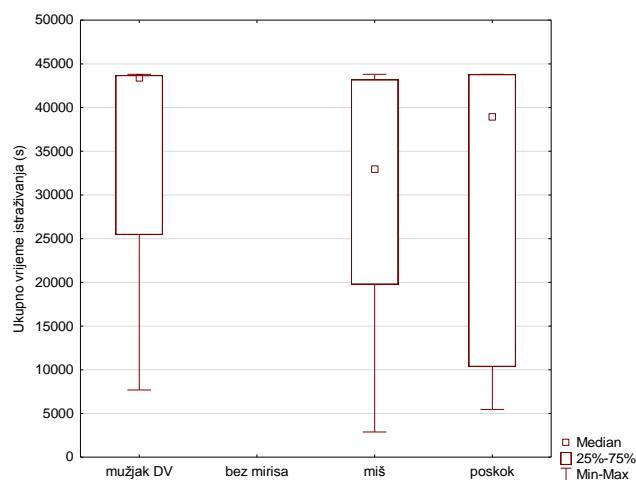


**Slika 37.** Usporedba broja oznaka urinom na pločicama u istraživačkom terariju kod mužjaka dinarskog voluhara po prezentiranom olfaktornom signalu. Os x prikazuje vrstu olfaktornog signala (mušjak dinarskog voluhara, miš i poskok). Os y prikazuje broj oznaka urina.

\*mušjak DV=mušjak dinarskog voluhara – vrijedi za sve grafove u radu

**Trajanje ukupnog vremena istraživanja (Slika 38)** kod mužjaka dinarskog voluhara bilo je najduže u prisutnosti mirisa drugog mužjaka dinarskog voluhara, a najmanje u prisustvu mirisa miša ( $df=2$ , 924603.1307,  $p < 0.0001$ ).

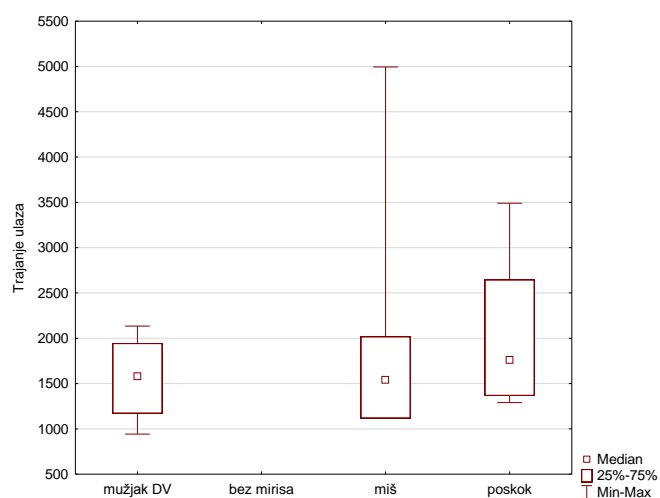




**Slika 38.** Usporedba trajanja ukupnog vremena istraživanja kod mužjaka dinarskog voluhara po prezentiranom olfaktornom signalu. Os x prikazuje olfaktorne signale (mušjak dinarskog voluhara, miš i poskok). Os y prikazuje trajanje ukupnog vremena istraživanja izraženo u sekundama.

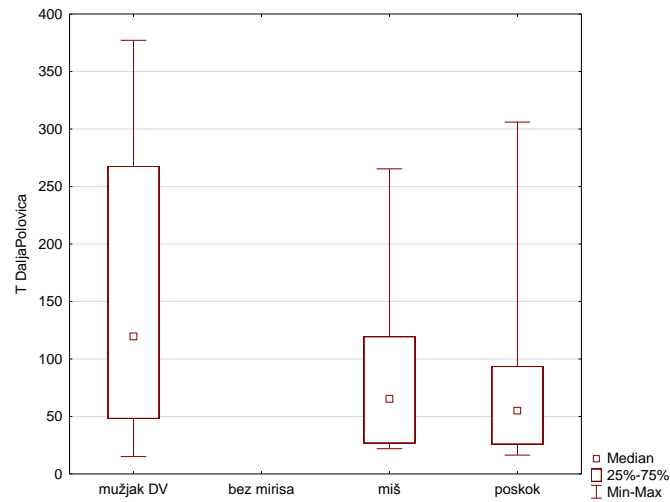
**Trajanje kontakta s daljom jabukom (hrana 2)** kod mužjaka dinarskog voluhara bilo je najduže u prisutnosti mirisa drugog dinarskog voluhara, a najmanje u prisustvu mirisa miša ( $df=2$ ,  $4.36$ ,  $p=0.0368$ ).

**Trajanje ukupnog vremena boravka u istraživačkom prostoru (=trajanje ulaza; Slika 39)** kod mužjaka dinarskog voluhara bilo je najduže u prisutnosti mirisa poskoka, a najmanje u prisutnosti mirisa miša ( $df=2$ ,  $8.0904$ ,  $p=0.0175$ ).



**Slika 39.** Usporedba trajanja ukupnog vremena boravka u istraživačkom prostoru kod mužjaka dinarskog voluhara po prezentiranom olfaktornom signalu. Os x prikazuje olfaktorne signale (mušjak dinarskog voluhara, miš i poskok). Os y prikazuje trajanje ukupnog vremena boravka u istraživačkom prostoru.

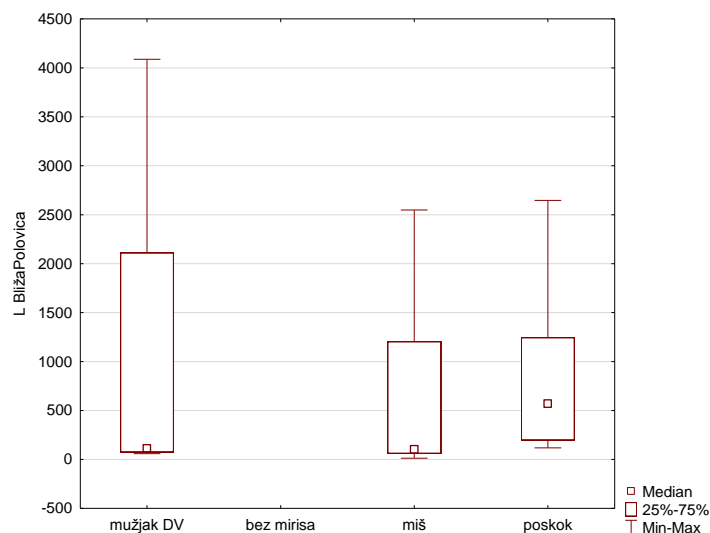
**Trajanje boravka u daljoj polovici (Slika 40)** istraživačkog terarija kod mužjaka dinarskog voluhara bilo je najduže u prisutnosti mirisa drugog dinarskog voluhara, a najmanje u prisutnosti mirisa poskoka ( $df=2$ ,  $14.1814$ ,  $p=0.0008$ ).



**Slika 40.** Usporedba trajanja boravka u daljoj polovici istraživačkog terarija kod mužjaka dinarskog voluhara po prezentiranom olfaktornom signalu. Os x prikazuje olfaktorne signale (mušjak dinarskog voluhara, miš i poskok). Os y prikazuje trajanje boravka u daljoj polovici izraženo u sekundama.

**Trajanje jedenja 2 (jedenje na hrpi) dalje jabuke (hrana 2)** kod mužjaka dinarskog voluhara bilo je najduže u prisutnosti mirisa drugog dinarskog voluhara, a najmanje u prisutnosti mirisa poskoka ( $df=2$ ,  $27.89$ ,  $p<0.0001$ ).

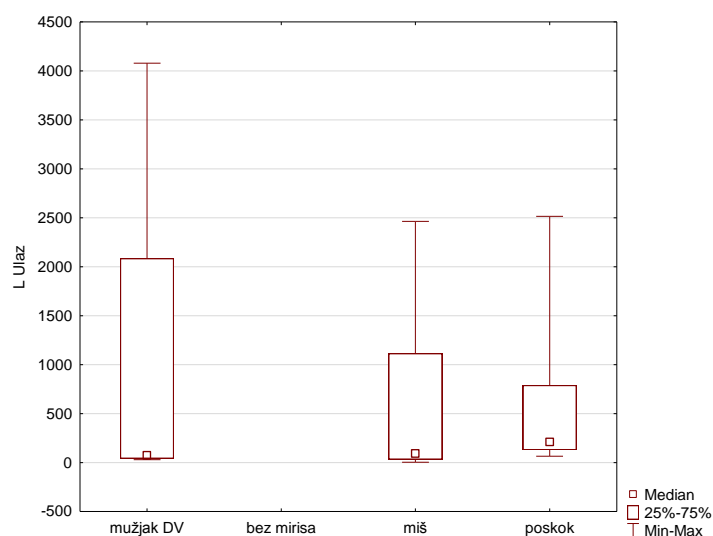
**Latencija do prvog ulaza u bližu polovicu (Slika 41)** istraživačkog terarija kod mužjaka dinarskog voluhara bila je najveća u prisutnosti mirisa poskoka, a najmanja u prisustvu mirisa miša ( $df=2$ ,  $244.18$ ,  $p<0.0001$ ).



**Slika 41.** Usporedba latencija do prvog ulaza u bližu polovicu istraživačkog terarija kod mužjaka dinarskog voluhara po prezentiranom olfaktornom signalu. Os x prikazuje olfaktorne signale (mužjak dinarskog voluhara, miš i poskok). Os y prikazuje trajanje latencije do prvog ulaza u bližu polovicu istraživačkog terarija izraženo u sekundama.

Nadalje, **latencija do prvog ulaza u dalju polovicu** istraživačkog terarija kod mužjaka dinarskog voluhara bila je najveća u prisutnosti mirisa poskoka, a najmanja u prisustvu mirisa miša ( $df=2$ ,  $167.24$ ,  $p<0.0001$ ). **Latencija do prvog virenja** kod mužjaka dinarskog voluhara bila je najveća u prisutnosti mirisa poskoka, a najmanja u prisustvu mirisa miša ( $df=2$ ,  $62.59$ ,  $p<0.0001$ ). **Latencija do prvog kontakta s bližom jabukom (hrana 1)** kod mužjaka dinarskog voluhara bila je najveća u prisutnosti mirisa poskoka, a najmanja u prisustvu mirisa miša ( $df=2$ ,  $244.18$ ,  $p<0.0001$ ). **Latencija do prvog kontakta s daljom jabukom (hrana 2)** kod mužjaka dinarskog voluhara bila je najveća u prisutnosti mirisa poskoka, a najmanja u prisustvu mirisa miša ( $df=2$ ,  $167.24$ ,  $p<0.0001$ ). **Latencija do prvog njušenja hrane** kod mužjaka dinarskog voluhara bila je najveća u prisutnosti mirisa poskoka, a najmanja u prisustvu mirisa miša ( $df=2$ ,  $199.55$ ,  $p<0.0001$ ).

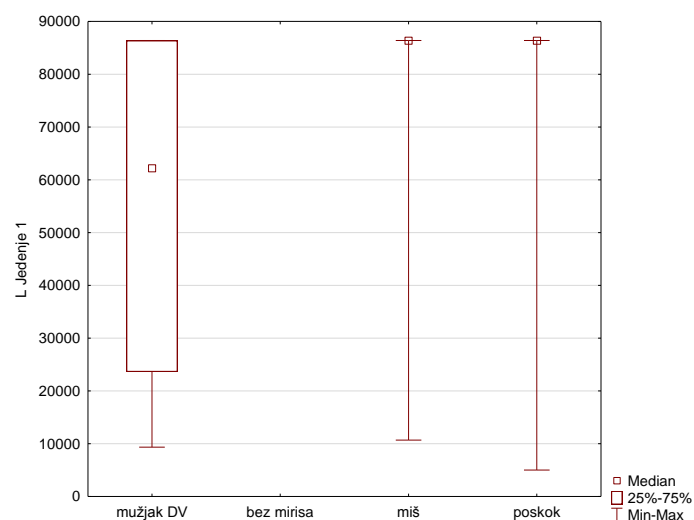
**Latencija do prvog ulaza (Slika 42)** u istraživački terarij kod mužjaka dinarskog voluhara bila je najveća u prisutnosti mirisa poskoka, a najmanja u prisustvu mirisa drugog dinarskog voluhara ( $df=2$ ,  $40.98$ ,  $p<0.0001$ ).



**Slika 42.** Usporedba latencija do prvog ulaza u istraživački terarija kod mužjaka dinarskog voluhara po prezentiranom olfaktornom signalu. Os x prikazuje olfaktorne signale (mužjak dinarskog voluhara, miš i poskok). Os y prikazuje trajanje latencije do prvog ulaza u istraživački terarij izraženo u sekundama.

Nadalje, **latencija do prvog ostavljanja hrane** kod mužjaka dinarskog voluhara bila je najveća u prisutnosti mirisa poskoka, a najmanja u prisustvu mirisa drugog dinarskog voluhara ( $df=2$ , 359.71,  $p<0.0001$ ). **Latencija do prvog direktnog kontakta** kod mužjaka dinarskog voluhara bila je najveća u prisutnosti mirisa poskoka, a najmanja u prisustvu mirisa drugog dinarskog voluhara ( $df=2$ , 762166.49,  $p<0.0001$ ). **Latencija do prvog kontakta zubima** kod mužjaka dinarskog voluhara bila je najveća u prisutnosti mirisa poskoka, a najmanja u prisustvu mirisa drugog dinarskog voluhara ( $df=2$ , 369.71,  $p<0.0001$ ). **Latencija do prvog jedenja 2 (jedenje nad hrpom)** kod mužjaka dinarskog voluhara bila je najveća u prisutnosti mirisa poskoka, a najmanja u prisustvu mirisa drugog dinarskog voluhara ( $df=2$ , 59924.92,  $p<0.0001$ ). **Latencija do prvog nošenja hrane** kod mužjaka dinarskog voluhara bila je najveća u prisutnosti mirisa poskoka, a najmanja u prisustvu mirisa drugog dinarskog voluhara ( $df=2$ , 367.51,  $p<0.0001$ ). **Latencija do prvog pogleda** prema hrani kod mužjaka dinarskog voluhara bila je najveća u prisutnosti mirisa poskoka, a najmanja u prisustvu mirisa drugog dinarskog voluhara ( $df=2$ , 544.32,  $p<0.0001$ ).

**Latencija do prvog jedenja 1 (jedenje bilo gdje u terariju; Slika 43)** kod mužjaka dinarskog voluhara bila je najmanja u prisutnosti mirisa drugog dinarskog voluhara ( $df=2$ , 261872295.13,  $p<0.0001$ ).



**Slika 43.** Usporedba latencija do prvog jedenja 1 (jedenje bilo gdje u terariju) kod mužjaka dinarskog voluhara po prezentiranom olfaktornom signalu. Os x prikazuje olfaktorne signale (mužjak dinarskog voluhara, miš i poskok). Os y prikazuje trajanje latencije do prvog do prvog jedenja 1 (jedenje bilo gdje u terariju) izraženo u sekundama.

Usporedba frekvencija ulaska u bližu i dalju polovicu, direktnog kontakta s hranom 1 i 2, kontakta s hranom 1 i 2, nošenja hrane 1 i 2, pogleda prema hrani 1 i 2, njušenja hrane 1 i 2, ostavljanja hrane 1 i 2, skladištenja hrane 1 i 2, virenja, ulaza, ostavljanja, kontakta sa zubima s hranom 1 i 2, jedenja 1 hrane 1 i 2, jedenja 2 hrane 1 i 2 po prezentiranim mirisima nije pokazala statistički značajne razlike.

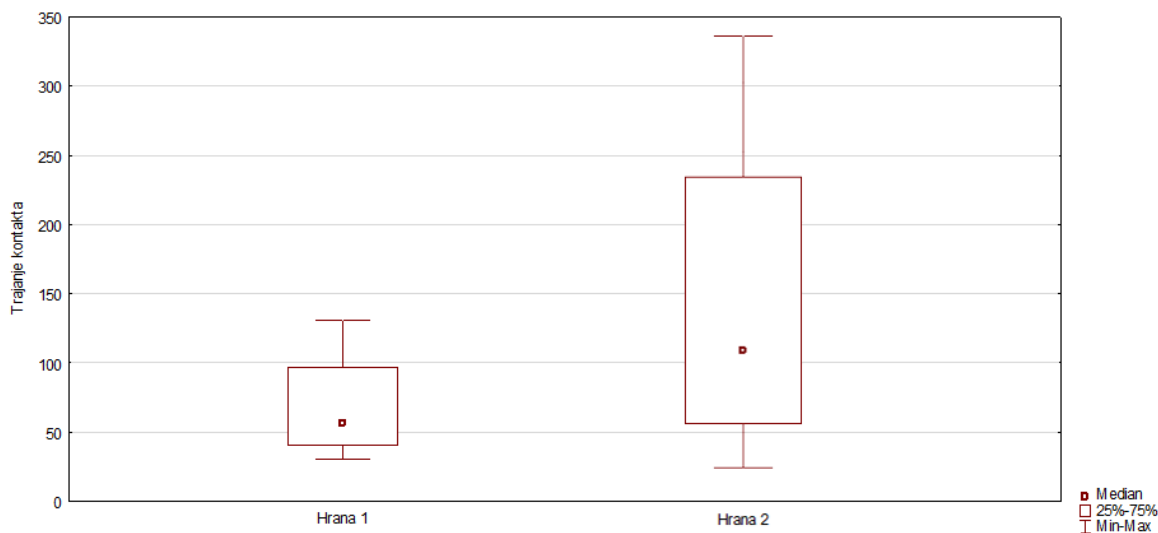
Usporedba latencija skladištenja po prezentiranim mirisima nije pokazala statistički značajne razlike.

Usporedba trajanja boravka u bližoj polovici, direktnog kontakta s hranom 1 i 2, hrane 1, jedenje 1 hrane 1 i 2, jedenje 2 hrane 1, nošenja hrane 1 i hrane 2, njušenja hrane 1 i hrane 2, pogleda prema hrani 1 i 2, skladištenja hrane 1 i 2, virenja, kontakta zubima s hranom 1 i 2 po prezentiranim mirisima nije pokazala statistički značajne razlike.

