

# Monitoring sitnih glodavaca u UŠP Vinkovci od 2018. do 2022. godine

---

**Gobec, Lea Katarina**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2024**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Forestry and Wood Technology / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:787910>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-13**



*Repository / Repozitorij:*

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE  
ŠUMARSKI ODSJEK  
ZAVOD ZA ZAŠTITU ŠUMA I LOVNO GOSPODARENJE**

**SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ  
URBANO ŠUMARSTVO, ZAŠTITA PRIRODE I OKOLIŠA**

**LEA KATARINA GOBEC**

**Monitoring sitnih glodavaca u UŠP Vinkovci  
od 2018. do 2022. godine**

**DIPLOMSKI RAD**

**ZAGREB, rujan 2024.**

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE**  
**ŠUMARSKI ODSJEK**  
**ZAVOD ZA ZAŠTITU ŠUMA I LOVNO GOSPODARENJE**

**Monitoring sitnih glodavaca u UŠP Vinkovci**  
**od 2018. do 2022. godine**

**DIPLOMSKI RAD**

Diplomski studij:	Urbano šumarstvo, zaštita prirode i okoliša
Predmet:	Primijenjena zoekologija
Ispitno povjerenstvo:	1. (mentor) izv. prof. dr. sc. Marko Vucelja 2. (član) izv. prof. dr. sc. Milivoj Franjević 3. (član) doc. dr. sc. Kristijan Tomljanović
Student:	Lea Katarina Gobec
JMBAG:	0068232382
Datum odobrenja teme:	05.05.2023.
Datum predaje rada:	13.09.2024.
Datum obrane rada:	30.09.2024.


## PODACI O DIPLOMSKOM RADU

Zavod:	Zavod za zaštitu šuma i lovno gospodarenje
Predmet:	Primijenjena zooekologija
Mentor:	izv. prof. dr. sc. Marko Vucelja
Izradi rada pomogao:	/
Studentica:	Lea Katarina Gobec
JMBAG:	0068232382
Akadska godina:	2023./2024.
Mjesto, datum obrane:	Zagreb, 30.09.2024.
Sadržaj rada:	Br. stranica: 84 Slika: 12 Tablica: 24 Grafova: 31 Navoda literature: 68 Izvora sa interneta: 16
Sažetak:	<p>Sitni glodavci su neizostavan element šumskih ekosustava koji doprinose stabilnosti, vitalnosti i dinamici šuma, no u gospodarenim šumama također mogu prouzročiti značajne štete na pomaltnu i sjemenskom materijalu te tako otežati obnovu šuma. Kontinuirano praćenje populacija sitnih glodavaca omogućava i olakšava predikciju nastanka šteta i pravovremenu reakciju, a uz korištenje odgovarajućih zaštitarskih metoda stvara preduvjete učinkovitom sustavu integrirane zaštite od štetnika.</p> <p>Periodički značajne poteškoće u obnovi šumskih sastojina zbog aktivnosti glodavaca bilježi Uprava šuma podružnica (UŠP) Vinkovci koja zbog toga ulaže velika financijska i materijalna sredstva u mjere monitoringa i suzbijanja. U svrhu boljeg razumijevanja kretanja brojnosti sitnih glodavaca te njihovog utjecaja na pojavu oštećenja u državnim šumama, u ovome su radu analizirani rezultati sustavnog, višegodišnjeg monitoringa populacija sitnih glodavaca dostupni kroz godišnja izvješća Hrvatskog šumarskog instituta (2018. - 2022. god.) te pregled korištenja preventivnih i represivnih metoda njihove redukcije unutar UŠP Vinkovci.</p> <p>Rezultati su ukazali na pojavu prekobrojnosti glodavaca 2020. godine te na izražen pad brojnosti tijekom 2021. i 2022. godine. Miševi su predstavljali dominantnu grupu sitnih glodavaca u ulovu, dok je voluharica bilo znatno manje. Ipak, miševi i</p>

	<p>voluharice prate iste trendove kretanja brojnosti u promatranom periodu.</p> <p>Najveći intenziteti šteta utvrđeni su na šumskom sjemenu. Veličine napadnutih, odnosno tretiranih površina u UŠP Vinkovci su vrlo visoki svake godine. Sa druge strane, primjećena su određena odstupanja u vrijednostima intenziteta šteta, relativne brojnosti i napadnute, odnosno tretirane površine, zbog čega je potrebno poraditi na metodologiji terenskoga uzorkovanja i određivanju šteta te uskladiti provedbu monitoringa na svim razinama administracije.</p> <p>Daljnji monitoring sitnih glodavaca predstavlja neizostavan element uspješne kontrole njihove brojnosti u budućnosti te je temelj preventivnog i pravovremenog djelovanja kako bi se osigurala stabilnost i vitalnost šumskih ekosistema, pogotovo uz rastuće pritiske poput globalnog zatopljenja i klimatskih promjena.</p>
<p>Ključne riječi:</p>	<p>glodavci, monitoring, Vinkovci, Hrvatska, dinamika populacija, voluharice, miševi, šuma</p>

<b>Division:</b>	Institute of Forest Protection and Wildlife Management
<b>Subject:</b>	Zoocology
<b>Supervisor:</b>	assoc. prof. Marko Vucelja PhD
<b>Helped in making the thesis:</b>	/
<b>JMBAG:</b>	0068232772
<b>Student:</b>	Lea Katarina Gobec
<b>Academic year:</b>	2023./ 2024.
<b>Place and date:</b>	Zagreb,
<b>Content of the thesis:</b>	<p>Number of pages: 84  Pictures: 12  Tables: 24  Graphs: 31  References: 68  Internet sources: 16</p>
<b>Abstract:</b>	<p>Small rodents are a crucial element of forest ecosystems that contribute to the stability, vitality and dynamics of forests, but they are capable of causing major damage to saplings and tree seeds which can subsequently disrupt forest regeneration.</p> <p>Continuous monitoring of the population of small rodents enables and facilitates the prediction of damage and allows for a timely reaction, as well as creates suitable conditions for an effective system of integrated protection against pests by using the proper measures of protection. Periodically significant difficulties in the regeneration of forest stands due to the activity of rodents have been noted by the Vinkovci Forest Administration (FA), which invests large financial and material resources in monitoring and measures of protection.</p> <p>In order to better understand the trends in the abundance of small rodents and their influence on the occurrence of damages in state forests, this paper analyzes the results of systematic multi-year monitoring of small rodent populations through the annual reports of the Croatian Forestry Institute in the period from 2018 to 2022, as well as offers an overview of preventive uses and repressive methods for their reduction within the Vinkovci FA.</p>

	<p>The results indicated an overabundance of rodents in 2020 and a drastic drop in numbers in 2021 and 2022. Mice represented the dominant group of trapped small rodents, while vole numbers were significantly lower. Nevertheless, mice and voles follow the same trends in population dynamics in the observed period.</p> <p>The highest damage intensities were identified on forest seeds. The area of attacked and treated surfaces in the Vinkovci FA were very high every year. On the other hand, there are certain discrepancies in the values of damage intensity, relative abundance and attacked or treated area, which is why it is necessary to improve the methodology of field sampling and damage determination, and to coordinate the execution of monitoring at all levels of administration.</p> <p>Further monitoring of small rodents is an indispensable element of successful population control in the future and is the basis of preventive and opportune action to ensure the stability and vitality of forest ecosystems, especially with rising pressures such as global warming and climate change.</p>
<b>Keywords:</b>	rodents, monitoring, Vinkovci, Croatia, population dynamics, voles, mice, forest

	<b>IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI</b>	<b>OB FŠDT 05 07</b>
		Revizija: 2
		Datum: 29.04.2021.

„Izjavljujem da je moj diplomski rad izvorni rezultat mojega rada te da se u izradi istoga nisam koristila drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni“.