### 3.2.3. Usporedbe ponašanja ovisne o prezentiranoj hrani kod mužjaka dinarskog voluhara

Prikazani slučajevi su statistički značajni ( $p < 0.05$ ) po  $\chi^2$ -testu za sljedeća trajanja ponašanja:

**Trajanje kontakta (Slika 44)** u prisustvu mirisa drugog mužjaka dinarskog voluhara s daljom jabukom (hrana 2) kod mužjaka dinarskog voluhara je bilo dulje od trajanja kontakta s bližom jabukom (hrana 1;  $df=1, 8.65, p=0.0033$ ).



**Slika 44.** Usporedba trajanja kontakta mužjaka dinarskog voluhara s bližom jabukom (hrana1) i daljom jabukom (hrana 2) u prisustvu mirisa drugog mužjaka dinarskog voluhara. Na osi x su prikazane hrana 1 i hrana 2. Os y prikazuje trajanje kontakta izraženo u sekundama.

**Trajanje jedenja 2 (jedenje na hrpi)** u prisustvu mirisa drugog mužjaka dinarskog voluhara je bilo duže s daljom jabukom (hrana 2;  $df=1, 25.33, p<0.0001$ ) kod mužjaka dinarskog voluhara.

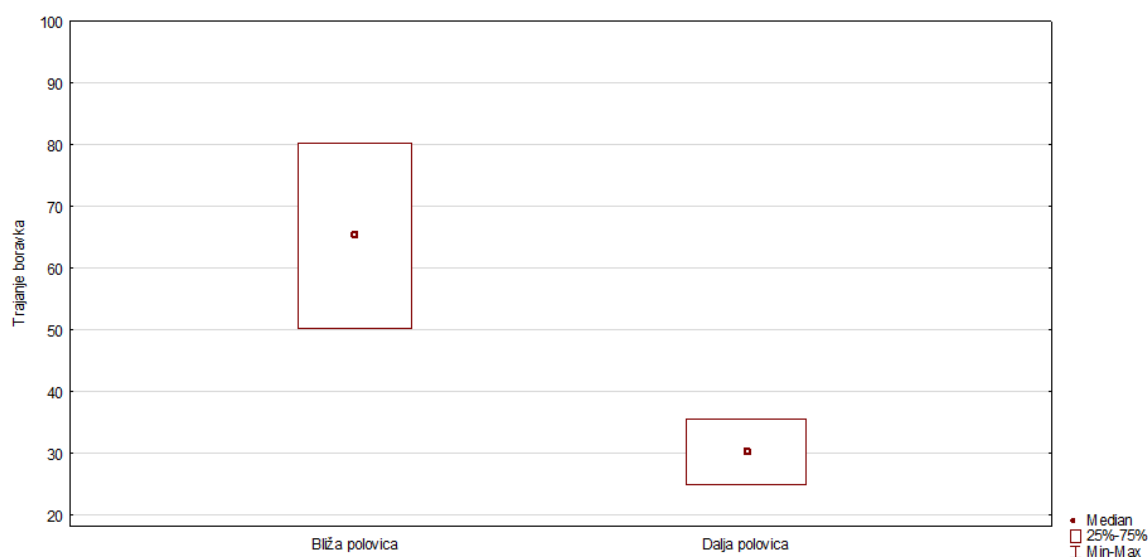
Usporedba frekvencija ulazaka u bližu i dalju polovicu, direktnog kontakta, kontakta s hranom 1 i 2, nošenja, pogleda, njušenja, ostavljanja, skladištenja, virenja, kontakta zubima, jedenja 1 i 2 po prezentiranoj hrani nije pokazala statistički značajne razlike.

Usporedba trajanja boravka u bližoj i daljoj polovici (mirisi miša i poskoka), direktnog kontakta, hrane 1 i 2 (mirisi miša i poskoka), jedenja 1, jedenja 2 (mirisi miša i poskoka), nošenja, njušenja, pogleda, skladištenja, kontakta sa zubima po prezentiranoj hrani nije pokazala statistički značajne razlike.

### 3.2.4. Ženkin boravak u prostoru

Prikazani slučajevi su statistički značajni ( $p < 0.05$ ) po  $\chi^2$ -testu za sljedeća trajanja ponašanja:

**Trajanje boravka (Slika 45)** ženke dinarskog voluhara u sezoni parenja bez prisutnosti mirisa je bilo duže u bližoj polovici istraživačkog terarija ( $df=1$ ,  $6.71$ ,  $p=0.0096$ ).



**Slika 45.** Usporedba trajanja boravka ženke dinarskog voluhara u sezoni parenja u bližoj i daljoj polovici kod postava bez prezentiranog mirisa. Na osi x prikazana je bliža i dalja polovica istraživačkog terarija. Os y prikazuje trajanje boravka dinarskog voluhara u bližoj i daljoj polovici izraženo u sekundama.

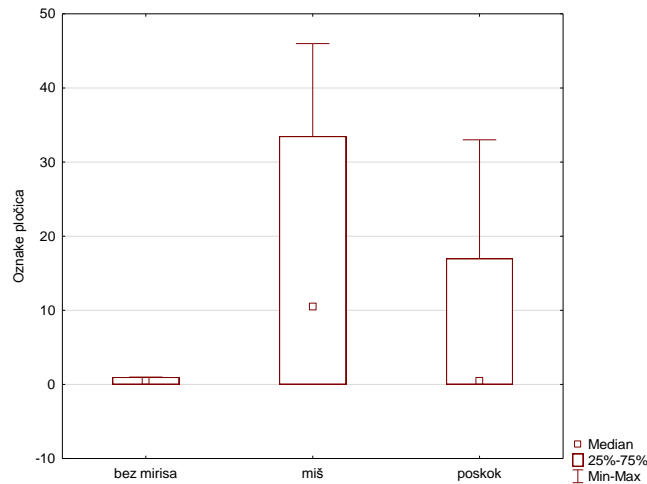
Usporedba frekvencija bliže i dalje polovice nije pokazala statistički značajne razlike.

### 3.2.5. Odabir hrane i ponašanje ovisno o prezentiranim olfaktornim signalima (mirisima) kod ženke dinarskog voluhara

Prikazani slučajevi su statistički značajni ( $p < 0.05$ ) po  $\chi^2$ -testu za sljedeće latencije i trajanja ponašanja:

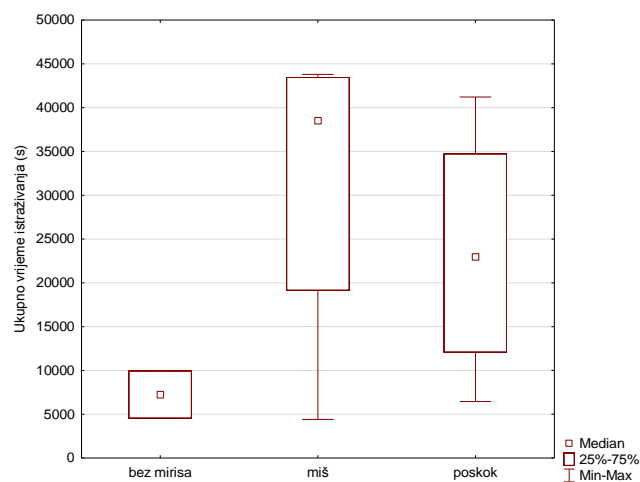
### Sezona parenja (ljetna sezona):

**Broj oznaka na pločicama (Slika 46)** kod ženke dinarskog voluhara bio je najveći u prisutnosti mirisa miša, dok je kod postava bez mirisa i kod mirisa poskoka, broj bio podjednak (df=2, 8.48, p=0.0144).



**Slika 46.** Usporedba broja oznaka urinom na pločicama u istraživačkom terariju kod ženke dinarskog voluhara po prezentiranom olfaktornom signalu. Os x prikazuje vrstu olfaktornog signala (bez mirisa, miš i poskok). Os y prikazuje broj oznaka urina.

**Trajanje ukupnog vremena istraživanja (Slika 47)** kod ženke dinarskog voluhara bilo je najduže u prisutnosti mirisa miša, a najkraće u postavu bez mirisa (df=2, 4277673.56, p<0.0001).

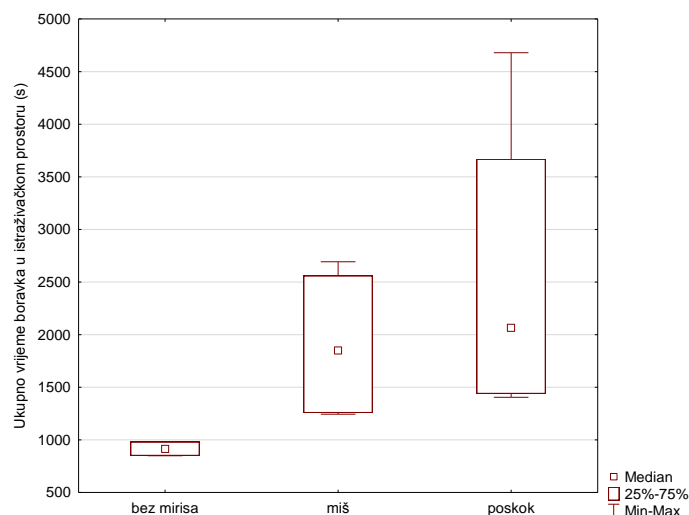


**Slika 47.** Usporedba trajanja ukupnog vremena istraživanja kod ženke dinarskog voluhara po prezentiranom olfaktornom signalu. Os x prikazuje olfaktorne signale (bez mirisa, miš i poskok). Os y prikazuje trajanje ukupnog vremena istraživanja izraženo u sekundama.



### Trajanje ukupnog vremena boravka u istraživačkom prostoru (=trajanje ulaza; Slika 48)

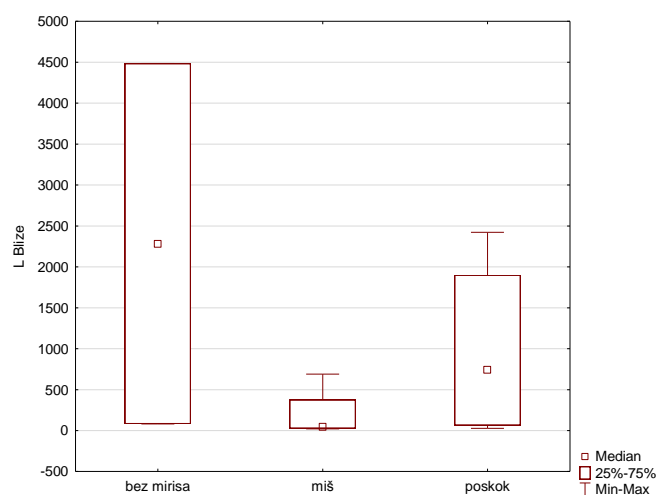
kod ženke dinarskog voluhara bilo je najduže u prisutnosti mirisa poskoka, a najmanje u postavu bez mirisa ( $df=2, 263.652, p<0.0001$ ).



**Slika 48.** Usporedba trajanja ukupnog vremena boravka u istraživačkom prostoru kod ženke dinarskog voluhara po prezentiranom olfaktornom signalu. Os x prikazuje olfaktorne signale (bez mirisa, miš i poskok). Os y prikazuje trajanje ukupnog vremena boravka u istraživačkom prostoru izraženo u sekundama.

### Latencija do prvog ulaza u bližu polovicu (Slika 49) istraživačkog terarija kod ženke

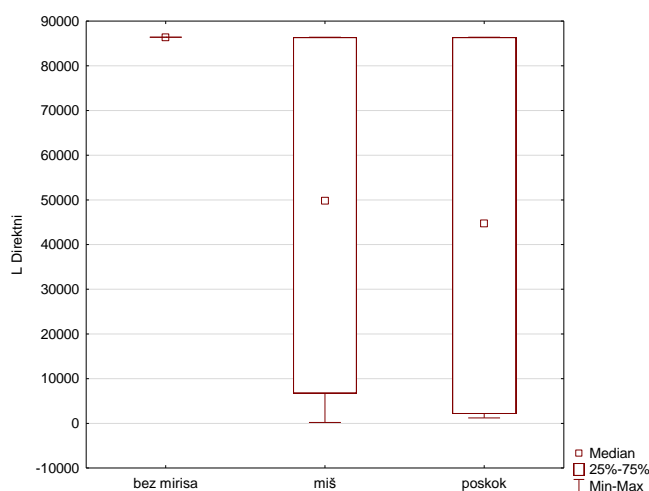
dinarskog voluhara bila je najveća u postavu bez mirisa, a najmanja u prisustvu mirisa miša ( $df=2, 1415.59, p<0.0001$ ).



**Slika 49.** Usporedba latencija do prvog ulaza u bližu polovicu istraživačkog terarija kod ženke dinarskog voluhara po prezentiranom olfaktornom signalu. Os x prikazuje olfaktorne signale (bez mirisa, miš i poskok). Os y prikazuje trajanje latencije do prvog ulaza u bližu polovicu istraživačkog terarija izraženo u sekundama.

Nadalje, **latencija do prvog ulaza u dalju polovicu** istraživačkog terarija kod ženke dinarskog voluhara bila je najveća u postavu bez mirisa, a najmanja u prisustvu mirisa miša ( $df=2$ , 1422.91,  $p<0.0001$ ). **Latencija do prvog virenja** kod ženke dinarskog voluhara bila je najveća u postavu bez mirisa, a najmanja u prisustvu mirisa miša ( $df=2$ , 1546.56,  $p<0.0001$ ). **Latencija do prvog ulaza** u istraživački terarij kod ženke dinarskog voluhara bila je najveća u postavu bez mirisa, a najmanja u prisustvu mirisa miša ( $df=2$ , 1450.72,  $p<0.0001$ ). **Latencija do prvog ostavljanja** hrane kod ženke dinarskog voluhara bila je najveća u postavu bez mirisa, a najmanja u prisustvu mirisa miša ( $df=2$ , 1254.99,  $p<0.0001$ ). **Latencija do prvog kontakta s bližom jabukom (hrana 1)** kod ženke dinarskog voluhara bila je najveća u postavu bez mirisa, a najmanja u prisustvu mirisa miša ( $df=2$ , 1415.94,  $p<0.0001$ ). **Latencija do prvog kontakta s daljom jabukom (hrana 2)** kod ženke dinarskog voluhara bila je najveća u postavu bez mirisa, a najmanja u prisustvu mirisa miša ( $df=2$ , 1419.77,  $p<0.0001$ ). **Latencija do prvog njušenja** kod ženke dinarskog voluhara bila je najveća u postavu bez mirisa, a najmanja u prisustvu mirisa miša ( $df=2$ , 1319.43,  $p<0.0001$ ). **Latencija do prvog kontakta zubima** kod ženke dinarskog voluhara bila je najveća u postavu bez mirisa, a najmanja u prisustvu mirisa miša ( $df=2$ , 1283.31,  $p<0.0001$ ). **Latencija do prvog pogleda** prema hrani kod ženke dinarskog voluhara bila je najveća u postavu bez mirisa, a najmanja u prisustvu mirisa miša ( $df=2$ , 550.22,  $p<0.0001$ ).

**Latencija do prvog direktnog kontakta (Slika 50)** kod ženke dinarskog voluhara bila je najveća u postavu bez mirisa, a najmanja u prisustvu mirisa poskoka ( $df=2$ , 4115581.45,  $p<0.0001$ ).



**Slika 50.** Usporedba trajanja latencija do prvog direktnog kontakta kod ženke dinarskog voluhara po prezentiranom olfaktornom signalu. Os x prikazuje olfaktorne signale (bez mirisa, miš i poskok). Os y prikazuje trajanje latencije do prvog direktnog kontakta izraženo u sekundama.

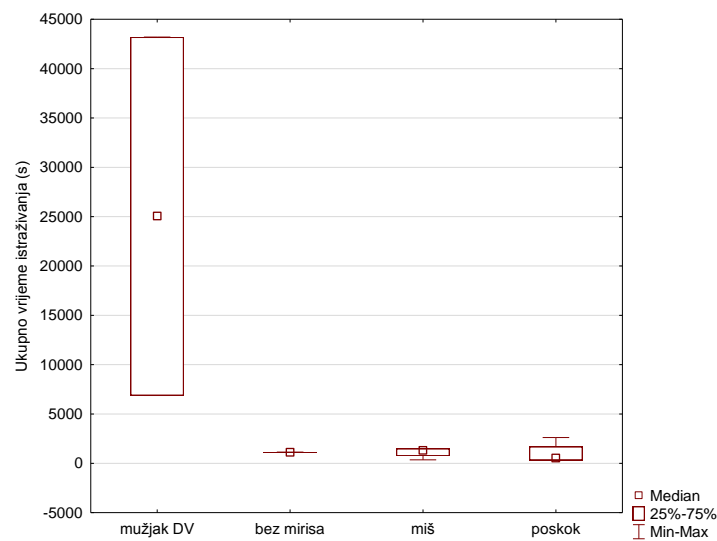
Usporedba frekvencija ulazaka u bližu i dalju polovicu, direktnog kontakta s hranom 1 i 2, kontakta s hranom 1 i 2, nošenja hrane 1 i 2, pogleda prema hrani 1 i 2, njušenja hrane 1 i 2, ostavljanje hrane 1 i 2, kontakta zubima s hranom 1 i 2, jedenje 1 hrane 1 i 2, jedenje 2 hrane 1 i 2, ulaza po olfaktornim signalima nije pokazala statistički značajne razlike.

Usporedba latencija jedenja 2, skladištenja i jedenja 1 po olfaktornim signalima nije pokazala statistički značajne razlike.

Usporedba trajanja direktnog kontakta s hranom 1 i 2, jedenja 1 hrane 1 i 2, nošenja hrane 1 i 2, pogleda prema hrani 1 i 2, skladištenja hrane 1 i 2, virenja, kontakta zubima s hranom 1 i 2, boravka u bližoj i daljoj polovici, hrane 1 i hrane 2, jedenja 2 hrane 1 i hrane 2, njušenja hrane 1 i hrane 2 po olfaktornim signalima nije pokazala statistički značajne razlike.