U Zagrebu, 13. rujna, 2024. godine

---

*vlastoručni potpis*

Lea Katarina Gobec



## ZAHVALA

*Iskreno se zahvaljujem svojem mentoru izv. prof. dr. sc. Marku Vucelji na nesebičnoj pomoći, podršci i kolegijalnosti pri izradi ovog diplomskog rada.*

*Zahvaljujem se svojoj obitelji koja me uvijek poticala da težim znanju i obrazovanju te što mi je pružala potporu tijekom čitavog studija. Njihova ljubav prema prirodi izvor mi je vječite inspiracije i drago mi je što imam priliku prenositi je dalje kroz struku.*

*Najviše od svega se zahvaljujem svojoj prijateljici Eleni Žilić Džeba koja je uvijek bila uz mene i pružala mi podršku kada mi je ona najviše trebala.*

# SADRŽAJ:

<b>1.</b>	<b>SAŽETAK:</b> .....	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>UVOD</b> .....	<b>2</b>
<b>3.</b>	<b>PREDMET ISTRAŽIVANJA</b> .....	<b>3</b>
<b>3.1.</b>	<b>Porodica miševa i štakora (Muridae, Illiger, 1811)</b> .....	<b>3</b>
3.1.1.	Voluharice (potporodica Arvicolinae, Gray 1821) .....	4
3.1.1.1.	Šumaska voluharica ( <i>Clethrionomys (Myodes) glareolus</i> Schreber 1780) .....	4
3.1.1.2.	Livadna voluharica ( <i>Microtus agrestis</i> Linnaeus 1761).....	6
3.1.1.3.	Poljska voluharica ( <i>Microtus arvalis</i> Pallas 1778).....	8
3.1.2.	Miševi (Murinae Illiger 1811) .....	9
3.1.2.1.	Poljski miš ( <i>Apodemus agrarius</i> Pallas 1771).....	10
3.1.2.2.	Žutogrli šumski miš ( <i>Apodemus flavicolis</i> Melchior 1834) .....	11
3.1.2.3.	Šumski miš ( <i>Apodemus sylvaticus</i> Linnaeus 1758).....	13
<b>3.2.</b>	<b>Dinamika šumskih glodavaca</b> .....	<b>14</b>
3.2.1.	Utjecaj klimatskih promjena, antropogenih aktivnosti i gospodarenja šumama na dinamiku populacija glodavaca.....	16
<b>3.3.</b>	<b>Štete nastale aktivnošću sitnih glodavaca:</b> .....	<b>18</b>
3.3.1.	Suzbijanje sitnih glodavaca.....	20
<b>3.4.</b>	<b>Monitoring sitnih glodavaca</b> .....	<b>23</b>
<b>4.</b>	<b>CILJ ISTRAŽIVANJA:</b> .....	<b>25</b>
<b>5.</b>	<b>MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA</b> .....	<b>26</b>
<b>5.1.</b>	<b>Područje istraživanja</b> .....	<b>26</b>
5.1.1.	Šumske zajednice UŠP Vinkovci.....	27
5.1.2.	Klimatska obilježja UŠP Vinkovci od 2018. do 2022. godine .....	28
<b>6.</b>	<b>REZULTATI</b> .....	<b>30</b>
<b>6.1.</b>	<b>Relativna brojnost sitnih glodavaca u UŠP Vinkovci</b> .....	<b>30</b>
<b>6.2.</b>	<b>Brojnost miševa na području UŠP Vinkovci</b> .....	<b>34</b>
6.2.1.	Relativna brojnost miševa u UŠP Vinkovci.....	37
<b>6.3.</b>	<b>Brojnost voluharica na području UŠP Vinkovci</b> .....	<b>41</b>
6.3.1.	Relativna brojnost voluharica na području UŠP Vinkovci .....	44
<b>6.4.</b>	<b>Omjer glavnih grupa glodavaca u UŠP Vinkovci</b> .....	<b>49</b>
<b>6.5.</b>	<b>Intenzitet napada sitnih glodavaca u UŠP Vinkovci:</b> .....	<b>51</b>
6.5.1.	Intenzitet napada sitnih glodavaca na kori pomlatka (INP1) u UŠP Vinkovci: ...	51
6.5.2.	Intenzitet napada sitnih glodavaca na korijenu pomlatka (INP2) u UŠP Vinkovci	53
6.5.3.	Intenzitet napada sitnih glodavaca na sjemenu (INS) u UŠP Vinkovci.....	55
6.5.4.	Analiza korelacije relativne brojnosti i intenziteta napada u UŠP Vinkovci.....	57
6.5.4.1.	Odnos relativne brojnosti (RB) i intenziteta napada sitnih glodavaca na kori pomlatka (INP1).....	57
6.5.4.2.	Odnos relativne brojnosti (RB) i intenziteta napada sitnih glodavaca na korijenu pomlatka (INP2) .....	58

6.5.4.3.	<i>Odnos relativne brojnosti (RB) i intenziteta napada sitnih glodavaca na sjemenu (INS).....</i>	59
6.5.4.4.	<i>Odnos ukupne vrijednosti relativne brojnosti (RB) i ukupne vrijednosti pojedinih kategorija intenziteta napada .....</i>	60
6.5.5.	<i>Površina pod napadom sitnih glodavaca u UŠP Vinkovci.....</i>	62
6.5.5.1.	<i>Odnos prosječne relativne brojnosti i napadnute, odnosno tretirane površine u UŠP Vinkovci .....</i>	64
<b>7.</b>	<b>RASPRAVA.....</b>	<b>66</b>
7.1.	<b>Relativna brojnost.....</b>	<b>66</b>
7.2.	<b>Brojnost miševa.....</b>	<b>67</b>
7.3.	<b>Brojnost voluharica .....</b>	<b>69</b>
7.4.	<b>Odnos broja miševa i voluharica .....</b>	<b>70</b>
7.5.	<b>Intenzitet napada na kori pomlatka (INP1) .....</b>	<b>71</b>
7.6.	<b>Intenzitet napada na korijenu pomlatka (INP2).....</b>	<b>72</b>
7.7.	<b>Intenzitet napada na sjemenu (INS).....</b>	<b>73</b>
7.8.	<b>Odnos relativne brojnosti i intenziteta napada na kori i korijenu pomlatka te sjemenu .....</b>	<b>73</b>
7.9.	<b>Napadnuta i tretirana površina u UŠP Vinkovci.....</b>	<b>74</b>
<b>8.</b>	<b>ZAKLJUČAK: .....</b>	<b>76</b>
<b>9.</b>	<b>LITERATURA:.....</b>	<b>78</b>
9.1.	<b>Izvori sa interneta: .....</b>	<b>83</b>

## **Popis slika:**

**Slika 1.** Rasprostranjenost šumske voluharice (*Clethrionomys glareolus* Schreber 1780)

**Slika 2.** Šumska voluharica (*Clethrionomys glareolus* Schreber 1780)

**Slika 3.** Rasprostranjenost livadne voluharice (*Microtus agrestis* Linnaeus 1761)

**Slika 4.** Livadna voluharica (*Microtus agrestis* Linnaeus 1761)

**Slika 5.** Rasprostranjenost poljske voluharice (*Microtus arvalis* Pallas 1778)

**Slika 6.** Poljska voluharica (*Microtus arvalis* Pallas 1778)

**Slika 7.** Rasprostranjenost poljskog miša (*Apodemus agrarius* Pallas 1771)

**Slika 8.** Poljski miš (*Apodemus agrarius* Pallas 1771)

**Slika 9.** Rasprostranjenost žutogrlog šumskog miša (*Apodemus flavicollis* Melchior 1834)

**Slika 10.** Žutogrli šumski miš (*Apodemus flavicollis* Melchior 1834)

**Slika 11.** Rasprostranjenost šumskog miša (*Apodemus sylvaticus* Linnaeus 1758)

**Slika 12.** Šumski miš (*Apodemus sylvaticus* Linnaeus 1758)

## **Popis tablica:**

**Tablica 1.** Relativna brojnost sitnih glodavaca (%) na području UŠP Vinkovci od 2018. do 2022. godine

**Tablica 2.** Tukey HSD test za relativnu brojnost sitnih glodavaca u UŠP Vinkovci s obzirom na godinu

**Tablica 3.** Zabilježeni broj jedinki miševa u UŠP Vinkovci u razdoblju od 2018. do 2022. godine

**Tablica 4.** Tukey HSD test za zabilježeni broj miševa po godinama u UŠP Vinkovci

**Tablica 5.** Relativna brojnost miševa na području UŠP Vinkovci od 2018. do 2022. godine

**Tablica 6.** Tukey HSD test za relativnu brojnost miševa u UŠP Vinkovci s obzirom na godinu

**Tablica 7.** Zabilježeni broj jedinki voluharica u UŠP Vinkovci u razdoblju od 2018. do 2022. godine

**Tablica 8.** Tukey HSD test za zabilježeni broj voluharica po godinama u UŠP Vinkovci

**Tablica 9.** Relativna brojnost voluharica na području UŠP Vinkovci od 2018. do 2022. godine

**Tablica 10.** Tukey HSD test za relativnu brojnost voluharica s obzirom na mjesto uzorkovanja u UŠP Vinkovci

**Tablica 11.** Ukupan broj sitnih glodavaca na području UŠP Vinkovci od 2018. do 2022. godine

**Tablica 12.** Odnos ukupnog broja sitnih glodavaca u postocima na području UŠP vinkovci od 2018. do 2022. godine

**Tablica 13.** Intenzitet napada glodavaca na koru pomlatka u UŠP Vinkovci od 2018. do 2022. godine izražene u postocima

**Tablica 14.** Pregled intenziteta napada na kori pomladaka (INP1) po gospodarskim jedinicama u UŠP Vinkovci sa pratećim podacima

**Tablica 15.** Intenzitet napada na korijenu pomlatka (INP2) u UŠP Vinkovci od 2018. do 2022. godine izražene u postocima

**Tablica 16.** Pregled intenziteta napada na korijen pomlatka (INP2) po gospodarskim jedinicama UŠP Vinkovci sa pratećim podacima

**Tablica 17.** Intenzitet napada na sjemenu u UŠP Vinkovci od 2018. do 2022. godine izražen u postocima

**Tablica 18.** Pregled intenziteta napada sitnih glodavaca na sjemenu (INS) po gospodarskim jedinicama UŠP Vinkovci sa pratećim podacima

**Tablica 19.** Regresijska analiza relativne brojnost i intenziteta napada na kori pomlatka na području UŠP Vinkovci od 2018. do 2022. godine

**Tablica 20.** Regresijska analiza relativne brojnost i intenziteta napada na korijenu pomlatka na području UŠP Vinkovci od 2018. do 2022. godine

**Tablica 21.** Regresijska analiza relativne brojnost i intenziteta napada na sjemenu na području UŠP Vinkovci od 2018. do 2022. godine

**Tablica 22.** Regresijska analiza ukupne relativne brojnost i ukupnog intenziteta napada po kategorijama na području UŠP Vinkovci s obzirom na mjesto uzorkovanja

**Tablica 23.** Napadnuta i tretirana površina (ha) u UŠP Vinkovci u razdoblju od 2018. do 2022. godine

**Tablica 24.** Tukey HSD test – napadnuta i tretirana površina (ha) u UŠP Vinkovci s obzirom na godinu

## **Popis grafova:**

**Graf 1.** Relativna brojnost sitnih glodavaca na području UŠP Vinkovci od 2018. do 2022. godine s obzirom na godinu uzorkovanja

**Graf 2.** Kutijasti dijagram relativne brojnosti (%) sitnih glodavaca u UŠP Vinkovci s obzirom na godinu uzorkovanja

**Graf 3.** Relativna brojnost sitnih glodavaca u UŠP Vinkovci od 2018. do 2022. godine s obzirom na mjesto uzorkovanja

**Graf 4.** Zabilježeni broj miševa po godini u UŠP Vinkovci od 2018. do 2022. godine

**Graf 5.** Kutijasti dijagram zabilježenog broja miševa po godini na području UŠP Vinkovci u periodu od 2018. do 2022. godine

**Graf 6.** Zabilježeni broj miševa po mjestu uzorkovanja u UŠP Vinkovci od 2018. do 2022. godine

**Graf 7.** Relativna brojnost miševa u UŠP Vinkovci od 2018. do 2022. godine s obzirom na godinu uzorkovanja

**Graf 8.** Kutijasti dijagram relativne brojnosti miševa u UŠP Vinkovci s obzirom na godinu uzorkovanja

**Graf 9.** Relativna brojnost miševa u UŠP Vinkovci s obzirom na mjesto uzorkovanja

**Graf 10.** Zabilježeni broj voluharica na području u UŠP Vinkovci s obzirom na godinu uzorkovanja

**Graf 11.** Kutijasti dijagram zabilježenog broja voluharica na području UŠP Vinkovci s obzirom na godinu uzorkovanja

**Graf 12.** Zabilježeni broj voluharica po mjestu uzorkovanja u UŠP Vinkovci od 2018. do 2022. godine

**Graf 13.** Kutijasti dijagram relativne brojnosti voluharica u UŠP Vinkovci s obzirom na godinu

**Graf 14.** Relativna brojnost voluharica u UŠP Vinkovci s obzirom na godinu uzorkovanja

**Graf 15.** Relativna brojnost voluharica u UŠP Vinkovci s obzirom na mjesto uzorkovanja

**Graf 16.** Ukupan broj sitnih glodavaca u UŠP Vinkovci s obzirom na godinu

**Graf 17.** Odnos broja sitnih glodavaca u UŠP Vinkovci s obzirom na godinu

**Graf 18.** Pozitivna korelacija ukupne vrijednosti relativne brojnosti sitnih glodavaca i ukupnih vrijednosti intenziteta napada na kori pomlatka u UŠP Vinkovci

**Graf 19.** Odnos prosječne napadnute površine (ha) i prosječne relativne brojnosti glodavaca (%) u UŠP Vinkovci s obzirom na godinu promatranja

**Graf 20.** Korelacija prosječne relativne brojnosti (%) sitnih glodavaca i prosječne napadnute površine (ha) u UŠP Vinkovci s obzirom na mjesto izmjere

**Graf 21.** Odnos prosječne veličine napadnute površine (ha) i prosječne relativne brojnosti (%) sitnih glodavaca u UŠP Vinkovci s obzirom na mjesto izmjere



## 1. SAŽETAK:

Sitni glodavci čine važnu skupinu organizama koji imaju bitnu ulogu u dinamici, ravnoteži i stabilnosti šumskih ekosistema. Njihove populacije sklone su naglim, intenzivnim i često nepredvidivim promjenama brojnosti, koje se mogu negativno odraziti na njihovom staništu u obliku šteta, primarno na vegetaciji.

Brojnost sitnih glodavaca, ovisi o brojnim čimbenicima, a ponajprije o klimi i dostupnosti hrane. Vrhunci brojnosti nerijetko nastupaju u godini nakon punog uroda sjemena šumskog drveća te rezultiraju većim intenzitetom šteta koji mogu poprimiti katastrofalne razmjere, onemogućiti pravilan rast i razvoj šumskih sastojina te otežati održivo gospodarenje šumama.

Uvidom u rezultate sustavnog monitoringa sitnih glodavaca u državnim šumama na području Uprave šuma Podružnica (UŠP) Vinkovci od 2018. do 2022. godine utvrđen je vrhunac brojnosti glodavaca u 2020. godini, sa prosječnom vrijednosti relativne brojnosti od 10,63%, koji je popraćen izrazito niskim vrijednostima narednih dvije godine. Godišnji udio miševa je tijekom cijelog promatranog perioda bio znatno veći naspram voluharica te su prosječno iznosili 88,4% ulova. Između populacija miševa i voluharica utvrđene su slične oscilacije u brojnosti.