#### **Van sezone parenja (zimski sezona):**

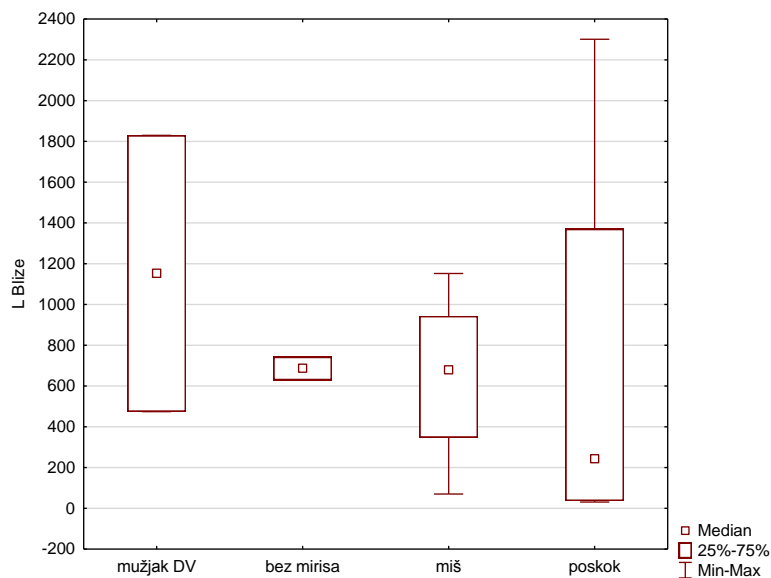
**Trajanje ukupnog vremena istraživanja (Slika 51)** kod ženke dinarskog voluhara bilo je najduže u prisutnosti mirisa mužjaka dinarskog voluhara, a najkraće u prisustvu mirisa poskoka (df=3, 23827.1288, p<0.0001).



**Slika 51.** Usporedba trajanja ukupnog vremena istraživanja kod ženke dinarskog voluhara po prezentiranom olfaktornom signalu. Os x prikazuje olfaktorne signale (mužjak dinarskog voluhara, bez mirisa, miš i poskok). Os y prikazuje trajanje ukupnog vremena istraživanja izraženo u sekundama.

**Trajanje ukupnog vremena boravka u istraživačkom prostoru (=trajanje ulaza)** kod ženke dinarskog voluhara bilo je najduže u prisutnosti mirisa mužjaka dinarskog voluhara, a najkraće u prisustvu mirisa poskoka (df=3, 661.0905, p<0.0001).

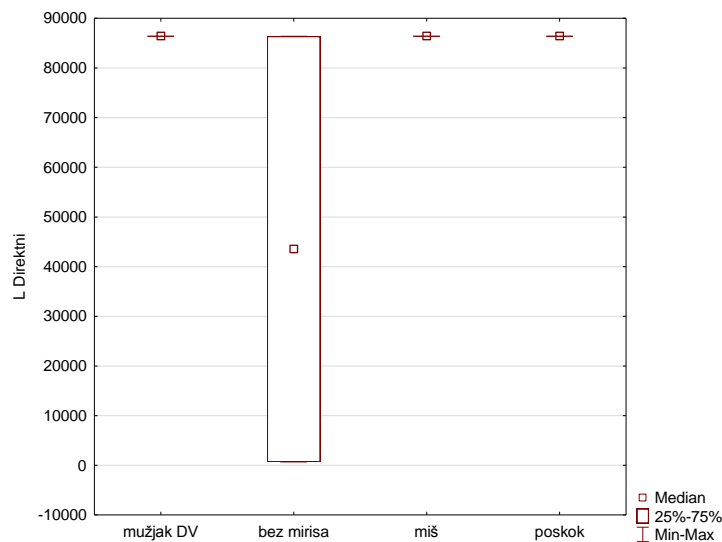
**Latencija do prvog ulaza u bližu polovicu (Slika 52)** istraživačkog terarija kod ženke dinarskog voluhara bila je najveća u prisutnosti mirisa mužjaka dinarskog voluhara, a najmanja u prisustvu mirisa poskoka ( $df=3$ ,  $331.34$ ,  $p<0.0001$ ).



**Slika 52.** Usporedba latencija do prvog ulaza u bližu polovicu istraživačkog terarija kod ženke dinarskog voluhara po prezentiranom olfaktornom signalu. Os x prikazuje olfaktorne signale (mužjak dinarskog voluhara, bez mirisa, miš i poskok). Os y prikazuje trajanje latencije do prvog ulaza u bližu polovicu istraživačkog terarija izraženo u sekundama.

Nadalje, **latencija do prvog ulaza u dalju polovicu** istraživačkog terarija kod ženke dinarskog voluhara bila je najveća u prisutnosti mirisa mužjaka dinarskog voluhara, a najmanja u prisustvu mirisa poskoka ( $df=3$ ,  $332.66$ ,  $p<0.0001$ ). **Latencija do prvog virenja** kod ženke dinarskog voluhara bila je najveća u prisutnosti mirisa mužjaka dinarskog voluhara, a najmanja u prisustvu mirisa poskoka ( $df=3$ ,  $299.75$ ,  $p<0.0001$ ). **Latencija do prvog ulaza** u istraživački terarij kod ženke dinarskog voluhara bila je najveća u prisutnosti mirisa mužjaka dinarskog voluhara, a najmanja u prisustvu mirisa poskoka ( $df=3$ ,  $300.40$ ,  $p<0.0001$ ). **Latencija do prvog kontakta s bližom jabukom (hrana 1)** kod ženke dinarskog voluhara bila je najveća u prisutnosti mirisa mužjaka dinarskog voluhara, a najmanja u prisustvu mirisa poskoka ( $df=3$ ,  $228.55$ ,  $p<0.0001$ ). **Latencija do prvog kontakta s daljom jabukom (hrana 2)** kod ženke dinarskog voluhara bila je najveća u prisutnosti mirisa mužjaka dinarskog voluhara, a najmanja u prisustvu mirisa poskoka ( $df=3$ ,  $332.66$ ,  $p<0.0001$ ). **Latencija do prvog njušenja** hrane kod ženke dinarskog voluhara bila je najveća u prisutnosti mirisa mužjaka dinarskog voluhara, a najmanja u prisustvu mirisa poskoka ( $df=3$ ,  $330.90$ ,  $p<0.0001$ ).

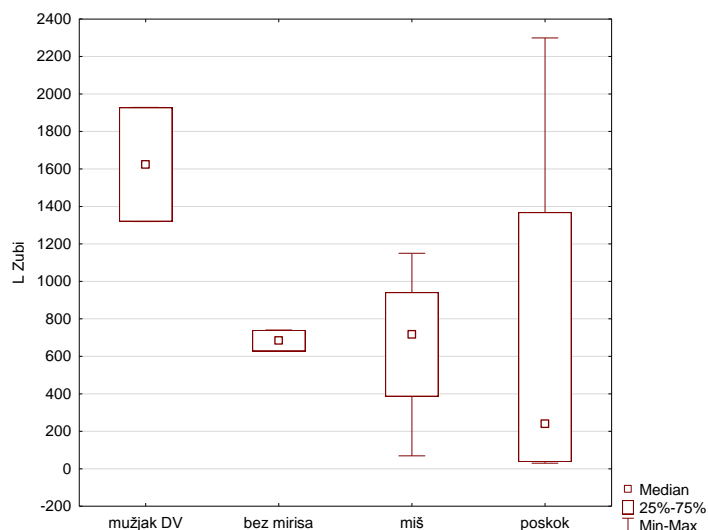
**Latencija do prvog direktnog kontakta (Slika 53)** kod ženke dinarskog voluhara bila je najmanja u postavu bez mirisa, dok je kod prisustva mirisa mužjaka dinarskog voluhara, poskoka i miša latencija bila jednaka ( $df=3$ ,  $14606928.90$ ,  $p<0.0001$ ).



**Slika 53.** Usporedba trajanja latencija do prvog direktnog kontakta kod ženke dinarskog voluhara po prezentiranom olfaktornom signalu. Os x prikazuje olfaktorne signale (mužjak dinarskog voluhara, bez mirisa, miš i poskok). Os y prikazuje trajanje latencije do prvog direktnog kontakta izraženo u sekundama.

**Latencija do prvog pogleda** prema hrani kod ženke dinarskog voluhara bila je najmanja u postavu bez mirisa, dok je kod prisustva mirisa mužjaka dinarskog voluhara, poskoka i miša latencija bila jednaka ( $df=3$ ,  $14531319.52$ ,  $p<0.0001$ ).

**Latencija do prvog kontakta zubima (Slika 54)** kod ženke dinarskog voluhara bila je najveća u prisustvu mirisa mužjaka dinarskog voluhara, a najmanja u prisustvu mirisa poskoka ( $df=3$ ,  $598.69$ ,  $p<0.0001$ ).



**Slika 54.** Usporedba trajanja latencija do prvog kontakta zubima kod ženke dinarskog voluhara po prezentiranom olfaktornom signalu. Os x prikazuje olfaktorne signale (mužjak dinarskog voluhara, bez mirisa, miš i poskok). Os y prikazuje trajanje latencije do prvog kontakta zubima izraženo u sekundama.

**Latencija do prvog nošenja** hrane kod ženke dinarskog voluhara bila je najveća u prisustvu mirisa mužjaka dinarskog voluhara, a najmanja u prisustvu mirisa poskoka ( $df=3$ ,  $797.04$ ,  $p<0.0001$ ). **Latencija do prvog ostavljanja** hrane kod ženke dinarskog voluhara bila je najveća u prisustvu mirisa mužjaka dinarskog voluhara, a najmanja u prisustvu mirisa poskoka ( $df=3$ ,  $801.98$ ,  $p<0.0001$ ).

Usporedba frekvencija ulazaka u bližu i dalju polovicu, direktnog kontakta s hranom 1 i 2, kontakta s hranom 1 i 2, nošenja hrane 1 i 2, pogleda prema hrani 1 i 2, njušenja hrane 1 i 2, ostavljanje hrane 1 i 2, kontakta zubima s hranom 1 i 2, jedenje 1 hrane 1 i 2, jedenje 2 hrane 1 i 2, ulaza po olfaktornim signalima nije pokazala statistički značajne razlike.

Usporedba latencija jedenja 2, jedenja 1 i skladištenja po olfaktornim signalima nije pokazala statistički značajne razlike.

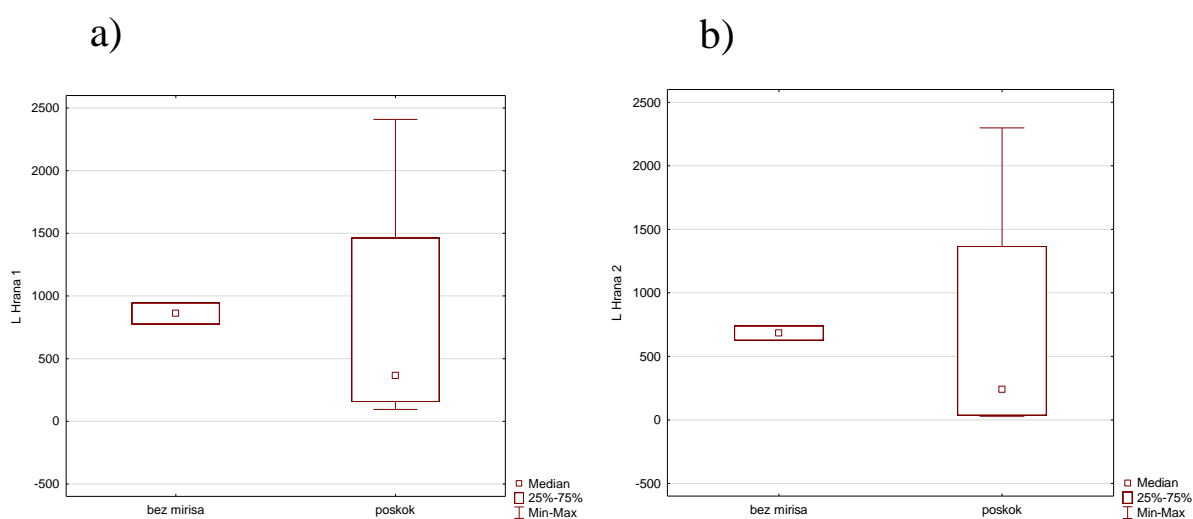
Usporedba trajanja direktnog kontakta s hranom 1 i 2, jedenja 1 hrane 1 i 2, nošenja hrane 1 i 2, pogleda prema hrani 1 i 2, skladištenja hrane 1 i 2, virenja, kontakta zubima s hranom 1 i 2, boravka u bližoj i daljoj polovici, hrane 1 i 2, jedenja 2 hrane 1 i 2, njušenja hrane 1 i 2 po olfaktornim signalima nije pokazala statistički značajne razlike.

Broj oznaka urina nije pokazao statistički značajnu razliku.

### 3.2.6. Usporedbe ponašanja ovisne o prezentiranoj hrani kod ženke dinarskog voluhara

Prikazani slučajevi su statistički značajni ( $p < 0.05$ ) po  $\chi^2$ -testu za sljedeće latencije ponašanja:

**Latencija do prvog kontakta s bližom jabukom (hrana 1, Slika 55a)** kod ženke dinarskog voluhara van sezone parenja je u postavu bez prezentiranog mirisa ( $df=1$ ,  $10.06$ ,  $p=0.0015$ ) i u postavu s mirisom poskoka ( $df=1$ ,  $13.06$ ,  $p=0.0003$ ) bila veća od latencije do prvog kontakta s daljom jabukom (hrana 2; **Slika 55b**).



**Slika 55.** Usporedba trajanja latencija do prvog kontakta s a) bližom jabukom (hrana 1) i b) daljom jabukom (hrana 2) kod ženke dinarskog voluhara van sezone parenja po olfaktornim signalima. Os x prikazuje prezentirane olfaktorne signale (miš, poskok). Os y prikazuje trajanje latencije izraženo u sekundama.

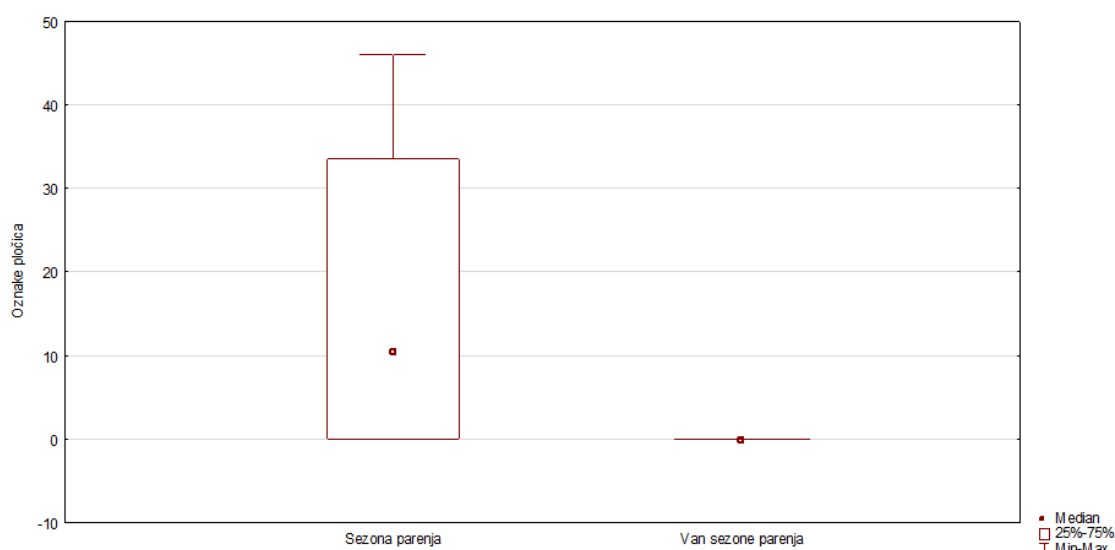
Usporedba frekvencija direktnog kontakta, hrane 1 i 2, nošenja, pogleda, njušenja, ostavljanja, skladištenja, virenja, kontakta zubima, jedenja 1 i 2, bliže i dalje polovice po prezentiranoj hrani nije pokazala statistički značajne razlike.

Usporedba trajanja direktnog kontakta, jedenja 1, nošenja, pogleda, skladištenja, virenja, kontakta zubima, hrane 1 i 2, njušenja po prezentiranoj hrani nije pokazala statistički značajne razlike.

### 3.2.7. Odabir hrane i ponašanje ovisno o sezoni kod ženki dinarskog voluhara

Prikazani slučajevi su statistički značajni ( $p < 0.05$ ) po  $\chi^2$ -testu za sljedeće frekvencije, latencije i trajanja ponašanja:

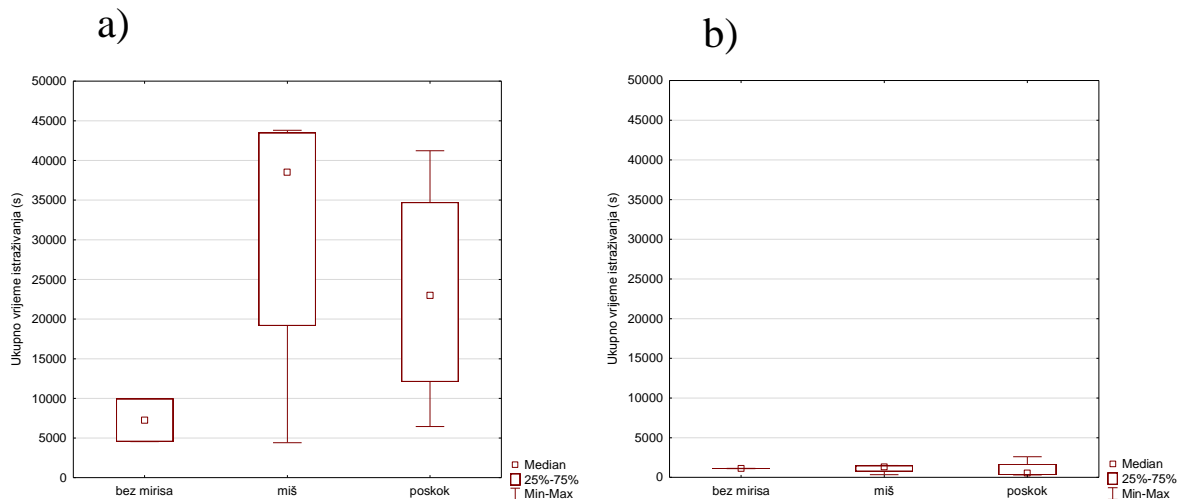
**Broj oznaka pločica (Slika 56)** kod ženki dinarskog voluhara u prisustvu mirisa miša je bio veći u sezoni parenja ( $df=1$ ,  $7.44$ ,  $p=0.0064$ ).