Ukupan prosječni intenzitet napada tijekom promatranog petogodišnjeg perioda je na kori pomlatka iznosio 0,26%, a na korijenu pomlatka 0,24%. Najveći ukupni prosječni intenzitet napada primjećen je na sjemenu te iznosi 0,44%, što se podudara sa prehrambenim navikama dominantne vrste glodavaca, odnosno miševa. Nije dokazano postojanje korelacije između relativne brojnosti i intenziteta šteta, što je moguće pripisati otežanoj determinaciji šteta zbog terenskih uvjeta, poput povećane količine prizemnog rašća.

Sa druge strane, iznosi napadnutih i tretiranih površina u UŠP Vinkovci su u promatranom petogodišnjem periodu bili vrlo visoki, sa ukupnom napadnutom, odnosno tretiranom površinom od 9592 ha. Odstupanja u vrijednostima intenziteta šteta, relativne brojnosti i veličine napadnute, odnosno tretirane površine, naglašava potrebu za poboljšanjem metodologije utvrđivanja šteta. Također, diskontinuiranost i nedostatak podataka te pojedine nejasnoće u izvještajima provedenog monitoringa ukazuju na potrebu daljnjeg usklađivanja procesa provedbe monitoringa na svim razinama administracije koji bi osigurao kvalitetniji uvid u dinamiku sitnih glodavaca i na taj način predstavio temelj održivoj, ekološki prihvatljivoj kontroli brojnosti i prevenciji šteta.

## 2. UVOD

Sitni glodavci predstavljaju neizostavan dio šumskih ekosustava – u hranidbenom lancu čine primarne potrošače te služe kao izvor hrane za mnoge grabežljivce, sudjeluju u rasprostranjivanju sjemena i kontroli populacije kukaca, recikliraju i distribuiraju hranjiva unutar ekosistema, rovanjem prozračuju tlo te su važan čimbenik u dinamici šume (Margaletić 2006).

Dinamika populacija sitnih glodavaca podložna je promjenama na sezonskoj, godišnjoj i višegodišnjoj razini. Opće je prihvaćeno da se vrhunci populacije glodavaca primarno javljaju kao rezultat produžene sezone razmnožavanja i bolje dostupnosti hrane u godinama nakon punog uroda. Masovne pojave glodavaca mogu uvelike utjecati na šumske ekosustave zbog njihove mogućnosti da uzrokuju znatne štete na kori i korijenju pomlatka, kao i na šumskom sjemenu što zatim negativno utječe na uspješnost regeneracije sastojine i njeno zdravstveno stanje (Kamler i sur. 2011, Videc 2006). Šumski ekosustavi u Republici Hrvatskoj predstavljaju neizmjerljivo važna prirodna bogatstva te prekrivaju približno 49% kopnene površine države, stoga je zaštita protiv šteta od glodavaca neizostavan dio održivog gospodarenja šumama ('Forests in Croatia', FSC Adria-Balkan).

U Republici Hrvatskoj se kontrola populacije sitnih glodavaca od početka 1980ih godina temelji na korištenju kemijskih sredstava (rodenticida) za potrebe redukcije brojnosti (Kuzele 2011). Ipak, upotreba kemijskih sredstava za suzbijanje je ograničena ili zabranjena prema zakonodavstvu Europske Unije čijih je Republika Hrvatska članica, te prema odredbama Vijeća za Nadzor Šuma (Forest Stewardship Council – FSC) čiji nositelj su Hrvatske Šume d.o.o. koji gospodare šumama u državnom vlasništvu (Bjedov i sur. 2017). Nadalje, određeni sitni glodavci, poput neke vrste roda *Rattus* i roda *Microtus*, počeli su razvijati rezistentnost na određena sredstva (Books i Rowe 1987) ili ih jednostavno izbjegavaju (Santini 1986), a pojedini autori napominju da se korištenjem kemijskih sredstava suzbijanja ne osiguravaju zadovoljavajući rezultati u kontroli brojnosti sitnih glodavaca (Koehler i sur. 1990). Javlja se potreba za alternativnim rješenjima, primarno preventivnim, koja bi mogla osigurati bolje rezultate.

Ključan čimbenik u uspješnoj kontroli populacija glodavaca je poznavanje njihove ekologije, biologije i kretanja njihove dinamike (Videc 2006). Kontinuirani, dugoročni monitoring i integrirano gospodarenje glodavcima osiguravaju uspješno praćenje brojnosti sitnih glodavaca i omogućuju stvaranje novih spoznaja o njihovoj ekologiji kako bi se primijenile odgovarajuće, ekološki prihvatljivije metode prevencije i suzbijanja, te osigurala stabilnost šumskih ekosustava (Singleton 2010).

### 3. PREDMET ISTRAŽIVANJA

Kontrola brojnosti sitnih glodavaca predstavlja kompliciran i opsežan segment integrirane zaštite šuma. Odabir pravog pristupa kontroli brojnosti ključno je za uspješnu prevenciju negativnog utjecaja sitnih glodavaca na šumski ekosustav, no u današnje vrijeme glavne mjere suzbijanja još uvijek čine kemijska sredstva, odnosno rodenticidi, koji mogu rezultirati neželjenim posljedicama. Javlja se potreba za boljim, ekološki prihvatljivijem pristupu koji bi osigurao uspješnu redukciju brojnosti glodavaca pri kritičnim razinama.

Temelj za održivu, sveobuhvatnu i djelotvornu kontrolu brojnosti sitnih glodavaca čine stručno poznavanje biologije pojedinih šumskih vrsta sitnih glodavaca, njihove ekologije i šteta koje uzrokuju te kvalitetan i sveobuhvatan monitoring koji daje uvid u kretanje dinamike populacija sitnih glodavaca, intenzitete šteta i pojavu kritičnih razina brojnosti koje upućuju na potrebu reakcije mjerama zaštite.

#### 3.1. Porodica miševa i štakora (Muridae, Illiger 1811)

Porodica pravih miševa i štakora (Muridae, Illiger 1811) predstavlja najveću porodicu sisavaca te uključuje više od 1383 vrste, odnosno dvije trećine ukupnog broja vrsta glodavaca (red Rodentia, Bowdich 1821) ('Muridae', Encyclopedia Britannica).

Ovu skupinu karakteriziraju snažno razvijeni gornji i donji sjekutići srpolikog oblika sa izoštranim vrhovima koje koriste poput dljeta za glodanje, te koji nemaju korijen i rastu čitavog života (Corrigan 2001, prema: Katranovski i Katranovski 2021). Očnjaci su im nerazvijeni te se na njihovom mjestu nalazi takozvana krezubina (dijastema) koja čini prazan prostor između sjekutića i kutnjaka

Vrste podreda Myomorpha rasprostranjene su diljem svijeta te su inteligentne, djelomično podzemne životinje koje su primarno nokturalne. Najvažnije osjetilo im je sluh, a miris je bitan za izbor hrane, razmnožavanje, podizanje mladunaca i međusobno raspoznavanje. Osjet okusa im je također relativno dobro razvijen, a raspoznavanje kvalitete i primamljivosti hrane ovisi o okusu, mirisu i izgledu. Općenito su biljožderi, a najčešće granivori (u prehrani dominira sjeme različitih biljnih vrsta).

Imaju vrlo visoki reproduktivni potencijal i kratki period spolnog sazrijevanja što dovodi do brzog porasta brojnosti u relativno kratkom vremenu (eksponencijalni rast). Određene vrste pokazuju fenomen gradacije gdje brojnost populacija doseže minimume i maksimume u višegodišnjem periodu, a koji je uvjetovan vanjskim i endogenim faktorima (Katranovski i Katranovski 2021). Ukoliko su životni uvjeti povoljni, jedinke se mogu razmnožavati tijekom čitave godine. Mladi se rađaju goli, zatvorenih očiju i slušnih kanala.

Porodica Muridae dijeli se na više potporodica, a za nizinske šumske ekosustave Republike Hrvatske važno je istaknuti vrste potporodice voluharica (Arvicolinae, Gray 1821) i pravih miševa (Murinae, Illiger 1811).