**Slika 56.** Usporedba broja oznaka pločica kod ženke dinarskog voluhara u prisustvu mirisa miša po sezoni parenja i van sezone parenja. Os x prikazuje sezone. Os y prikazuje broj oznaka pločica.

**Trajanje ukupnog vremena istraživanja (Slika 57)** kod ženke dinarskog voluhara u postavu bez mirisa ( $df=1$ ,  $2586.83$ ,  $p < 0.0001$ ), u postavu s mirisom miša ( $df=1$ ,  $22233.8$ ,  $p < 0.0001$ ) i u postavu s mirisom poskoka ( $df=1$ ,  $13835.6$ ,  $p < 0.0001$ ) je bilo duže u sezoni parenja.

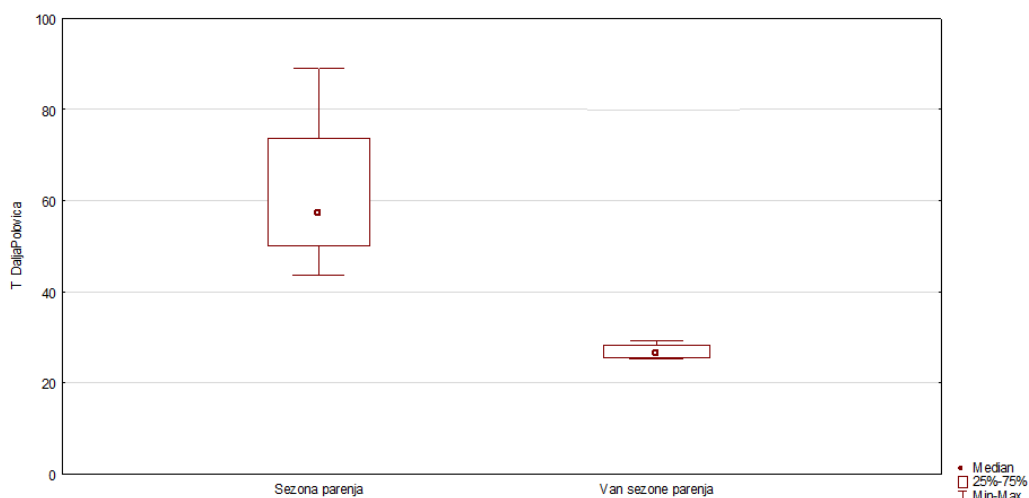




**Slika 57.** Usporedba trajanja ukupnog istraživanja kod ženke dinarskog voluhara po a) sezoni parenja i b) van sezone parenja. Os x prikazuje prezentirane mirise (bez mirisa, miš, poskok). Os y prikazuje trajanje ukupnog istraživanja izraženo u sekundama.

**Trajanje ukupnog vremena boravka u istraživačkom prostoru (=trajanje ulaza)** kod ženke dinarskog voluhara u postavu bez mirisa ( $df=1, 230.44, p<0.0001$ ), u postavu s mirisom miša ( $df=1, 742.19, p<0.0001$ ) i u postavu s mirisom poskoka ( $df=1, 1012.14, p<0.0001$ ) je bilo duže u sezoni parenja.

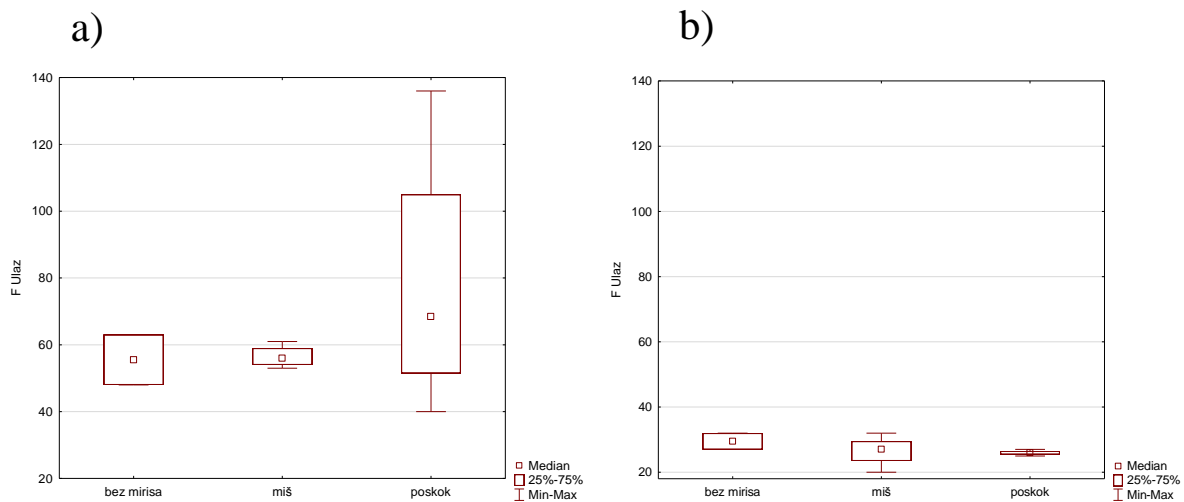
**Trajanje boravka u daljoj polovici (Slika 58)** kod ženke dinarskog voluhara u prisutnosti mirisa poskoka je bilo dulje u sezoni parenja ( $df=1, 5.53, p=0.0187$ ).



**Slika 58.** Usporedba trajanja boravka u daljoj polovici kod ženke dinarskog voluhara u prisutnosti mirisa poskoka u sezoni parenja i van sezone parenja. Os x prikazuje sezone. Os y prikazuje trajanje boravka u daljoj polovici izraženo u sekundama.

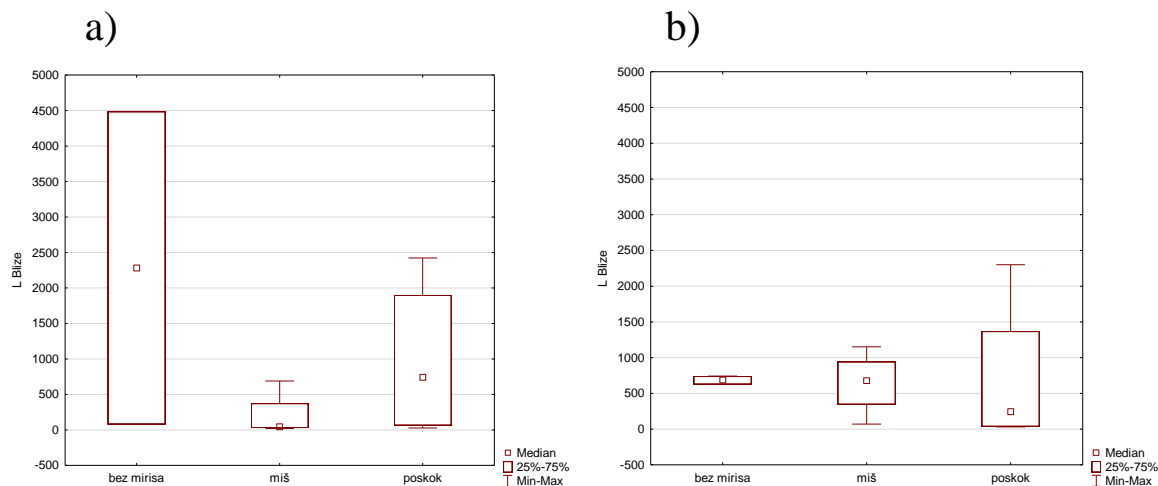
**Trajanje kontakta s bližom jabukom (hrana 1)** kod ženke dinarskog voluhara u prisutnosti mirisa poskoka je bilo dulje u sezoni parenja ( $df=1$ ,  $4.36$ ,  $p=0.0368$ ). **Trajanje kontakta s daljom jabukom (hrana 2)** kod ženke dinarskog voluhara u prisutnosti mirisa poskoka je bilo dulje u sezoni parenja ( $df=1$ ,  $4.51$ ,  $p=0.0337$ ). **Trajanje njušenja dalje jabuke (hrana 2)** kod ženke dinarskog voluhara u prisutnosti mirisa poskoka je bilo dulje u sezoni parenja ( $df=1$ ,  $5.58$ ,  $p=0.0182$ ).

**Frekvencija ulaza (Slika 59)** u istraživački terarij u postavu bez mirisa ( $df=1$ ,  $4.02$ ,  $p=0.0449$ ), u postavu s mirisom miša ( $df=1$ ,  $5.26$ ,  $p=0.0219$ ) i u postavu s mirisom poskoka ( $df=1$ ,  $10.30$ ,  $p=0.0013$ ) je bila duža u sezoni parenja.



**Slika 59.** Usporedba frekvencija ulaza u istraživački terarij kod ženke dinarskog voluhara po a) sezoni parenja i b) van sezone parenja. Os x predstavlja prezentirane olfaktorne signale. Os y predstavlja broj ulazaka u istraživački terarij.

**Latencija do prvog ulaska u bližu polovicu (Slika 60)** istraživačkog terarija kod ženke dinarskog voluhara u postavu bez mirisa ( $df=1$ ,  $463.06$ ,  $p<0.0001$ ) i u postavu s mirisom poskoka ( $df=1$ ,  $135.80$ ,  $p<0.0001$ ) je bila veća u sezoni parenja, a u postavu s mirisom miša ( $df=1$ ,  $339.38$ ,  $p<0.0001$ ) je bila veća van sezone parenja.

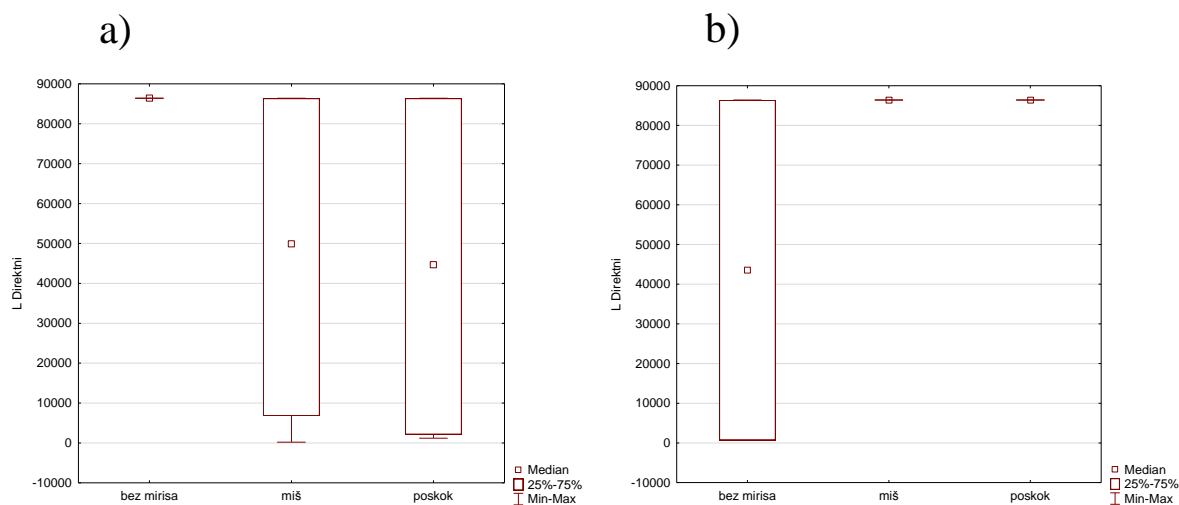


**Slika 60.** Usporedba trajanja latencija do prvog ulaska u bližu polovicu istraživačkog terarija kod ženke dinarskog voluhara po a) sezoni parenja i b) van sezone parenja. Os x prikazuje prezentirane olfaktorne signale (bez mirisa, miš i poskok). Os y prikazuje trajanje latencija do prvog ulaska u bližu polovicu istraživačkog terarija izraženo u sekundama.

Nadalje, **latencija do prvog ulaska u dalju polovicu** istraživačkog terarija kod ženke dinarskog voluhara u postavu bez mirisa ( $df=1, 478.09, p<0.0001$ ) i u postavu s mirisom poskoka ( $df=1, 165.23, p<0.0001$ ) je bila veća u sezoni parenja, a u postavu s mirisom miša ( $df=1, 328.58, p<0.0001$ ) je bila veća van sezone parenja. **Latencija do prvog virenja** kod ženke dinarskog voluhara u postavu bez mirisa ( $df=1, 459.19, p<0.0001$ ) i u postavu s mirisom poskoka ( $df=1, 684.13, p<0.0001$ ) je bila veća u sezoni parenja, a u postavu s mirisom miša ( $df=1, 358.11, p<0.0001$ ) je bila veća van sezone parenja. **Latencija do prvog ulaza** u istraživački terarij kod ženke dinarskog voluhara u postavu bez mirisa ( $df=1, 458.47, p<0.0001$ ) i u postavu s mirisom poskoka ( $df=1, 112.70, p<0.0001$ ) je bila veća u sezoni parenja, a u postavu s mirisom miša ( $df=1, 351.55, p<0.0001$ ) je bila veća van sezone parenja. **Latencija do prvog ostavljanja** hrane kod ženke dinarskog voluhara u postavu bez mirisa ( $df=1, 496.58, p<0.0001$ ) i u postavu s mirisom poskoka ( $df=1, 487.13, p<0.0001$ ) je bila veća u sezoni parenja, a u postavu s mirisom miša ( $df=1, 222.19, p<0.0001$ ) je bila veća van sezone parenja. **Latencija do prvog kontakta s bližom jabukom (hrana 1)** kod ženke dinarskog voluhara u postavu bez mirisa ( $df=1, 339.58, p<0.0001$ ) i u postavu s mirisom poskoka ( $df=1, 65.81, p<0.0001$ ) je bila veća u sezoni parenja, a u postavu s mirisom miša ( $df=1, 354.22, p<0.0001$ ) je bila veća van sezone parenja. **Latencija do prvog kontakta s daljom jabukom (hrana 2)** kod ženke dinarskog voluhara u postavu bez mirisa ( $df=1, 478.09, p<0.0001$ ) i u postavu s mirisom poskoka ( $df=1, 173.85, p<0.0001$ ) je bila veća u sezoni parenja, a u postavu s mirisom miša ( $df=1, 328.58, p<0.0001$ ) je bila veća van sezone parenja. **Latencija do prvog njušenja**

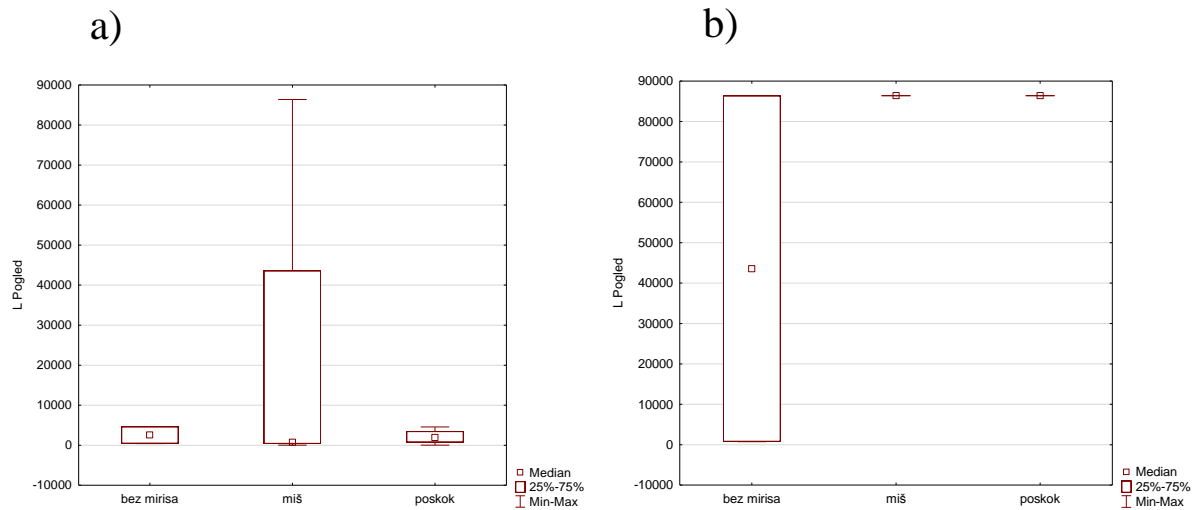
hrane kod ženke dinarskog voluhara u postavu bez mirisa ( $df=1, 450.66, p<0.0001$ ) i u postavu s mirisom poskoka ( $df=1, 136.91, p<0.0001$ ) je bila veća u sezoni parenja, a u postavu s mirisom miša ( $df=1, 265.36, p<0.0001$ ) je bila veća van sezone parenja. **Latencija do prvog kontakta zubima** kod ženke dinarskog voluhara u postavu bez mirisa ( $df=1, 501.05, p<0.0001$ ) i u postavu s mirisom poskoka ( $df=1, 492.71, p<0.0001$ ) je bila veća u sezoni parenja, a u postavu s mirisom miša ( $df=1, 234.92, p<0.0001$ ) je bila veća van sezone parenja. **Latencija do prvog nošenja** hrane kod ženke dinarskog voluhara u postavu bez mirisa ( $df=1, 500.28, p<0.0001$ ) i u postavu s mirisom poskoka ( $df=1, 493.38, p<0.0001$ ) je bila veća u sezoni parenja, a u postavu s mirisom miša ( $df=1, 235.57, p<0.0001$ ) je bila veća van sezone parenja.

**Latencija do prvog direktnog kontakta (Slika 61)** istraživačkog terarija kod ženke dinarskog voluhara u postavu s mirisom miša ( $df=1, 4991.91, p<0.0001$ ) i u postavu s mirisom poskoka ( $df=1, 6802.46, p<0.0001$ ) je bila veća van sezone parenja, a u postavu bez mirisa ( $df=1, 7266.64, p<0.0001$ ) je bila veća u sezoni parenja.