### 3.1.1. Voluharice (potporodica Arvicolinae, Gray 1821)

Potporodica voluharica (Arvicolinae) uključuje 28 rodova te ukupno 151 vrstu. Vrste ove potporodice relativno su ujednačena izgleda, a rasprostranjene su diljem Sjeverne polutke na različitim tipovima staništa.

Njihova tijela su zbijena, sa malim, zaobljenim ušima i tupom njuškom. Imaju relativno velike lubanje, rep im je uvijek kraći od glave i trupa, a gusta dlaka im je raznih tekstura.

Iako mnogo vrsta ima usklađenu sezonu parenja tijekom toplijih mjeseci u godini, većina voluharica je poligamna te se mogu, ako to okolišni uvjeti omoguće, pariti cijele godine. Ovulacija im je najčešće inducirana prisutnošću mužjaka ili samom akcijom parenja (Poor 2005a). Kote se više puta godišnje, a gestacija im je relativno kratka, odnosno do mjesec dana. Imaju velik broj mladunaca po okotu, a spolnu zrelost postižu vrlo brzo, već unutar par tjedana.

Životni vijek im je kratak. Primarno su biljožderi, iako su neke vrste svežderi. Mnoge vrste su aktivne danju i noću, iako postoje vrste koje su striktno nokturnalne ili diurnalne. Kao primarni i sekundarni potrošači, važan su izvor hrane za mnoge ptice grabljivice, zvijeri i zmije.

Najvažnije vrste ove potporodice u Republici Hrvatskoj čine šumska voluharica (*Clethrionomys (Myodes) glareolus*), livadna voluharica (*Microtus agrestis*) te poljska voluharica (*Microtus arvalis*).

#### 3.1.1.1. Šumaska voluharica (*Clethrionomys (Myodes) glareolus* Schreber 1780)

Šumska voluharica nedavno je preimenovana iz *Myodes glareolus* u *Clethrionomys glareolus* jer je naziv roda *Myodes* sinonim za rod *Lemmus* što bi u znanstvenom svijetu dovelo do nesuglasica i potencionalnog širenja krivih podataka (Kryštufek i sur. 2019).

Šumska voluharica najrasprostranjenija je vrsta unutar potporodice voluharica (Arvicolinae) te se njezin areal proteže od Europe preko središnje Azije, a u znatnom broju je prisutna u Finskoj i Ujedinjenom Kraljevstvu (Slika 1). Stanište joj čine šume, grmlje, obale vodenih tokova i močvare. Preferiraju listopadne i crnogorične šume te su česte u tajgama.



**Slika 1.** Rasprostranjenost šumske voluharice (*Clethrionomys glareolus* Schreber 1780)

Izvor: Osado, 2010. Range map of bank vole (*Myodes glareolus*). Wikimedia Commons.

[https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Mapa\\_Myodes\\_glareolus.png](https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Mapa_Myodes_glareolus.png) (Pristupljeno: 10.9.2024.)

Šumske voluharice mogu narasti do 8–11 cm u duljinu, a rep im je relativno kratak, duljine između 3,5 i 7 cm (‘Šumska voluharica (*Myodes glareolus*)’, Štetnici Hr). Imaju veće oči i uši nego neke druge vrste voluharica (poput poljske). Krzno im je višebojno, crvenkasto-smeđe na leđima, sivo na bokovima te bijele do žućkaste boje na trbuhu. Ženke i mužjaci su slične veličine i težine (Slika 2).



**Slika 2.** Šumska voluharica (*Clethrionomys glareolus* Schreber 1780)

Izvor: Zwerver, R. Bank vole hiding between the leaves. Free Nature Images, Saxifraga Images.

<http://www.freenatureimages.eu/animals/Mammalia%2C%20Zoogdieren%2C%20Mammals/Clethrionomys%20glareolus%2C%20Bank%20Vole/index.html#Clethrionomys%2520glareolus%252016%252C%2520Rosse%2520woelmuis%252C%2520Saxifraga-Rudmer%2520Zwerver.jpg> (Pristupljeno: 10.9.2024.)

Imaju izraženu hijerarhiju gdje su ženke dominantnije nad mužjacima, pogotovo tijekom sezone parenja (Horne i Ylönen 1998, prema: Lundrigan i Muller 2003). Sezona parenja traje od travnja do listopada, a ženke imaju 4–5 okota po sezoni te u svakom okotu 3–5 mladunčadi, za

koje se ženke brinu same ('Šumska voluharica (*Myodes glareolus*)', Štetnici Hr). Gnijezda čine od trave i druge vegetacije.

Šumske voluharice imaju relativno kratak život te žive od 12 do 18 mjeseci (Corbet i Ovenden 1980, prema: Katranovski i Katranovski 2021). Većina odraslih jedinki uspije preživjeti samo jednu sezonu parenja.

Iako se smatraju dnevnim i noćnim životinjama, ipak su najaktivnije u sumrak. Skrivaju se u podzemnim tunelima ili ispod trave i vegetacije. Svežderi su, ali dijeta im se mijenja sa godišnjim dobom i sa njihovom lokacijom. Primarno uključuje zelene dijelove biljaka, plodove i sjemenke dostupnih stabala, poput trešnja (*Prunus avium*), hrasta kitnjaka (*Quercus petrea*) i srebrnolisne lipe (*Tilia tomentosa*), a od listopada do sredine travnja hrani se korom drveća (Katranovski i Katranovski 2021). U ljeto i jesen prikupljaju hranu i gomilaju je u podzemnim tunelima i prostorijama kako bi osigurali zalihe za zimu.

### 3.1.1.2. Livadna voluharica (*Microtus agrestis* Linnaeus 1761)

Livadna voluharica (*Microtus agrestis* Linnaeus 1761) rasprostranjena je diljem Europe, od Skandinavije do Alpa, Pirineja i sjevernog Portugala te od Škotske i obližnjih otoka do Balkanskog poluotoka, južnog Urala, Mongolije, sjeverozapadne Kine i područja Bajkalskog jezera u Rusiji, a pojavljuje se do 2100 metara nadmorske visine (Mathias i sur. 2017) (Slika 3). Česta je na vlažnim livadama, uz rijeke i u šumama sa gustim prizemnim rašćem. Preferira staništa gdje postoje dobro ustanovljene linije kretanja na razini zemlje uz koje gradi otvore svojih tunela.



**Slika 3.** Rasprostranjenost livadne voluharice (*Microtus agrestis* Linnaeus 1761)

Izvor: Mathias, M. da L., 2017. Distribution of *Microtus agrestis*. ResearchGate.

[https://www.researchgate.net/figure/Distribution-of-Microtus-agrestis-The-species-distribution-in-central-Russia-is-poorly\\_fig2\\_318506076](https://www.researchgate.net/figure/Distribution-of-Microtus-agrestis-The-species-distribution-in-central-Russia-is-poorly_fig2_318506076) (Pristupljeno: 9.9.2024.)

Krzno livadne voluharice je relativno dugo. Najčešće je sivkasto smeđe do kestenjasto smeđe boje, a ponekad dostiže riđe nijanse (Slika 4). Trbušna strana tijela je nešto svjetlije smeđe ili ujednačeno sive boje. Mladunci imaju krzno tamnije boje od odraslih jedinki. Glava im je velika i kratka, sa zaobljenim ušima prekrivenim dlakom i sa tupom njuškom. Veličina tijela joj je od 8 do 13 centimetara, a rep duljine 2 do 5 centimetara. Mužjaci su često malo veći od ženka.



**Slika 4.** Livadna voluharica (*Microtus agrestis* Linnaeus 1761)

Izvor: Zwerver, R. 'Vield vole (*Microtus agrestis*) sitting.

' *Free Nature Images*. Saxifraga Images. Web.

<http://www.freenatureimages.eu/Animals/Mammalia%2C%20Zoogdieren%2C%20Mammals/Microtus%20agrestis/index.html#Microtus%2520agrestis%25205%252C%2520Aardmuis%252C%2520Saxifraga-Rudmer%2520Zwerver.jpg>. (Preuzeto: 9. rujna 2024.)

Vrlo je slična poljskoj voluharici (*Microtus arvalis*), ali glavna razlika je u boji krzna i u fizičkoj veličini. Poljska voluharica je više žućkasto smeđa te nešto manjih dimenzija. Također, poljska voluharica ima kraću dlaku uz bazu ušiju za razliku od poljske voluharice. Uši livadne voluharice su do pola ili u potpunosti prekrivene krznom.

Razmnožavanje joj je sezonalno. Započinje u ožujku i traje do listopada, a ženke imaju 3–7 legla godišnje s 2–6 mladunaca po leglu ('Livadna voluharica (*Microtus agrestis*)', Štetnici Hr). Gnijezda su sastavljena od suhe trave te su okrugla i najčešće se nalaze ispod korijena sa zaštitom guste vegetacije. Žive 14–16 mjeseci, a mortalitet je jako visok u prvih mjesec dana života, posebno tijekom ljeta (Andera 1981).

Hrane se lišćem i stabljikama trava, dvosupnicama i papratima. Preferiraju mesnatije sjemenke i plodove od malih, kišobranastih biljaka u proljeće i ljeto. Značajne štete čini glodanjem na kori, često duž cijelog opsega stabala te najčešće kada ispod snježnog pokrivača.

### 3.1.1.3. Poljska voluharica (*Microtus arvalis* Pallas 1778)

Poljska voluharica (*Microtus arvalis* Pallas 1778) prisutna je od sjeverne Španjolske, do južne granice Turske i sve do Mongolije (Slika 5). Tipično stanište je joj je stepa, na suhom i rastresitom staništu, no također se pojavljuje u šumskim sastojinama sa gustom vegetacijom, kao što su mlade sastojine ili one koje usko graniče sa poljoprivrednom površinom, te na livadama, pašnjacima i poljoprivrednim površinama (Katranovski i Katranovski 2021).



**Slika 5.** Rasprostranjenost poljske voluharice (*Microtus arvalis* Pallas 1778)

(Izvor: *Microtus arvalis*, 2008. IUCN (International Union for Conservation of Nature).

<https://www.iucnredlist.org/species/13488/22351133> (Pristupljeno: 9.9.2024.)

Ima smeđe-sivo krzno koje je na donjoj strani tijela nešto svjetlije boje (Slika 6). Uši su joj male te se gotovo ne vide na prvi pogled, a rep joj je kratak. Duljina tijela joj je u prosjeku 113,66 mm, a težina 27,5 g (Noble 2017).



**Slika 6.** Poljska voluharica (*Microtus arvalis* Pallas 1778)

Izvor: Zwerver, R. *Microtus arvalis* 4, Veldmuis. Free Nature Images, Saxifraga Images.

<http://www.freenatureimages.eu/Animals/Mammalia%20Zoogdieren%20Mammals/Microtus%20arvalis/index.html#Microtus%2520arvalis%25204%252C%2520Veldmuis%252C%2520Saxifraga-Rudmer%2520Zwerver.jpg> (Pristupljeno: 9.9.2024.)



Sezona parenja traje od početka travnja do početka listopada. Spolnu zrelost dostižu nakon 30-35 dana starosti, imaju 4-7 okota godišnje, gestacija traje 20 dana, a broj mladih po okotu je između 4 i 8 (Katranovski i Katranovski 2021). Mladunci koji se okote u rano proljeće mogu se razmnožavati već iste godine, ali žive kraće, tek oko 8 mjeseci, dok oni koji se okote ljeti žive do 18 mjeseci, ali se razmnožavaju tek iduće kalendarske godine (Baláž 2010).

Ženke žive solitarno ili u grupama, a grupe formiraju kada je mortalitet odraslih visok te tijekom visokih gustoća populacija. Tada u podzemnim nastambama mogu živjeti približno tri ženke, a mužjaci također znaju pridonijeti brizi za mladunce. Podzemna skloništa dostižu do 50 cm u dubinu, a imaju do 6 izlaznih rupa i nekoliko prostorija ('Poljska voluharica (*Microtus arvalis*)', Štetnici Hr). Poljske voluharice žive otprilike jednu godinu, no većina voluharica neće doživjeti dulje od jednog mjeseca starosti (Noble 2017).

Aktivne su danju i noću, iako su diurnalne više tijekom zime, nego tijekom ljeta. Također, mladunci su više noćni, kao i seksualno aktivne jedinke, a veća aktivnost noću prisutna je tijekom toplijih dana i kada se nalaze u staništima u kojima mogu stvoriti podzemne tunele. Ne hiberniraju, a život u grupama im omogućuje veću stopu preživljavanja. Svoj dnevni ritam sinkroniziraju kako bi se zaštitili od predatora, odnosno najčešće odlaze tražiti hranu istovremeno.

Hrane se zeljastim biljkama i travom, a često i agrikulturnim urodom. Jednosupnice im čine preko 85% dijete, osim tijekom srpnja i kolovoza kada se poljske voluharice najviše hrane dvosupnicama (47%) i sjemenom (28%) (Hoogenboom i sur. 1984). Jedu ispod zemlje u podzemnim tunelima ili pod zaklonom travnate vegetacije. Najveće štete čini upravo u poljoprivredi te na drvenastim vrstama u rasadnicima i voćnjacima.

### 3.1.2. Miševi (*Murinae* Illiger 1811)

Potporodica *Murinae* uključuje 126 rodova sa ukupno 561 vrstom, koje su rasprostranjene na svakom kontinentu, osim na Antarktici (Musser i Carleton 2005, prema: Poor 2005). Nastanjuju širok raspon staništa te su također prisutni na područjima velikih ekstrema, poput pustinja, a pojavljuju se na nadmorskim visinama do 4000 metara.

Ova potporodica uključuje vrste vrlo različitih oblika i veličina. Mnoge vrste su poligamne, grade gnijezda i imaju nekoliko okota godišnje. Ne žive dugo te rijetko koja vrsta živi dulje od 3 godine. Imaju širok raspon prehrane te su važan izvor plijena za mnoge predatore. Zbog velikog reproduktivnog potencijala i mogućnosti prilagodbe, često predstavljaju problem kao invazivne vrste (Aplin i Ford 2004). Prijenosnici su bolesti i parazita, a mnoge vrste uspješno preživljavaju u urbanim sredinama gdje ovise o antropogenom otpadu kao izvoru hrane.

Važne vrste unutar potporodice Murinae koje imaju veliki utjecaj na gospodarenje šumama u Republici Hrvatskoj su poljski miš (*Apodemus agrarius*), šumski miš (*Apodemus sylvaticus*) te žutogrli poljski miš (*Apodemus flavicollis*).

### 3.1.2.1. Poljski miš (*Apodemus agrarius* Pallas 1771)

Poljski miš (*Apodemus agrarius* Pallas 1771) najbrojnija je i najraširenija vrsta roda *Apodemus*. Rasprostranjen je diljem umjerene zone Palearktika, a areal mu je podijeljen na dvije odvojene zone – na zapadnu koja uključuje Europu, Sibir i Kazahstan, te istočnu koja je rasprostranjena istočnim dijelom Kine (Slika 7). Navedene regije odvojene su aridnim i planinskim regijama Mongolije i transbajkala, u kojima u prošlosti nisu postojali povoljni uvjeti za život poljskog miša, no posljednjih desetljeća se zbog klimatskih promjena stanišni uvjeti mijenjaju te će se rasprostranjenost poljskog miša vjerojatno proširiti preko nekada nenastanjenog područja, posebno na sjeveroistoku areala (Petrosyan i sur. 2023).