**Slika 61.** Usporedba trajanja latencija do prvog direktnog kontakta kod ženke dinarskog voluhara po a) sezoni parenja i b) van sezone parenja. Os x prikazuje prezentirane olfaktorne signale (bez mirisa, miš i poskok). Os y prikazuje trajanje latencija do prvog direktnog kontakta izraženo u sekundama.

**Latencija do prvog pogleda (Slika 62)** prema hrani kod ženke dinarskog voluhara u postavu bez mirisa ( $df=1, 22740.3, p<0.0001$ ), u postavu s mirisom miša ( $df=1, 55447.5, p<0.0001$ ) i u postavu s mirisom poskoka ( $df=1, 52250.9, p<0.0001$ ) je bila duža van sezone parenja.



**Slika 62.** Usporedba trajanja latencija do prvog pogleda kod ženke dinarskog voluhara po a) sezoni parenja i b) van sezone parenja. Os x prikazuje prezentirane olfaktorne signale (bez mirisa, miš i poskok). Os y prikazuje trajanje latencija do prvog pogleda izraženo u sekundama.

Usporedba frekvencija direktnog kontakta s hranom 1 i 2, hrane 1 i 2, nošenja hrane 1 i 2, pogleda hrane 1 i 2, njušenja hrane 1 i 2, ostavljanja hrane 1 i 2, skladištenja hrane 1 i 2, virenja, kontakta zubima s hranom 1 i 2, jedenja 1 hrane 1 i 2, jedenja 2 hrane 1 i 2, bliže i dalje polovice po sezoni nije pokazala statistički značajne razlike.

Usporedba latencija jedenja 2, skladištenja i jedenja 1 po sezoni nije pokazala statistički značajne razlike.

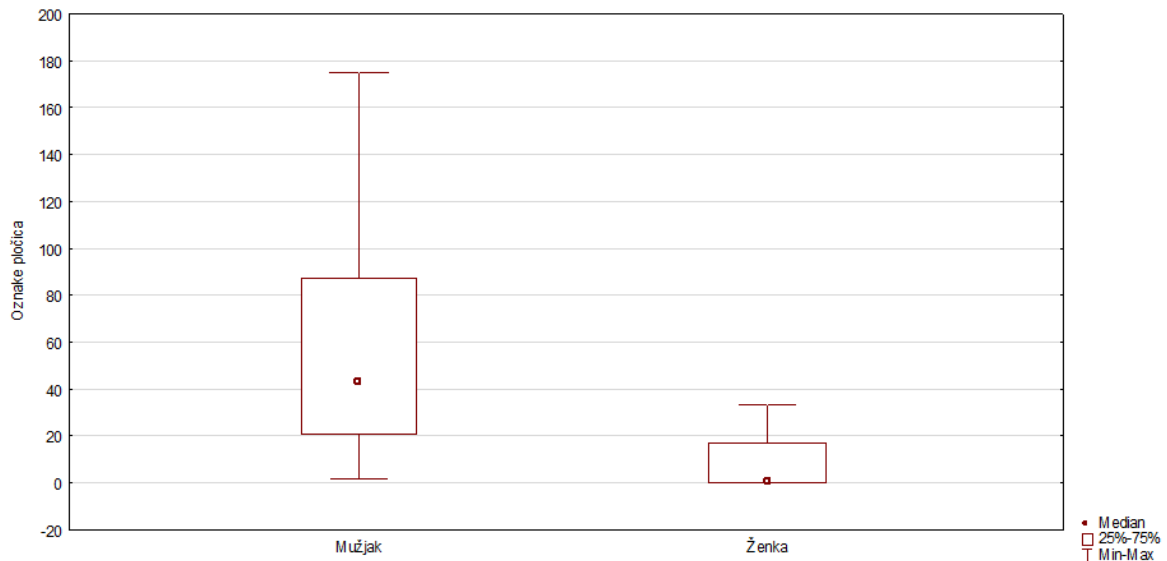
Usporedba trajanja direktnog kontakta hrane 1 i 2, jedenja 1 hrane 1 i 2, nošenja hrane 1 i 2, pogleda prema hrani 1 i 2, skladištenja hrane 1 i 2, virenja, kontakta zubima s hranom 1 i 2, bliže polovice, dalje polovice (kod mirisa miša i bez mirisa), jedenja 2 hrane 1, njušenje hrane 1, njušenje hrane 2 (miris miša i bez mirisa) po sezoni nije pokazala statistički značajne razlike.

Usporedba oznaka urina nije pokazao statistički značajne razlike u postavima s mirisom poskoka i u postavu bez mirisa.

### 3.2.8. Odabir hrane i ponašanje ovisno o spolu kod dinarskog voluhara

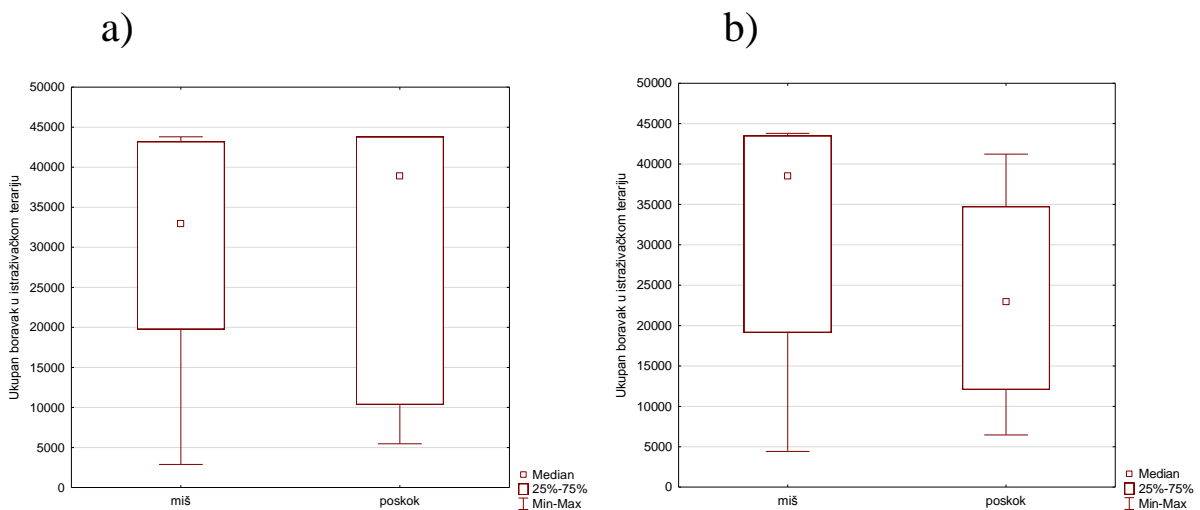
Prikazani slučajevi su statistički značajni ( $p < 0.05$ ) po  $\chi^2$ -testu za sljedeće frekvencije, latencije i trajanja ponašanja:

**Broj oznaka pločica (Slika 63)** je bio veći kod mužjaka dinarskog voluhara u postavu mirisa poskoka (df=1, 25.96, p<0.0001).



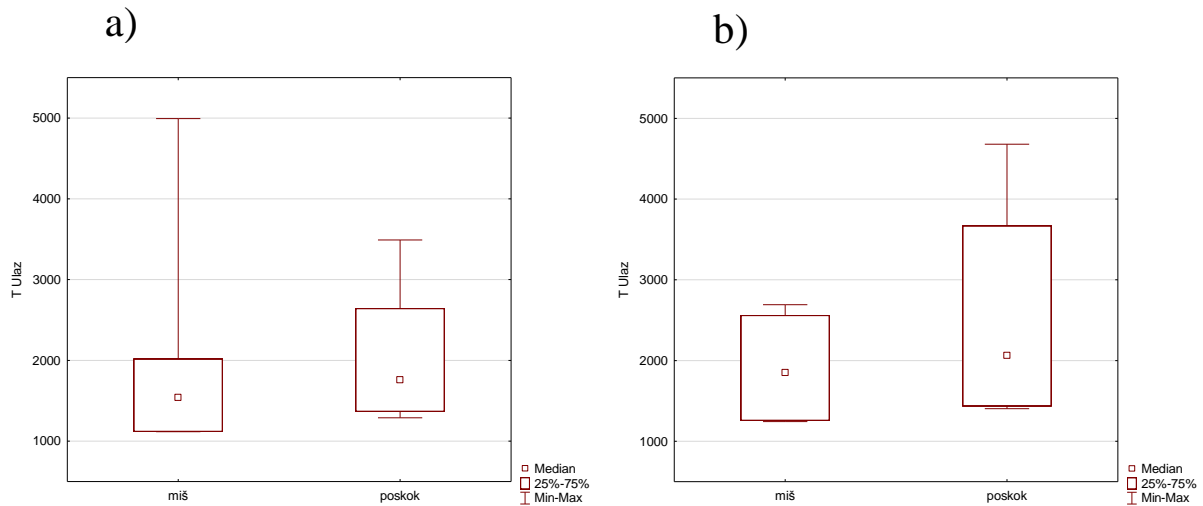
**Slika 63.** Usporedba broja označenih pločica urinom kod postava mirisa poskoka kod mužjaka i ženki. Na osi x prikazani su spolovi (mužjak i ženka). Os y prikazuje broj oznaka urina na pločicama.

**Trajanje ukupnog vremena istraživanja (Slika 64)** u postavu mirisa miša (df=1, 216,26, p<0.0001) je bilo dulje kod ženki, a u postavu mirisa poskoka (df=1, 2087,99, p<0.0001) je bilo dulje kod mužjaka.



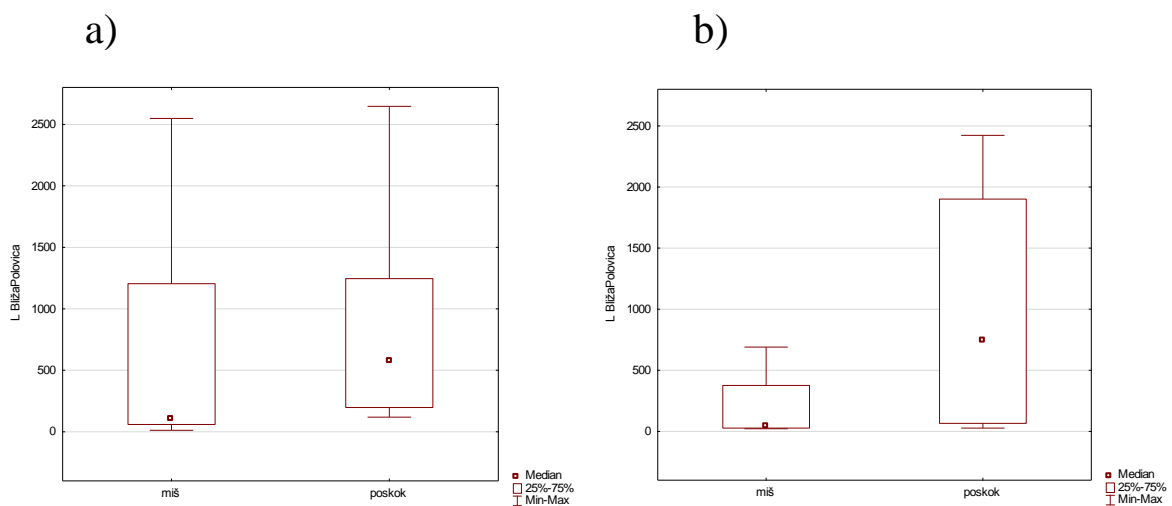
**Slika 64.** Usporedba trajanja vremena istraživanja po spolu kod a) mužjaka i b) ženki dinarskog voluhara. Os x prikazuje prezentirane mirise (miš, poskok). Os y prikazuje trajanje vremena istraživanja izraženo u sekundama.

**Trajanje ukupnog vremena boravka u istraživačkom prostoru (=trajanje ulaza; Slika 65)** u postavu mirisa miša ( $df=1, 13.92, p=0.0002$ ) i poskoka ( $df=1, 12.26, p=0.0005$ ) je bilo dulje kod ženki dinarskog voluhara.



**Slika 65.** Usporedba trajanja vremena boravka u istraživačkom prostoru po spolu kod a) mužjaka i b) ženki dinarskog voluhara. Os x prikazuje prezentirane mirise (miš, poskok). Os y prikazuje trajanje vremena boravka u istraživačkom prostoru izraženo u sekundama.

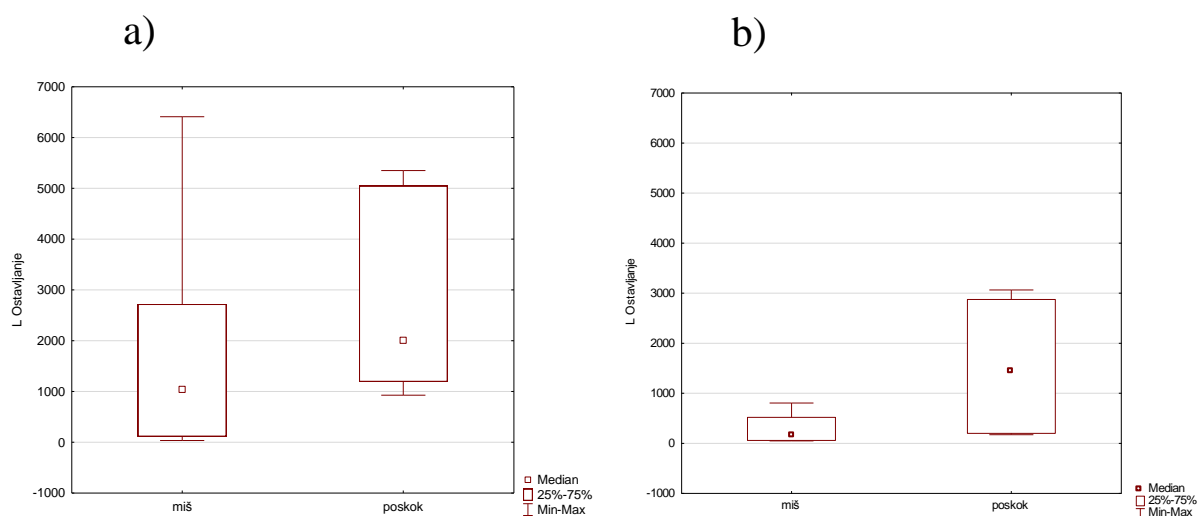
**Latencija do prvog ulaska u bližu polovicu (Slika 66)** istraživačkog terarija je kod postava mirisa miša ( $df=1, 10.19, p=0.0014$ ) bila veća kod mužjaka dinarskog voluhara, a u postavu mirisa poskoka ( $df=1, 11.32, p=0.0008$ ) je bila veća kod ženki dinarskog voluhara.



**Slika 66.** Usporedba trajanja latencija do prvog ulaska u bližu polovicu istraživačkog terarija po spolu kod a) mužjaka i b) ženki. Os x prikazuje prezentirane mirise (miš, poskok). Os y prikazuje trajanje latencija boravka u bližoj polovici istraživačkog prostora izraženo u sekundama.

Nadalje, **latencija do prvog ulaska u dalju polovicu** istraživačkog terarija je kod postava mirisa miša ( $df=1, 14.42, p=0.0001$ ) bila veća kod mužjaka dinarskog voluhara, a u postavu mirisa poskoka ( $df=1, 35.56, p<0.0001$ ) je bila veća kod ženki dinarskog voluhara. **Latencija do prvog ulaska u istraživački terarij** je kod postava mirisa miša ( $df=1, 15.14, p=0.0001$ ) bila veća kod mužjaka dinarskog voluhara, a u postavu mirisa poskoka ( $df=1, 129.40, p<0.0001$ ) je bila veća kod ženki dinarskog voluhara. **Latencija do prvog kontakta s bližom jabukom (hrana 1)** je kod postava mirisa miša ( $df=1, 10.19, p=0.0014$ ) bila veća kod mužjaka dinarskog voluhara, a u postavu mirisa poskoka ( $df=1, 11.32, p=0.0008$ ) je bila veća kod ženki dinarskog voluhara. **Latencija do prvog kontakta s daljom jabukom (hrana 2)** je kod postava mirisa miša ( $df=1, 14.42, p=0.0001$ ) bila veća kod mužjaka dinarskog voluhara, a u postavu mirisa poskoka ( $df=1, 39.62, p<0.0001$ ) je bila veća kod ženki dinarskog voluhara.

**Latencija do prvog ostavljanja (Slika 67)** hrane je kod postava mirisa miša ( $df=1, 393.71, p<0.0001$ ) i postava mirisa poskoka ( $df=1, 43.82, p<0.0001$ ) bila veća kod mužjaka dinarskog voluhara.



**Slika 67.** Usporedba trajanja latencija do prvog ostavljanja hrane po spolu kod a) mužjaka i b) ženki. Os x prikazuje prezentirane mirise (miš, poskok). Os y prikazuje trajanje latencija do prvog ostavljanja hrane izraženo u sekundama.