**Slika 7.** Rasprostranjenost poljskog miša (*Apodemus agrarius* Pallas 1771)

Izvor: Kürthy, A., 2020. Distribution map of Striped Field Mouse (*Apodemus agrarius*) according to IUCN version 2019-3. Wikimedia commons. <https://en.wikipedia.org/wiki/File:ApodemusAgrariusIUCN2019-3.png>  
(Pristupljeno: 10.9.2024.)

Preferira rubove šuma kao staništa, no također pridolazi na poljoprivrednim površinama, u vrtovima, močvarama i ponekad unutar antropogenih građevina. Pogoduje im mozaik fragmentiranih manjih šumskih i poljoprivrednih površina (Koyakiewicz i sur. 1999). Zabilježeni su na staništima do 1750 metara nadmorske visine.

Duljina glava i tijela im je 9,5–12,5 cm, rep im je duljine dvije trećine tijela, odnosno 6–9,2 cm, a dostižu težinu između 16 i 25 g (Katranovski i Katranovski 2021). Krzno im je crvenkasto-smeđe sa gornje strane tijela, a prepoznatljivi su po tamnoj crti koja se prostire preko sredine njihovih leđa. Trbušna strana im je sivkasto bijele boje.



**Slika 8.** Poljski miš (*Apodemus agrarius* Pallas 1771)

Izvor: *Apodemus agrarius*, An Eco-sustainable World. [https://usercontent.one/wp/antropocene.it/wp-content/uploads/2021/01/Apodemus\\_agrarius-800x445.jpg?media=1721753546](https://usercontent.one/wp/antropocene.it/wp-content/uploads/2021/01/Apodemus_agrarius-800x445.jpg?media=1721753546) (Pristupljeno: 10.9.2024.)

Pare se primarno u proljeće i ljeto. Sezona parenja kod ženki traje od sredine ožujka do kasnog listopada, a kod mužjaka nastupa ranije, od sredine veljače ili početka ožujka te traje do listopada (Yoon i sur. 1997). Ženke se kote do 3 puta godišnje, a u okotu prosječno imaju 5 mladunaca ('Poljski miš (*Apodemus agrarius*)', Štetnici Hr).

Stvaraju podzemna skloništa i tunele do dubine od 40 centimetara ispod površine. Skloništa imaju između 3 i 4 otvora, a u središnjoj prostoriji stvaraju gnijezda od osušenih biljaka ('*Apodemus agrarius* (Pallas, 1771)', Global Biodiversity Information Facility).

Hrane se biljnim dijelovima kao što su sjemenke, plodovi i pupovi, a velik dio prehrane čini im hrana životinjskog porijekla poput kukaca i njihovih ličinka, mekušaca i sitnih kralježnjaka.

### 3.1.2.2. Žutogrli šumski miš (*Apodemus flavicollis* Melchior 1834)

Žutogrli šumski miš (*Apodemus flavicollis* Melchior 1834) rasprostranjen je diljem Europe i Srednjeg Istoka (Slika 9). Preferira listopadne šume razvijenih krošanja, odnosno sa odraslim stablima, koje imaju manju stopu prizemnog rašća i grmlja. Pridolazi do 2500 metara nadmorske visine, a na najvišim lokacijama se pojavljuje u staništima gdje je pokrov krošanja minimalan i gdje je često zamijećen u suživotu sa kraškim mišem (*Apodemus mystacinus* Danford & Alston 1877) ('*Apodemus flavicollis* (Melchior, 1834)', Global Biodiversity Information Facility).



**Slika 9.** Rasprostranjenost žutogrlog šumskog miša (*Apodemus flavicollis* Melchior 1834)

Izvor: Osado, 2010. Range map of *Apodemus flavicollis*. Wikipedia.

[https://en.wikipedia.org/wiki/File:Mapa\\_Apodemus\\_flavicollis.png](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Mapa_Apodemus_flavicollis.png) (Pristupljeno: 11.9.2024.)

Duljina tijela im je 9–12 cm, repa 9,5–12,5 cm a težina između 22 i 45 g, što ga čini krupnijih od poljskog i šumskog miša (Katranovski i Katranovski 2021). Krzno im je svijetlo smeđe boje na leđnoj strani, a bijelo do sivo sa trbušne strane (Slika 10). Na prsima imaju pjegu žute ili narančaste nijanse koja može biti spojena preko ramena ili reducirana u omanju pjegu. U nekim slučajevima ona izostaje što otežava determinaciju vrste, a pokazuju veliku fenotipsku i genetičku varijabilnost zbog čega se teško razlikuje od šumskog miša (Bugarski-Stanojević 2020, prema: Katranovski i Katranovski 2021).



**Slika 10.** Žutogrli šumski miš (*Apodemus flavicollis* Melchior 1834)

Izvor: Zwerver, R. Mouse in the forest. Free Nature Images, Saxifraga.

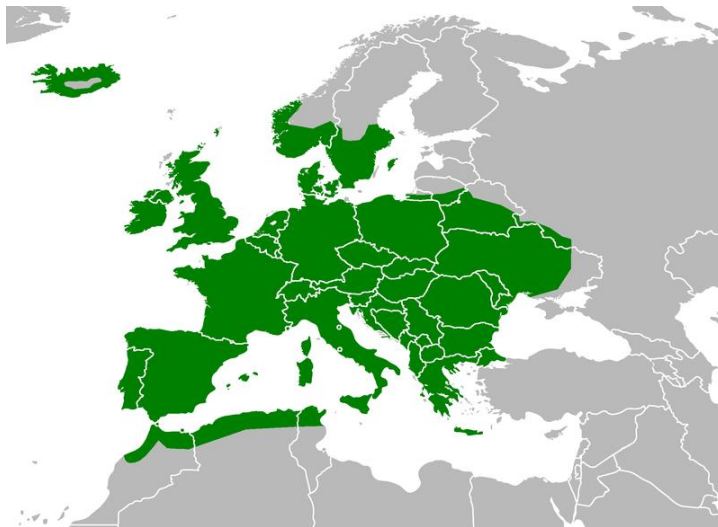
<http://www.freenatureimages.eu/animals/Mammalia%2C%20Zoogdieren%2C%20Mammals/Apodemus%20flavicollis/index.html#Apodemus%2520flavicollis%25203%252C%2520Grote%2520bosmuis%252C%2520Saxifraga-Rudmer%2520Zwerver.jpg> (Pristupljeno: 11.9.2024.)

Sezona parenja traje od veljače do rujna, a ženke imaju 3 – 4 legla godišnje, sa 3 – 8 mladunaca po okotu ('Žutogrlji šumski miš (*Apodemus flavicollis*)', Štetnici Hr). Gnijezda čine unutar stabala te u napuštenim podzemnim brlozima drugih glodavaca.

Aktivan je noću i danju, a hrani se primarno sjemenom i plodovima te im 20% prehrane čine beskralježnjaci ('*Apodemus flavicollis* (Melchior, 1834)', Global Biodiversity Information Facility). Hranu traži na tlu ili na drveću. Dobri su penjači i skakači.

### 3.1.2.3. Šumski miš (*Apodemus sylvaticus* Linnaeus 1758)

Šumski miš (*Apodemus sylvaticus* Linnaeus 1758) je vrsta rasprostranjena diljem kontinentalne Europe, osim u sjevernoj Skandinaviji, od Sredozemnog mora ja jugu do južne Skandinavije na sjeveru, te od Iberijskog poluotoka na zapadu do zapadne Azije na istoku (Unnsteinsdóttir 2014) (Slika 11). Staništa mu najčešće čine travnate livade, kultivirana područja i šume, ali mogu živjeti svugdje gdje imaju povoljno sklonište. Često zalaze u ljudske nastambe i naselja tijekom jeseni i zime.



**Slika 11.** Rasprostranjenost šumskog miša (*Apodemus sylvaticus* Linnaeus 1758)

Izvor: Distribution of the Wood Mouse (*Apodemus sylvaticus*), 2010. Wikipedia.

[https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Apodemus\\_sylvaticus\\_distribution.PNG](https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Apodemus_sylvaticus_distribution.PNG) (Pristupljeno: 11.9.2024.)