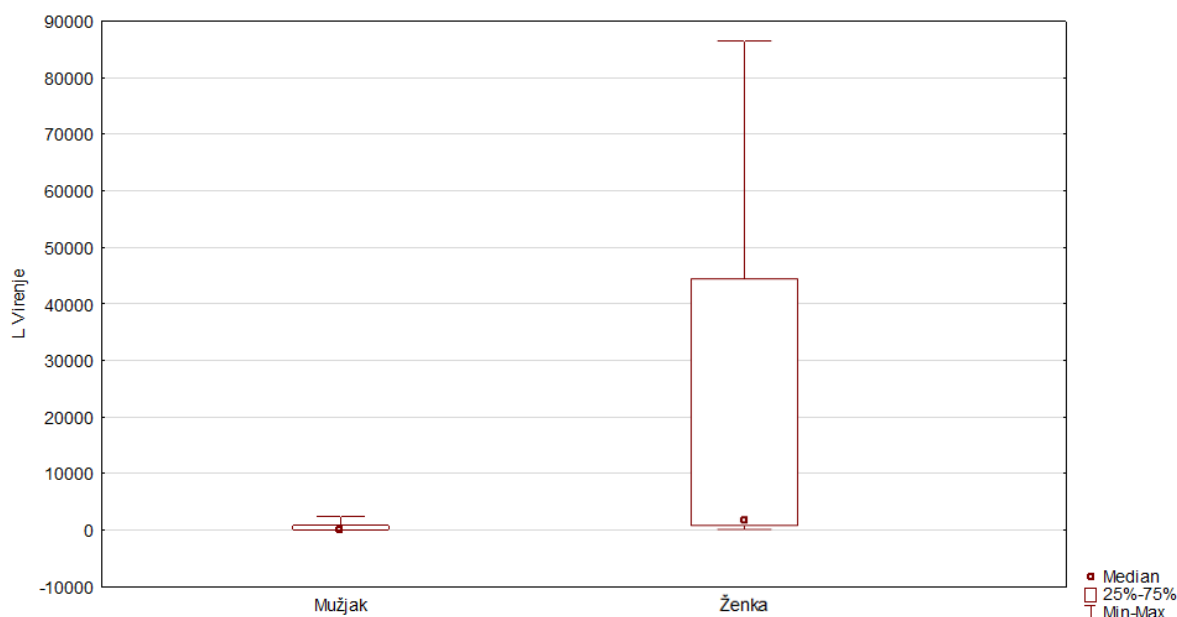
**Latencija do prvog kontakta zubima** je kod postava mirisa miša ( $df=1, 413.89, p<0.0001$ ) i postava mirisa poskoka ( $df=1, 42.34, p<0.0001$ ) bila veća kod mužjaka dinarskog voluhara.

**Latencija do prvog nošenja** hrane je kod postava mirisa miša ( $df=1, 418.19, p<0.0001$ ) i



postava mirisa poskoka ( $df=1$ , 42.16,  $p<0.0001$ ) bila veća kod mužjaka dinarskog voluhara. **Latencija do prvog pogleda** prema hrani je kod postava mirisa miša ( $df=1$ , 1614.32,  $p<0.0001$ ) i postava mirisa poskoka ( $df=1$ , 806.89,  $p<0.0001$ ) bila veća kod mužjaka dinarskog voluhara.

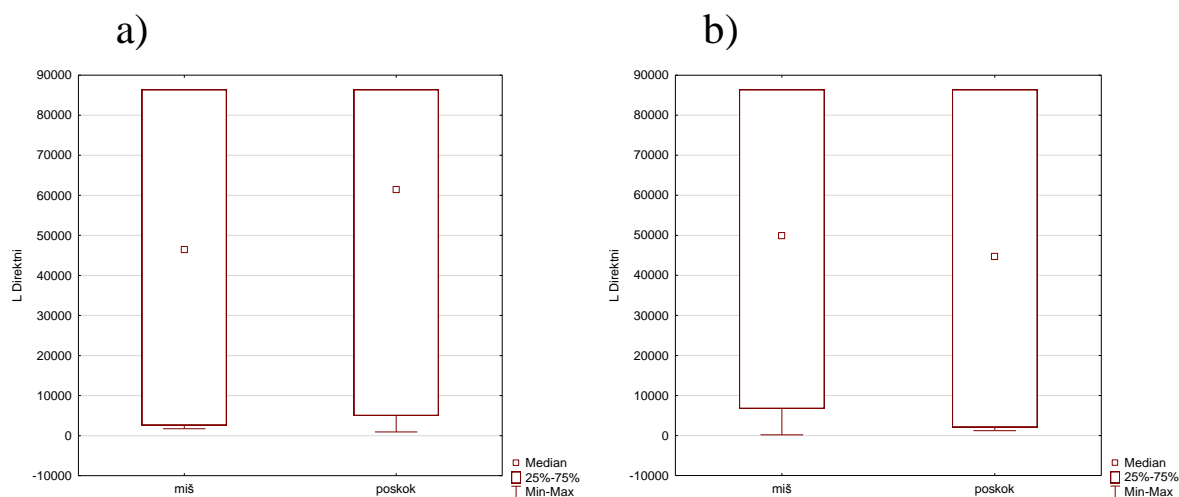
**Latencija do prvog virenja (Slika 68)** je kod postava mirisa poskoka ( $df=1$ , 721.34,  $p<0.0001$ ) bila veća kod ženki dinarskog voluhara.



**Slika 68.** Usporedba trajanja latencija do prvog virenja po spolu kod mužjaka i ženki kod postava s prezentiranim mirisom poskoka. Na osi x prikazani su spolovi. Os y prikazuje trajanje latencija do prvog virenja izraženo u sekundama.

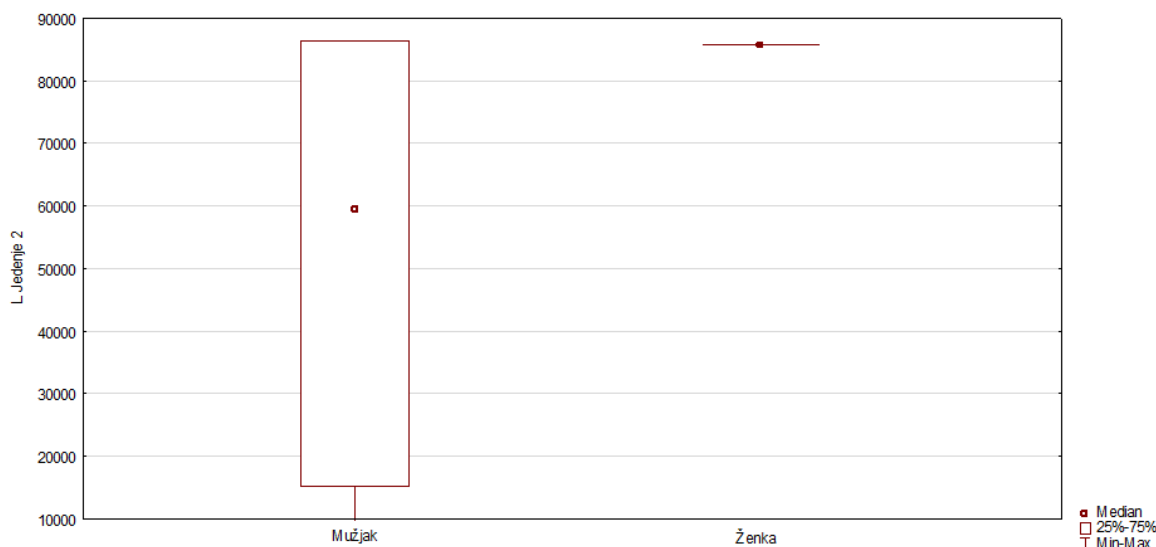
**Latencija do prvog njušenja** hrane je kod postava mirisa poskoka ( $df=1$ , 22.98,  $p<0.0001$ ) bila veća kod ženki dinarskog voluhara.

**Latencija do prvog direktnog kontakta (Slika 69)** s hranom je kod postava mirisa miša ( $df=1$ , 59.07,  $p<0.0001$ ) bila veća kod ženki dinarskog voluhara, a kod postava mirisa poskoka ( $df=1$ , 1324.13,  $p<0.0001$ ) je bila veća kod mužjaka dinarskog voluhara.



**Slika 69.** Usporedba trajanja latencija do prvog direktnog kontakta po spolu kod a) mušjaka i b) ženki. Os x prikazuje prezentirane mirise (miš, poskok). Os y prikazuje trajanje latencija do prvog direktnog kontakta izraženo u sekundama.

**Latencija do prvog jedenja 2 (jedenje na hrpi; Slika 70)** hrane je kod postava mirisa miša ( $df=1, 2526.37, p<0.0001$ ) bila veća kod ženki dinarskog voluhara.



**Slika 70.** Usporedba trajanja latencija do prvog jedenja 2 (jedenje na hrpi) po spolu kod mušjaka i ženki u postavu s prezentiranim mirisom miša. Na osi x prikazani su spolovi. Os y prikazuje trajanje latencija do prvog jedenja 2 (jedenje na hrpi) izraženo u sekundama.

Usporedba frekvencija direktnog kontakta hrane 1 i 2, hrane 1 i 2, nošenja hrane 1 i 2, pogleda prema hrani 1 i 2, njušenja hrane 1 i 2, ostavljanja hrane 1 i 2, skladištenja hrane 1 i 2, virenja,

kontakta zubima s hranom 1 i 2, jedenja 1 hrane 1 i 2, jedenja 2 hrane 1 i 2, bliže i dalje polovice, ulaza u istraživački terarij po spolovima nije pokazala statistički značajne razlike.

Usporedba latencija jedenja 2 (miris poskoka), latencija virenja (miris miša), latencija njušenja (miris miša), skladištenja, jedenja 1 po spolovima nije pokazala statistički značajne razlike.

Usporedba broja oznaka po spolovima nije pokazala statistički značajne razlike u postavama bez mirisa i u postavu mirisa poskoka.

Usporedba trajanja direktnog kontakta hrane 1 i hrane 2, jedenja 1 hrane 1 i 2, nošenja hrane 1 i 2, pogleda prema hrani 1 i 2, skladištenja hrane 1 i 2, virenja, kontakta zubima s hranom 1 i 2, bliže i dalje polovice, hrane 1 i hrane 2, jedenja 2 hrane 1 i hrane 2, njušenja hrane 1 i 2 po spolovima nije pokazala statistički značajne razlike.

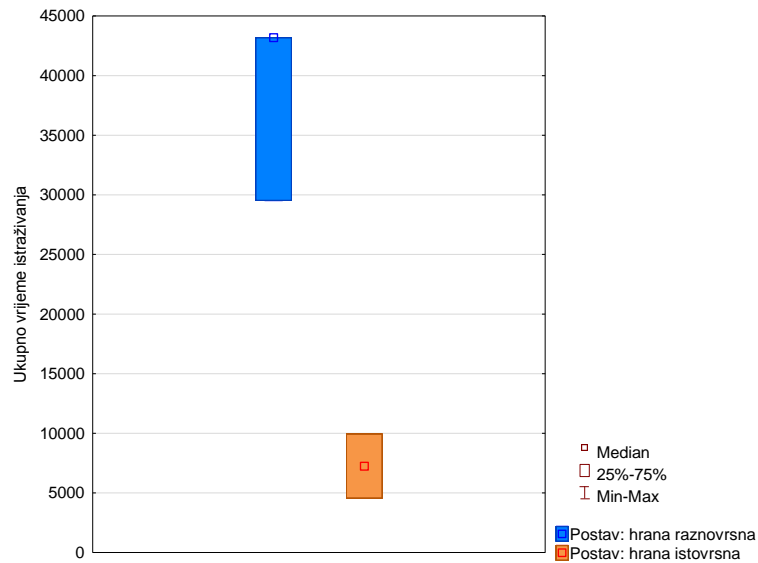
### **3.3. Usporedba postava hrane**

Usporedbe postava hrane radile su se na trajanju ukupnog vremena istraživanja i na trajanju ukupnog vremena provedenog u istraživačkom terariju. Zbog kombinacija postava mirisa, bilo je moguće napraviti samo usporedbu ženki u sezoni parenja i van sezone parenja.

Prikazani slučajevi su statistički značajni ( $p < 0.05$ ) po  $\chi^2$ -testu za sljedeća ponašanja:

#### **Sezona parenja (ljetna sezona):**

**Trajanje ukupnog vremena istraživanja (Slika 71)** kod ženke dinarskog voluhara bez prezentiranog mirisa bilo je duže u postavu raznovrsne hrane na istoj udaljenosti ( $df=1$ , 14671.2,  $p < 0.0001$ ).

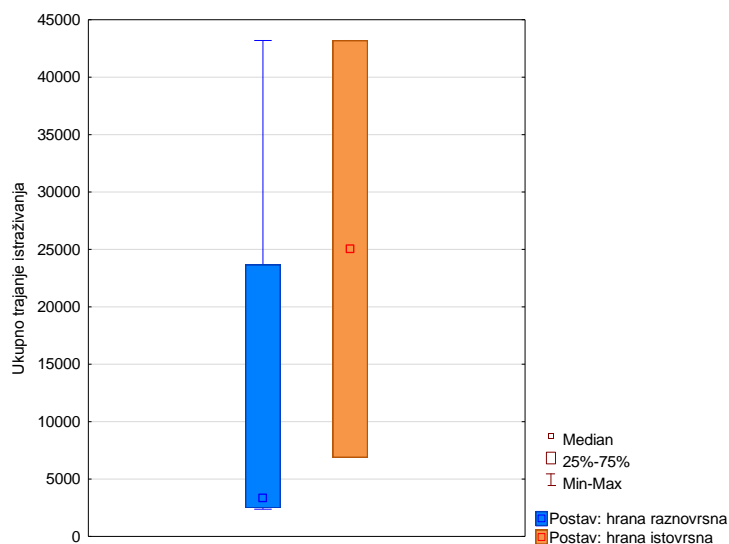


**Slika 71.** Usporedba ukupnog trajanja istraživanja kod ženke dinarskog voluhara bez prezentiranog mirisa po postavu. Na osi x raspoređeni su postavi – postav raznovrsne hrane (plava boja) i postav istovrsne hrane (narančasta boja). Os y prikazuje ukupno trajanje istraživanja izraženo u sekundama.

**Trajanje ukupnog vremena boravka u istraživačkom prostoru (=trajanje ulaza)** kod ženke dinarskog voluhara bez prezentiranog mirisa bilo je duže u postavu raznovrsne hrane na istoj udaljenosti ( $df=1, 1227.86, p<0.0001$ ).

**Van sezone parenja (zimski sezona):**

**Trajanje ukupnog vremena istraživanja (Slika 72)** kod ženke dinarskog voluhara s prezentiranim mirisom mužjaka dinarskog voluhara bilo je duže u postavu istovrsne hrane na različitoj udaljenosti ( $df=1, 9702.42, p<0.0001$ ).



**Slika 72.** Usporedba ukupnog trajanja istraživanja kod ženke dinarskog voluhara s prezentiranim mirisom mužjaka dinarskog voluhara po postavu. Na osi x raspoređeni su postavi – postav raznovrsne hrane (plava boja) i postav istovrsne hrane (narančasta boja). Os y prikazuje ukupno trajanje istraživanja izraženo u sekundama.

**Trajanje ukupnog vremena boravka u istraživačkom prostoru (=trajanje ulaza)** kod ženke dinarskog voluhara s prezentiranim mirisom mužjaka dinarskog voluhara bilo je duže u postavu istovrsne hrane na različitoj udaljenosti ( $df=1, 15.55, p=0.0001$ ).

## **4. RASPRAVA**

Istraživanje je provedeno na strogo zaštićenoj vrsti životinje čije je održavanje u zatočeništvu strogo regulirano. Upotrebljen je minimalni broj jedinki, stoga nije bilo moguće upotrijebiti isti broj jedinki za svaki postav i varijantu istraživanja.

### **4.1. Boravak u prostoru**

Analiza podataka ovisna o kontaktu s hranom u bližoj i daljoj polovici je pokazala da mužjaci generalno više vremena provedu u kontaktu s hranom u daljoj polovici, dok ženke više vremena provode u bližoj polovici. Pošto je bliža polovica ujedno bliža matičnom terariju koji omogućuje zaštitu i zaklon, može se zaključiti da su ženke bile opreznije od mužjaka, što odgovara i drugim istraživanjima provedenom na drugim vrstama voluharica koja su pokazala da su mužjaci generalno aktivniji u istraživanju novih i otvorenih prostora (Eccard i Herde 2013).

### **4.2. Postav raznovrsne hrane na jednakoj udaljenosti**

#### 4.2.1. Odabir hrane i ponašanje ovisno o prezentiranoj hrani i spolu

Analiza podataka ovisna o prezentiranoj jabuci i radiču je pokazala da su mužjaci više pokazivali preferencije prema jabuci koju su više i duže nosili od radiča, iako su duže vremena njušili radič. Ženke su pak općenito i u ljetnoj i u zimskoj sezoni više bile u kontaktu s radičem, više su ga njušile, dirale, jele i nosile, iako je prva hrana s kojom su došle u kontakt nakon početka istraživanja bila jabuka. Uz to, ženke su provodile više vremena u istraživačkom terariju od mužjaka, prije su u njega ušle i prije su došle u kontakt s hranom, te su ostavljale više oznaka urina. U svim istraživanjima koja su provedena, komadi radiča su rijetko kad bili svi izneseni u matični terarij, dok kod gotovo svih istraživanja, svi komadi jabuke su bili odnešeni. Prilikom analiza snimaka, primjećeno je kako radič često zna životinjama ispasti dok

ga nose ili im zapeti za vratašca koja vode u matični terarij. Komadi radiča su bili veći i nezgrapniji za nošenje životinjama pa su ga često ostavljale u istraživačkom terariju, ili su u više navrata pokušavale odnijeti isti komad. Primjećeno je i da su životinje duže jele radič nego jabuku u istraživačkom terariju, moguće iz istih razloga. Vjerojatno je to bio razlog zašto su se životinje češće i brže odlučivale za nošenje jabuke u matični terarij. Razlika u ponašanju ženki i mužjaka se može jednostavno objasniti. Uspoređivale su se ljetne sezone, sezone parenja mužjaka i ženki. Sezona parenja je općenito sezona pojačane aktivnosti životinja, pa tako i pojačanom potragom za hranom. Iako su mužjaci inače aktivniji od ženki (Eccard i Herde 2013), ovakva pojava veće aktivnosti ženki od mužjaka u potrazi i prikupljanju hrane može se pripisati pripremi ženke za razdoblje parenja, odnosno pripremi za moguću trudnoću koja iziskuje veliki ulog energije, pa i u obliku hrane, što je potvrđeno istraživanjem na ridoj voluharici (Eccard i Ylönen 2006). Što se tiče samih oznaka urina, mužjaci glodavaca, točnije štakora inače više označavaju svoju okolinu od ženki (<http://www.ratbehavior.org/UrineMarking.htm>). Analiza ponašanja kod dinarskog voluhara je pokazala da su ženke ostavljale više oznaka urina od mužjaka, što se može povezati s trajanjem boravka ženki u istraživačkom terariju koje je bilo duže od boravka mužjaka. To je otvorilo mogućnost ostavljanja više oznaka u istraživačkom prostoru, pogotovo jer se ostavljanje oznaka odvija i u blizini hrane i na hranu (<http://www.ratbehavior.org/UrineMarking.htm>). Moguće je da je u odabiru hrane veliku ulogu igrao i sam sastav hrane (količina vode, vlakna, sekundarni metaboliti...) kao što navodi Tamarin (1985), no za donijeti takav zaključak trebala bi se obaviti dodatna istraživanja u obliku kalorimetrijskih metoda kako bi se odredio točan sastav ponuđene hrane. Sigurno je da se radič i jabuka razlikuju po okusu, mirisu, obliku i teksturi te da dinarski voluhari ponašanjem vezanim za odabir hrane razlikuju ova dva tipa hrane.

#### 4.2.2. Odabir hrane i ponašanje ovisno o sezoni kod ženki

Analizom ponašanja ženki u sezoni parenja (ljetno) i van sezone parenja (zima) utvrđene su razlike u razini aktivnosti i ponašanju kod hranjenja. Ženke su u sezoni parenja općenito bile aktivnije, duže vremena su provodile u istraživačkom terariju (duže vrijeme istraživanja), sukladno tome ostavljale su više oznaka urina, više vremena su provodile u daljoj polovici, više su bile u kontaktu s hranom, prije su ulazile u istraživački terarij i bile u kontaktu s hranom (njušenje, pogled), što se može objasniti općenito većom aktivnosti životinja u sezoni parenja

(Eccard i Herde 2013). Međutim, van sezone parenja je primjećeno da životinje prije ostavljaju hranu, prije ulaze u direktni kontakt i kontakt zubima s hranom, prije nose hranu i prije i duže jedu hranu na hrpi. Dulje jedenje hrane na hrpi u istraživačkom terariju vjerojatno pokazuje smanjeni oprez ženke, što se može objasniti smanjenom aktivnosti ekosustava zimi kada su i sami dinarski voluhari pod manjom predacijom zbog zimske hibernacije poskoka koji bi mogao biti važni predator glodavaca dinarskog područja (Crnobrnja-Isailović i sur. 2007). Međutim, ostavljanju hrane prethodio je kontakt zubima i nošenje što može značiti da su životinje preferirale iznositi hranu i možda je skladištiti ili jesti u matičnom terariju. Uz to, van sezone parenja istraživanje je kraće trajalo, odnosno ženke su prije isteka 12 h istraživanja odnijele svu hranu iz istraživačkog terarija u matični. To se dogodilo u samo jednom slučaju u sezoni parenja, a moguće objašnjenje za takvo ponašanje je to što su zimi resursi okoliša smanjeni, odnosno hrane je manje nego u ljetnoj sezoni pa životinje ne biraju i koriste svaku priliku koju mogu da bi se nahranile i uskladištile hranu. Kao što je Rozin (1976) objasnio, pritisak prirodne selekcije je prevelik da bi se ignorirao potencijalni izvor hrane.

### **4.3. Postav istovrsne hrane na različitoj udaljenosti**

#### 4.3.1. Odabir hrane i ponašanje ovisno o prezentiranoj hrani i spolu i olfaktornim signalima

Analiza podataka kod postava istovrsne hrane na različitoj udaljenosti je pokazala da su mužjaci u sezoni parenja duže u kontaktu s jabukom u daljoj polovici i da je jedu na hrpi duže od bliže jabuke, dok su ženke van sezone parenja pokazale manju latenciju kontakta s jabukom u daljoj polovici. Bliža polovica je, kao i što joj samo ime kaže, bliža ulazu odnosno matičnom terariju, te bi možda logično bilo da životinje više vremena provedu u njoj. Ovakvo ponašanje mužjaka može se objasniti općenitom njegovom aktivnosti u vrijeme parenja, kada je njegova aktivnost povećana, pa tako i potraga za hranom i riskantno ponašanje (Eccard i Herde 2013). Manja latencija kontakta s jabukom u daljoj polovici ženke se može objasniti činjenicom da ženka nije bila u sezoni parenja. Iako je van sezone parenja smanjena aktivnost ženke (Eccard i Herde 2013), zimi je i smanjena predacija. Smanjenu latenciju prema nekoj hrani u bihevioralnom smislu, možemo nazvati izborom (Vasconcelos i sur. 2010).



Analiza je još pokazala da su mužjaci ostavljali više oznaka urina, što se slaže s prijašnjim istraživanjima na štakorima (<http://www.ratbehavior.org/UrineMarking.htm>). Ženke su više vremena provodile u istraživačkom terariju od mužjaka, te su latencije ostavljanja hrane, nošenja i pogleda prema hrani bile manje i u prisustvu mirisa druge vrste i predatora. Ostale usporedbe spolova su direktno ovisile o prezentiranim mirisima druge vrste (miša) i predatora (poskoka). Tako su mužjaci npr., u prisutnosti mirisa poskoka imali manje latencije virenja, njušenja i jedenja na hrpi u terariju, te je trajanje istraživanja bilo duže, dok su ženke u prisustvu mirisa poskoka imale manje latencije za ulaz u istraživački terarij i kontakte s bližom i daljom hranom. Nadalje, u prisutnosti mirisa druge vrste (miša) mužjaci su pokazali manje latencije za ulaz u istraživački terarij i kontakt s bližom i daljom hranom, dok je kod ženki ukupno istraživanje dulje trajalo. Ovakvi rezultati su se mogli objasniti teorijom koju su predložili Perrot-Sinal i suradnici (1999) u kojoj su utvrdili da ženke manje reagiraju na miris predatora od mužjaka zbog svog načina života koji je manje aktivan od mužjakovog i ograničen na uski teritorij. Međutim, za potvrditi ovakav rezultat bilo bi potrebno više istražiti ponašanje mužjaka i ženki dinarskog voluhara i njihove međusobne socijalne odnose i strukturu. Trajanje vremena istraživanja u prisustvu predatorske vrste kod mužjaka je bio duži, makar je bilo pretpostavljeno da će trajati kraće (Bolbroe i sur. 2000). Kod ženki je trajanje istraživanja dulje trajalo u prisutnosti miša. To se možda može objasniti nekakvom vrstom znatiželje i potrebom da se dokaže prisutnost druge vrste ili predatora (Descovich i sur. 2012; Bolbroe i sur. 2000).

#### 4.3.2. Odabir hrane i ponašanje ovisno o prezentiranom olfaktornom signalu kod mužjaka

U postavu istovrsne hrane proučavalo se ponašanje mužjaka ovisno o 3 olfaktorna signala – miris drugog mužjaka dinarskog voluhara, miris druge vrste (miš) i predatora (poskok). Mužjaci su bili u sezoni parenja i zbog toga su bili aktivniji i ujedno više i jače reagirali na mirise. Istraživanja provedena na voluharicama pokazale su da one često izbjegavaju mjesta gdje su osjetile miris svoje vrste (Descovich i sur. 2012; Luque-Larena i sur. 2001; Gosling 1982). U ovom istraživanju, mužjaci dinarskog voluhara su najviše oznaka urina ostavljali u prisutnosti mirisa drugog mužjaka, što je moguće znak uspostavljanja dominacije među jedinkama (Arakawa i sur. 2008), međutim za takav zaključak bi još trebalo provesti dodatno istraživanje na hijerarhijskoj strukturi dinarskog voluhara. Ukupno trajanje istraživanja, kontakt i boravak s jabukom u daljoj polovici i jedenje je bilo najveće u prisustvu mirisa drugog dinarskog

voluhara, što ukazuje na određnu dozu sigurnosti u prostoru. Najveće latencije ulaska i kontakta s hranom bile su uočene u prisustvu mirisa poskoka, što je dosta logičan rezultat. Životinje mijenjaju svoje ponašanje i način pristupanja hrani u prisustvu mirisa predatora (Borowski 1998). Vidljivo je iz rezultata da su životinje najmanje reagirale na miris druge vrste (miša), naspram mirisa poskoka i mužjaka iste vrste, koji su za životinju vjerojatno bili bitniji. Utjecaj mirisa miša bi se puno bolje mogao interpretirati da je u istraživanju postojala varijanta postava bez mirisa, kao neka vrsta kontrole.

#### 4.3.3. Odabir hrane i ponašanje ovisno o prezentiranom olfaktornom signalu kod ženki

U postavu istovrsne hrane proučavalo se ponašanje ženke ovisno o 3 olfaktorna signala u sezoni parenja – miris druge vrste (miš), miris predatora (poskok) i varijanta bez mirisa i 4 prezentirana olfaktorna signala van sezone parenja – miris mužjaka dinarskog voluhara, miris miša, miris poskoka i varijanta bez prezentiranog mirisa.

**Sezona parenja** - U svim slučajevima, ženke su najviše reagirale na postav bez mirisa, odnosno u tim postavama je zabilježeno najkraće trajanje istraživanja i boravka u istraživačkom terariju, te najduže latencije ulaska i kontakta s hranom. Kao i kod istraživanja Luque-Larena i suradnika (2001) na mužjacima snježne voluharice, moguće je da područja označena mirisom ukazuju na područja boljih resursa i kod ženki dinarskog voluhara, pa su manje zainteresirane za ulazak u prostor gdje nije prezentiran miris. Najduže vrijeme istraživanja je zabilježeno u postavu s mirisom miša, a najdulji boravak u istraživačkom terariju kod mirisa poskoka, dok su oznake urina bile najzastupljenije u postavu s mišem, a podjednako u postavima bez mirisa i poskoka. Dulji boravak u prostoru kod prisutnog mirisa poskoka možda je također potaknut interesom jedinke za resurse nekog prostora, a može ukazati na rizičnost ponašanja jedinke kako bi maksimalno zadovoljila energetske potrebe (Eccard i Herde 2013; Anderson 1985). Kod štakora je pak uočeno da više jedu u prostorima označenim urinom drugog štakora (<http://www.ratbehavior.org/UrineMarking.htm>), međutim kod ovog istraživanja bi se ta teorija mogla bolje istražiti da je postojala varijanta pokusa s mirisom mužjaka dinarskog voluhara. Ovako dobiveni rezultati oznaka urina nam mogu ukazivati na to da ženke u prisutnosti mirisa poskoka žele prikriti svoju prisutnost (Perrot-Sinal i sur. 1999; Bolbroe i sur. 2000) tako da smanjuju količinu oznaka, dok u postavu s mirisom miša koji nije predator, žele možda ukazati na svoju prisutnost i/ili teritorij.

**Van sezone parenja** - U svim analizama, ženke su najviše reagirale na miris mužjaka dinarskog voluhara – zabilježeno je najduže trajanje istraživanja i boravka u istraživačkom prostoru, te najveće latencije ulazaka i kontakta s hranom, što se može protumačiti kao izbjegavanje kontakta s drugim jedinkama iste vrste. Slične rezultate su dobili Luque-Larena i suradnici (2002a) kada su primjetili da ženke snježnih voluharica van sezone parenja izbjegavaju područja označena mirisom svoje vrste kako bi izbjegle agresivne susrete. Najmanje latencije ulazaka i kontakta s hranom su zabilježene u prisustvu mirisa poskoka, što opet ukazuje da je životinja bila spremna preuzeti rizik od susreta s predatorom kako bi zadovoljila energetske potrebe (Anderson 1985).

#### 4.3.4. Odabir hrane i ponašanje ovisno o sezoni kod ženki

Analiza podataka je pokazala da su frekvencije i trajanja ponašanja i hranjenja u sezoni parenja veća, kao i samo trajanje istraživanja, boravak u istraživačkom terariju i broj oznaka urina na keramičkim pločicama. Ovakav rezultat može se jednostavno objasniti većom aktivnosti životinja u sezoni parenja, a time i većom potrebom za hranom (Eccard i Herde 2013; Eccard i Ylönen 2006; Pinter i sur. 1993). Latencije su u sezoni parenja generalno bile veće, što znači da su ženke iz nekog razloga odgađale ulaz i kontakt s hranom. Ovakav obrazac ponašanja je primjećen kod dosta vrsta sisavaca i u zatočeništvu i u divljini. Radi se zapravo o oprezu, naime ljeti je i sam ekosustav aktivniji i postoji veća mogućnost za susret s kompetitorom, drugom jedinkom ili predatorom (Eccard i Herde 2013). Jedinka vjerojatno odmjerava koji su benefiti i opasnosti (Anderson, 1985) ulaska u prostor s hranom i prisutnim mirisima miša i poskoka. Što se tiče postava bez mirisa i njegove velike latencije u sezoni parenja, slična situacija se dogodila i u istraživanju sa snježnom voluharicom (Luque-Larena i sur. 2001) koja je bila manje zainteresirana za proučavanje prostora bez prisutnog mirisa. Tijekom analize, primjećeno je da su latencije ženki bile drukčije kod prisutnog mirisa miša, odnosno latencije su bile veće van sezone parenja (manje u sezoni parenja) što nije bilo u skladu s istraživanjem Eccarda i Herdea (2013), ali je moguće da su ženke prepoznale da se radi o drugoj vrsti koja ne predstavlja posrednu opasnost, te ih je sam miris i zaintrigirao, slično kao u istraživanju ponašanja i hranjenja livadne voluharice u prisutnosti mirisa kunića (Bolbroe i sur. 2000). Analizom su utvrđene i neka odstupanja, kod latencije direktnog kontakta s hranom i kod pogleda prema hrani, gdje su latencije direktnog kontakta bile manje u sezoni parenja kod

prisutnog mirisa miša i poskoka, a latencije pogleda su kod svakog prezentiranog mirisa bile manje u sezoni parenja. Pogled životinje prema hrani se bilježio tek kada je on trajao minimalno jednu sekundu, odnosno životinja bi najčešće stajala na mjestu i netremice zurila u hrpu s hranom. U sezoni parenja životinje su na većem oprezu, pa je moguće da je taj pogled zapravo samo jedna od reakcija povećanog opreza. Za detaljnije objašnjenje ponašanja dinarskog voluhara po sezonama i mirisima, trebalo bi se obaviti dodatno istraživanje koje bi uključilo i zimsku sezonu mužjaka.

#### **4.4. Usporedbe postava**

Analiza usporedbe postava istraživanja, odnosno postava različite hrane na jednakoj udaljenosti i postava istovrsne hrane na različitoj udaljenosti su se provodile na ljetnoj i zimskoj sezoni za ženke, po jednoj vrsti prezentiranog mirisa (sezona parenja – bez mirisa; van sezone parenja – miris mužjaka dinarskog voluhara). Kao što je primjećeno i tijekom gledanja snimki, u sezoni parenja životinje su duže istraživale postav s raznolikom hranom, dok su van sezone parenja duže bile u postavu s istovrsnom hranom. U oba postava, jabuka je gotovo uvijek bila skroz iznešena iz istraživačkog terarija, nalazila se ona u bližoj ili daljoj polovici. U postavu raznolike hrane, u sezoni parenja je u samo jednom slučaju sav radič bio iznešen, dok van sezone parenja u samo jednom slučaju nije bio iznešen. Tu se jasno može vidjeti da zbog smanjenih resursa okoliša u zimskoj sezoni, životinje nisu izbirljive, a ponekad mogu i mijenjati svoje preference (Hambäck 1998). Pošto u većini slučajeva u postavu raznolike hrane, radič nije bio iznešen, kodiranje snimki trajalo je 12 h (vrijeme istraživanja automatski je bilo duže), time se produžilo i vrijeme boravka životinje u istraživačkom prostoru. Duže vrijeme istraživanja i boravka van sezone parenja u postavu istovrsne hrane, može se objasniti i samim dužim boravkom ženke u bližoj polovici, polovici bližoj matičnom terariju koji predstavlja određenu vrstu zaklona. Sama aktivnost ženke je manja zimi, a ako uzmemo u obzir da je van sezone parenja bio prezentiran miris mužjaka dinarskog voluhara, sve to je moglo uzrokovati oklijevanje ženke (Luque-Larena 2002a) vezano za kontakt s hranom. Međutim, to ne objašnjava činjenicu da je trajanje postava raznovrsne hrane bilo kraće van sezone parenja od trajanja postava istovrsne hrane i obrnuto u sezoni parenja. S obzirom na to da su u obje sezone prezentirani različiti mirisi, moguće da je ključ za rješavanje problema upravo u mirisima, odnosno u varijanti postava bez mirisa i s mirisom mužjaka dinarskog voluhara (drugi mirisi nisu pokazali statistički značajne razlike).

Nekakav generalni razlog bi vjerojatno bio to što su zimi životinje manje aktivne, ali manje izbirljive, dok su ljeti aktivnije i izbirljivije jer su im dostupne veće količine hrane. Što se tiče odabira između jabuke i radiča, vjerojatno ulogu igra okus i sastav hrane (Tamarin 1985), no za donošenje takvog zaključka, trebalo bi provesti dodatne analize sastava prezentirane hrane.

## 5. ZAKLJUČAK

1. Istraživanje dinarskog voluhara i njegovih preferenci prema određenom tipu hrane je pokazalo da su životinje u sezoni parenja i postavu različite hrane na istoj udaljenosti više bile u kontaktu s radičem, ali su jabuku više odnosili i skladištili u matičnom terariju. Van sezone parenja nisu preferirali niti jedan tip hrane (niti jabuku, niti radič). U postavu istovrsne hrane na različitoj udaljenosti, mužjaci su u dužem kontaktu bili s hranom u daljoj polovici, dok ženke nisu pokazale preferenciju.

2. Istraživanje sezona se provodilo na ženkama, te je pokazalo da su ženke općenito bile aktivnije u sezoni parenja (ljetna sezona), pa tako su i više bile u kontaktu s hranom.

3. Razlike u spolovima su najviše bile izražene u boravku u istraživačkom prostoru, tako su ženke preferirale bližu polovicu, a mužjaci dalju polovicu istraživačkog terarija. Istraživanje je pokazalo i općenito veću aktivnost ženki u kontaktu s hranom.

4. Istraživanje je pokazalo da dinarski voluhari odgovaraju na prisutnost prezentiranih olfaktornih signala. Njihova se aktivnost, ponašanje i hranjenje mijenjalo u ovisnosti o prezentiranom mirisu, primjerice kod mužjaka latencije su se povećavale u prisutnosti poskoka, a kod ženki u sezoni parenja u postavima bez mirisa i van sezone parenja u prisutnosti mirisa mužjaka dinarskog voluhara. Kod oba spola, miris miša izazvao je znatizelju.

5. Rezultati ovog rada daju uvid u ponašanje i odabir hrane dinarskog voluhara u ovisnosti o spolu, sezoni, prezentiranom olfaktornom signalu i prezentiranoj hrani, te se mogu upotrijebiti kao smjernica za buduća istraživanja na ovoj vrsti u svrhu boljeg poznavanja biologije i ponašanja, ali i organizacije monitoringa i programa zaštite.

## 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.
- Anderson P. K. (1985): Foraging range in mice and voles: the role of risk. *Can. J. Zool.* **64**: 2645-2653.
- 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.
- Bartness T. J., Wade G. N. (1985): Photoperiodic Control of Seasonal Body Weight Cycles in Hamsters. *Neurosci. Biobehav. Rev.* **9**: 599-612.
- 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.
- Bilton D. T., Miroll P. M., Mascheretti 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.
- Bolbroe T., Jeppesen L. L., Leirs H. (2000): Behavioural response of field voles under mustelid predation risk in the laboratory: more than neophobia. *Ann. Zool. Fennici* **37**: 169-178.
- Borowski Z. (1998): Influence of predator odour on the feeding behaviour of the root vole (*Microtus economicus* Pallas, 1776). *Can. J. Zool.* **76**: 1791-1794.
- Brelj 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., Courant F. (1999): Anatomy of the arvicoline radiation (Rodentia): palaeogeographical, palaeoecological history and evolutionary data. *Ann. Zool. Fennici* **36**: 239-267.
- Crnobrnja-Isailović J., Ajtić R., Tomović Lj. (2007): Activity patterns of the sand viper (*Vipera ammodytes*) from the central Balkans. *Amphibia-Reptilia* **28** (4): 582-589.
- Dark J, Wade G. N., Zucker I. (1986): Short Day Lengths Decrease Body Mass of Overweight Female Meadow Voles. *Physiol. Behav.* **38**: 381-384.
- Dark J., Zucker I. (1986): Photoperiodic Regulation of Body Mass and Fat Reserves in the Meadow Vole. *Physiol. Behav.* **38**: 851-854.
- Descovich K., Lisle A., Johnston S., Nicolson V., Phillips C. (2012): Differential responses of captive southern hairy-nosed wombats (*Lasiornhinus 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.
- Eccard J. A., Ylönen H. (2006): Adaptive food choice of bank voles in a novel enviroment: choices enhance reproductive status in winter and spring. *Ann. Zool. Fenici* **43**: 2-8.
- 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.
- Ferkin M. H., Seamon J. O. (1987): Odor preference and social behavior in meadow voles, *Microtus pennsylvanicus*: seasonal differences. *Can. J. Zool.* **65**: 2931-2937.



- 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.
- 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.
- Goldberg M., Tabroff N. R., Tamarin R. H. (1980): Nutrient Variation in Beach Grass in Relation to Beach Vole Feeding. *Ecology* **61**: 1029-1033.
- Gosling L. M. (1982): A Reassessment of the Function of Scent Marking in Territories. *Z. Tierpsychol.* **60**: 89-118.
- Grizmek B. (1990): Grizmek's encyclopedia of mammals. McGraw-Hill Publishing company, New York.
- 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.
- Hambäck P. A. (1998): Seasonality, optimal foraging, and prey coexistence. *The American Naturalist* **152** (6): 881-895.
- Kotrošan D., Bjedov V., Kryštufek B. (2005): Stanje istraženosti faune sisara Bosne i Hercegovine. *Works of Faculty of Forestry, University of Sarajevo* **1**: 29-55.
- 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., Hutchinsohn 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.
- 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 20.travnja 2017.
- 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.
- 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.
- Meade J. B. (1975): Food selection and turnover of nitrogen, phosphorus, and potassium by *Microtus pennsylvanicus*. Doktorska dizertacija, Cornell University Ithaca, New York.
- Nowak R. (1999): Walker's Mammals of the World, vol. II. The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London.
- Perrot-Sinal T. S., Ossenkopp K.-P., Kavaliers M. (1999): Effects of repeated exposure to fox odor on locomotor activity levels and spatial movement patterns in breeding male and female meadow voles (*Microtus pennsylvanicus*). *Journal of Chemical Ecology* **25**: 1567-1584.

- Pinter A. J., Negus N. C., Berger P. J. (1993): Seasonal variation in the dietary preferences of the montane vole, *Microtus montanus*. University of Wyoming National Park Service Research Center Annual Report **17**: 13.
- 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.
- Rabinowitz D. (1981): Seven forms of rarity. The biological aspects of rare plant conservation. John Wiley and Sons, New York.
- Rezo M. (2013): Kvalitativna i kvantitativna analiza prehrane dinarskog voluhara (*Dinaromys bogdanovi* Martino, 1922) u zatočeništvu. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb.
- Rozin P. (1976): The selection of foods by rats, humans, and other animals. Advances in the Study of Behavior **6**: 21-76.
- Tamarin R. H. (1985): Biology of New World Microtus. American Society of Mammalogists. Stillwater, Oklahoma.
- Tvrtković N. (2006): Crvena knjiga sisavaca Hrvatske. Ministarstvo kulture, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb.
- Vasconcelos M., Monteiro T., Aw J., Kačelnik A. (2010): Choice in multi-alternative environments: A trial-by-trial implementation of the Sequential Choice Model. Behavioural Processes **84**: 435-439.
- Whishaw I. Q., Haun F., Kolb B. (1999): Analysis of behavior in laboratory rodents. Modern Techniques in Neuroscience Research **44**: 1243-1275.
- [www.animaldiversity.org/accounts/Arvicolinae/](http://www.animaldiversity.org/accounts/Arvicolinae/)
- [www.arkive.org/martinos-vole/dinaromys-bogdanovi/](http://www.arkive.org/martinos-vole/dinaromys-bogdanovi/)
- [www.explorables.com/ecological-specialization](http://www.explorables.com/ecological-specialization)
- [www.ratbehavior.org/UrineMarking.htm](http://www.ratbehavior.org/UrineMarking.htm)

## **7. ŽIVOTOPIS**

### **Osobni podaci**

Ime i prezime: Lucija Ivić

Datum i mjesto rođenja: 5. listopada 1992., Šibenik

Mjesto prebivališta: Obala dr. Franje Tuđmana 9, 22000 Šibenik

Mjesto boravišta: Ribnjak 22, 10000 Zagreb

e-mail adresa: lucija.ivic.puffa@gmail.com

Kontakt broj: 0919121127

### **Obrazovanje**

1999.-2007. OSNOVNA ŠKOLA – Osnovna škola Fausta Vrančića, Trg Ivana Gorana Kovačića 2, 22000 Šibenik

2007.-2011. SREDNJA ŠKOLA – Opća gimnazija Antuna Vrančića, Put gimnazije 64, 22000 Šibenik

2011.-2014. PREDDIPLOMSKI STUDIJ – Preddiplomski studij biologije, Prirodoslovno-matematički fakultet, Horvatovac 102a, 10000 Zagreb

2014.- DIPLOMSKI STUDIJ – Diplomski studij eksperimentalne biologije; modul Fiziologija i imunobiologija, Prirodoslovno-matematički fakultet, Horvatovac 102a, 10000 Zagreb

2016. – DIPLOMSKI STUDIJ – Diplomski studij ekologije i zaštite prirode; modul Kopno, Prirodoslovno-matematički fakultet, Horvatovac 102a, 10000 Zagreb

### **Radno iskustvo**

2007.-2016. Sezonski rad u restoranu, Konoba Kanela, Obala dr. Franje Tuđmana 5, 22000 Šibenik

2013.-2015. Sezonski rad u pršutani Pršutana “Ivić”, Ivići 7, 22 324 Miljevci

2015.- Rad preko Student Servisa u Iskon d.d. (agent u teleprodaji dolaznih poziva),  
Garićgradska 18, 10000 Zagreb

### **Projekti**

2012. Istraživački projekt „Dinara 2012“, (-2014.) Noć biologije

2013. Istraživačko-edukacijski projekt „Apsyrtides 2013“

2014. Istraživačko-edukacijski projekt „Grabovača 2014“ (član Organizacijskog odbora),  
Znanstveni piknik

2015. Primatijada

2016. Istraživačko-edukacijski projekt „Mura-Drava 2016“ (voditelj projekta)

### **Nagrade i priznanja**

2009. - nagrada “Antun” – priznanje za najuspješnijeg učenika 2.razreda gimnazije

2011./2012. i 2014./2015 - 2 posebne Rektorove nagrade na području prirodnih znanosti

### **Članstva**

2011.- član Udruge studenata biologije – BIUS

2012.-2014 - voditelj Sekcije za sisavce unutar BIUS-a

2014.-2015. – voditelj kolektiva Vertebrata unutar BIUS-a; član Upravnog odbora Udruge; član organizacijskog odbora Istraživačko-edukacijskog projekta „Grabovača 2014.“; član Organizacijskog odbora 1. Simpozija studenata bioloških usmjerena (SiSB 2015.)

2015. – član Nadzornog odbora Udruge

### **Fakultetski angažman**

2013./2014. – stručna laboratorijska praksa u laboratoriju za evoluciju na Zavodu za zoologiju

2014./2015. – stručna laboratorijska praksa na ponašanju životinja na Zavodu za animalnu fiziologiju

2015.-2017. – studentski predstavnik u Vijeću Biološkog odsjeka

2016. – demonstratura na Zavodu za animalnu fiziologiju, kolegij Ponašanje životinja

### **Volonterski rad**

2009/2010. – humanitarni rad u Centru za odgoj i obrazovanje „Šubićevac“

### **Vještine**

- rad na računalu (Windows, Office, Mendeley, Statistica, QGIS, PC-ORD)

- JEZICI – engleski (aktivno), talijanski (pasivno), njemački (pasivno)

- vozačka dozvola za B kategoriju vozila

## **8. PRILOZI**

**Prilog 1.** Kombinacije snimki u istraživanju ovisno o spolu, sezoni, postavu i olfaktornom signalu.

**Prilog 2.** Obrazac za bilježenje oznaka urina u istraživačkom terariju.

**Prilog 3.** Popis analiziranih ponašanja i njihov opis.

**Prilog 1.** Kombinacije snimki u istraživanju ovisno o spolu, sezoni, postavu i olfaktornom signalu

<b>Spol</b>	<b>Sezona</b>	<b>Postav</b>	<b>Olfaktorni signal</b>	<b>N (broj snimki/slučajeva)</b>
M	sezona parenja	hrana raznovrsna	mužjak dinarskog voluhara	1
M	sezona parenja	hrana raznovrsna	bez mirisa	5
M	sezona parenja	hrana raznovrsna	miris miša	0
M	sezona parenja	hrana raznovrsna	miris poskoka	0
M	sezona parenja	hrana istovrsna	mužjak dinarskog voluhara	4
M	sezona parenja	hrana istovrsna	bez mirisa	1
M	sezona parenja	hrana istovrsna	miris miša	6
M	sezona parenja	hrana istovrsna	miris poskoka	6
M	van sezone parenja	hrana raznovrsna	mužjak dinarskog voluhara	0
M	van sezone parenja	hrana raznovrsna	bez mirisa	0
M	van sezone parenja	hrana raznovrsna	miris miša	0
M	van sezone parenja	hrana raznovrsna	miris poskoka	0
M	van sezone parenja	hrana istovrsna	mužjak dinarskog voluhara	0
M	van sezone parenja	hrana istovrsna	bez mirisa	0
M	van sezone parenja	hrana istovrsna	miris miša	0
M	van sezone parenja	hrana istovrsna	miris poskoka	0
Ž	sezona parenja	hrana raznovrsna	mužjak dinarskog voluhara	1
Ž	sezona parenja	hrana raznovrsna	bez mirisa	3
Ž	sezona parenja	hrana raznovrsna	miris miša	0
Ž	sezona parenja	hrana raznovrsna	miris poskoka	0
Ž	sezona parenja	hrana istovrsna	mužjak dinarskog voluhara	1
Ž	sezona parenja	hrana istovrsna	bez mirisa	2
Ž	sezona parenja	hrana istovrsna	miris miša	4
Ž	sezona parenja	hrana istovrsna	miris poskoka	4



**Prilog 1. Nastavak**

Ž	van sezone parenja	hrana raznovrsna	mužjak dinarskog voluhara	4
Ž	van sezone parenja	hrana raznovrsna	bez mirisa	0
Ž	van sezone parenja	hrana raznovrsna	miris miša	0
Ž	van sezone parenja	hrana raznovrsna	miris poskoka	0
Ž	van sezone parenja	hrana istovrsna	mužjak dinarskog voluhara	2
Ž	van sezone parenja	hrana istovrsna	bez mirisa	2
Ž	van sezone parenja	hrana istovrsna	miris miša	4
Ž	van sezone parenja	hrana istovrsna	miris poskoka	4

**Prilog 2. Obrazac za bilježenje oznaka urina u istraživačkom terariju.****datum**

CH:

	ŽIVOTINJA:

strana ulaza: lijevo

desno

**sat:**

broj oznaka UKUPNI:	BR. OZNAKA	KAMEN
<b>mjesto oznake</b>		<b>1</b>
pločica gore lijevo (v)		2
pločica gore desno (M)		3
pločica dolje lijevo (m)		4
pločica dolje desno (v)		

**Prilog 3.** Popis analiziranih ponašanja i njihov opis.

KATEGORIJA	PONAŠANJE	OPIS	GUMB (TIPKA)
<b>Istraživanje</b>	Početak	Trenutni događaj*. Označava početak istraživanja, odnosno trenutak otvaranja vratašaca koja dijele matični terarij od istraživačkog terarija.	x
	Kraj	Trenutni događaj*. Označava kraj istraživanja, točno do kraja 12-og sata ili trenutak kada se iznese zadnji komad hrane.	y
<b>Prostor</b> (boravak u pokusnom terariju cijelim svojim tijelom, boravak na mrežici, penjanje po pokusnom terariju)	Ulaz	Ulazak životinje u istraživački terarij, bilježi se kad životinja uđe u terarij stražnjim nogama.	u
	Izlaz	Izlazak životinje iz istraživačkog terarija; boravak u matičnom terariju; bilježi se kada sa stražnjom polovicom tijela izađe iz terarija. Bilježeno samo radi lakše kasnije provjere podataka. Nije ulazilo u statističke analize.	i
	Virenje	Bilježe se samo provirivanja životinje dok prvi put ne uđe u istraživački terarij, životinja stoji u tunelu i prednjim dijelom tijela je okrenuta prema istraživačkom terariju, boravak na vratašcima i	.

**Prilog 3. Nastavak 1.**

		mostiću matičnog terarija; uključuje i boravak cijele životinje na vratašcima.	
<b>Boravak u prostoru</b> (boravak u istraživačkom terariju, bilježi se samo ako postoji nekakav kontakt životinje s hranom)**	Bliža polovica	Polovica istraživačkog terarija bliža ulaznim vratašcima.	b
	Dalja polovica	Polovica istraživačkog terarija dalja od ulaznih vratašaca.	d
<b>Hrana</b> (tip hrane)	Hrana 1	Kod istraživanja različite hrane na istoj udaljenosti označava jabuku, dok kod istraživanja iste hrane na različitoj udaljenosti označava hranu (jabuku) koja se nalazi u bližoj polovici.	1
	Hrana 2	Kod istraživanja različite hrane na istoj udaljenosti označava radič, dok kod istraživanja iste hrane na različitoj udaljenosti označava hranu (jabuku) koja se nalazi u daljoj polovici.	2
	Ostalo	Bilo kakva druga hrana (nije ni radič ni jabuka) koju je životinja donijela iz matičnog terarija i vrši nekakav kontakt s njom.	o
<b>Kontakt s hranom</b>	Njušenje	Njušenje u smjeru hrane koje traje najmanje 1 sekundu.	n
	Direktni kontakt	Direktni kontakt s hranom u obliku dodira nogama ili nekim drugim	k

Prilog 3. Nastavak 2.

		dijelom tijela, slučajni kontakt poput pada s mreže istraživačkog terarija se ne gleda kao direktni kontakt.	
	Zubi	Kontakt sa zubima, grickanje ali ne i jedenje.	z
	Nošenje	Životinja drži hranu u ustima ili je pridržava prednjim nogama. Bilježi se u trenutku kada je vidljivo podizanje hrane s podloge.	c
	Ostavljanje	Trenutni događaj*. Životinja ostavlja hranu iz usta, bilo u istraživačkom terariju ili van njega, ako životinja izađe iz terarija s hranom, to bilježimo kao ostavljanje (bilježimo na zadnjem trenutku pred ulazak u istraživački terarij).	l
	Pogled	Pogled prema hrani s trajanjem od najmanje jedne sekunde, očito zanimanje za hranu. Pogled je bilježen na udaljenosti od minimalno jedne dužine tijela životinje.	p
	Jedenje 1	Životinja jede hranu negdje u istraživačkom terariju (odmak od izvora hrane).	3
	Jedenje 2	Životinja jede hranu iznad hrpe hrane iz koje je tu hranu uzela (nema odmaka od izvora hrane).	4

### Prilog 3. Nastavak 3

<b>Skladište</b> (da li životinja ima nekakav kontakt s hranom u skladištu - ostavljanje hrane, hranjenje...)	Skladište	Životinja je u skladištu ako joj je tamo prednja polovica tijela, isto tako, ako joj je prednja polovica izvan skladišta, životinju se bilježi kao da je napustila skladište. Boravak u skladištu se bilježio jedino kada je životinja bila u kontaktu s hranom u skladištu.	s
<b>Rezervna kategorija***</b>	Ponovni unos jabuke (Button 1)	Ponovni unos jabuke; životinja se vraća u istraživački terarij s komadom jabuke, ako ne znamo s koje je hrpe (dalje ili bliže) koristimo ovu kategoriju.	

\*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.

\*\*Za određivanje bliže i dalje polovice terarija, povuče se crta preko polovice terarija uz pomoć programa za analizu snimki; životinja je prešla u drugu polovicu tek kada crtu prijeđe stražnjim nogama.

\*\*\* 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.