Duljina tijela šumskog miša iznosi 8,5–10,5 cm, rep im je duljine 9 cm, a dostižu prosječnu težinu od 14 do 15 g (Katranovski i Katranovski 2021). Leđna strana je sivkaste, sivkasto-smeđe ili smeđe boje sa primjesama žute i crvene, a donja strana tijela je bijelog ili svijetlo sivog krzna, često sa žutim nijansama i sa ovalnom žutom mrljom ispod vrata (Slika 12). Zbog te mrlje je sličan žutogrlom šumskom mišu, no ta pjega je tek ponekad vidljiva kod starijih jedinki, a tada je tri puta duža nego je široka (Katranovski i Katranovski 2021). Imaju velike oči i uši što im omogućava

izvrstan vid i sluh. Također imaju izrazito dobar osjet njuha te lako prepoznaju točno mjesto zakopanog sjemenja bez potrebe nasumičnog kopanja.



**Slika 12.** Šumski miš (*Apodemus sylvaticus* Linnaeus 1758)

Izvor: Zwermer, R. *Apodemus sylvaticus* 3. Free Nature Images, Saxifraga.

<http://www.freenatureimages.eu/animals/Mammalia%2C%20Zoogdieren%2C%20Mammals/Apodemus%20sylvaticus%2C%20Wood%20Mouse/index.html#Apodemus%2520sylvaticus%25203%252C%2520Bosmuis%252C%2520Saxifraga-Rudmer%2520Zwermer.jpg> (Pristupljeno: 11.9.2024.)

Sezona parenja im traje od ožujka do rane zime. Ženke imaju prosječno 2–3 okota godišnje, a u svakom okotu imaju prosječno 5–6 mladunaca, te gestacija traje između 23 i 26 dana, a mladunci spolno sazrijevaju nakon 3 mjeseca (Katranovski i Katranovski 2021).

Šumski miševi su dobri penjači, skakači i plivači. Stvaraju podzemne tunele i skrovišta gdje glavni tunel prolazi kružno oko korijenskog sustava središnjeg stabla, a ostali tuneli vode do gnijezda ili prema izlazima (Ivaldi 1999). U jedan podzemni sustav vode jedan ulaz i jedan ili više izlaznih otvora te su uz rupe često prisutne zemljane hrpice.

Aktivni su noći u u sumrak. Hrane se brojnim biljnim dijelovima poput korijenja, sjemenjem i plodovima, travom, ali i hranom životinjskog porijekla, poput kukaca i ličinka.

### 3.2. Dinamika šumskih glodavaca

Visoka razina smrtnosti i velika reproduktivna snaga razlog su zašto se brojnost sitnih glodavaca šumskih ekosistema može drastično promijeniti u periodu od nekoliko mjeseci do nekoliko godina (Margaletić 2005, Vucelja 2013). Određene vrste pokazuju cikličku dinamiku koja doseže vrhunac svakih nekoliko godina (Vucelja 2013, Vucelja 2014, Bjedov 2016, Wegge i Rolstad 2018).

Brojnost sitnih glodavaca uvjetovana je mnogim čimbenicima, od kojih su neki stopa smrtnosti, stopa nataliteta, intenzitet migracija, klimatski i vremenski uvjeti, uvjeti na staništu, dostupnost hrane i brojnost predatora (Yoon i sur. 1997, Bjedov i sur. 2017). Vrhunci populacije glodavaca posljedica su povećane reprodukcije potaknute povoljnim životnim uvjetima, a kao pojava su prisutni u cijelom svijetu (Margaletić 2005, Singleton 2010). Puni urod i klima su najvažniji faktori koji utječu na visoku gustoću populacije (Margaletić 2005, Videc 2009, Mujezinović 2010, Kuzele 2011, Marini i sur. 2023, Petrosyan i sur. 2023).

Puni urod predstavlja masovnu fruktifikaciju drveća koja se manifestira u gotovo pravilnim vremenskim razmacima, a popratna količina plodova i sjemena omogućava veću dostupnost hrane tijekom jeseni i zime za mnoge šumske životinje (Pucek i sur. 1993, Kuzele 2011). Smatra se da su povoljni, topli vremenski uvjeti ljeti jedan od ključnih čimbenika koji potiču stvaranje punog uroda naredne godine te posljedično povećanje brojnosti sitnih glodavaca nakon dvije godine (Marini i sur. 2023). Sitni glodavci inače konzumiraju između 70 do 100% uroda, a u godinama punog uroda 1,7 - 4,3%, što je dobar pokazatelj povećane količine plodova, odnosno sjemena, na raspolaganju za potrebe prehrane (Bjedov i sur. 2016). Povećana količina hrane zbog punog uroda omogućuje sitnim glodavcima produljenje sezone parenja koja se u nekim slučajevima nastavlja kroz zimu te koja uzrokuje pojavu većeg broja glodavaca iduće godine (Pucek 1993, Mujezinović 2010, Bjedov 2016, Imholt i sur. 2016, Bjedov i sur. 2017, Marini i sur. 2023). Nadalje, veća težina ženki poljske voluharice (*M. agrestis*) povezana je sa većim brojem embrija, odnosno što je bolja ishrana, to ženka može okotiti više mladunaca (Baláž 2010). Puni urod time pozitivno utječe na broj okota i broj mladunaca po okotu, odnosno na frekvenciju i uspješnost parenja.

Vrhunac brojnost redovito prati intenzivno opadanje brojnosti. Primaran razlog je velika smrtnost naredne zime, ponajprije zbog utjecaja predatora, no na smanjenje brojnosti utječu i mnogi unutarpopulacijski mehanizmi, poput prestanka razmnožavanja zbog prevelike gustoće populacije (Flowerdew 1972, Kišasondi 2006, Baláž 2010, Mujezinović 2010, Bjedov i sur. 2017). Slično tome, livadne voluharice su u nekim slučajevima visoke gustoće populacije počele stvarati grupne zajednice, a njihovi mladunci su imali lošiju stopu preživljavanja do spolne zrelosti (33%) za razliku od mladunaca solitarnih ženki (63%) (Boyce i Boyce 1988). Kod miševa je primijećena veća agresivnost mužjaka pri visokim gustoćama koja zatim utječe na povećanu smrtnost mladunaca i time na smanjenje gustoće populacije (Flowerdew 1972). Međuvrsna dinamika također ima utjecaj na kretanje populacija pojedinih vrsta pa tako populacije šumske voluharice i poljskog miša utječu na smanjenje gustoće i rasprostranjenosti žutogrlog šumskog miša (Vukićević-Radić i sur. 2006).

U periodu između pojava punog uroda, brojnost glodavaca je umjerena te je uvjetovana primarno količinom hrane tijekom ljeta i predatorstvom nad sitnim glodavcima tijekom zime (Mujezinović 2010). Drugi čimbenici, poput uvjeta i strukture staništa, općenito su važni za prisutnost te brojnost glodavaca i njihovu međuvrsnu interakciju. Pojedine vrste sitnih šumskih glodavaca pokazuju preferenciju na određena mikrostaništa (Vukićević-Radić i sur. 2006, Vucelja 2014, Lešo i sur. 2016, Modrić 2021). Pravi miševi zastupljeniji su na rubnim dijelovima

pomladnih površina sa većim udjelima grmolike i korovske vegetacije, a voluharice na otvorenim površinama gdje vladaju topliji i svjetliji uvjeti (Videc 2009, Vucelja 2014, Modrić 2021). Prisutnost i pokrovnost mrtvog drva također znatno utječu na prostornu preraspodjelu žutogrlog poljskog miša i šumske voluharice (Lešo i sur. 2016). Poljski miš pojavljuje se na otvorenim staništima sa gustim prizemnim rašćem, pogotovo sa plavom kupinom (*Rubus hirtus*), te pokazuju veću selekciabilnost za uvjete mikrostaništa naspram žutogrlog šumskog miša (Vukićević-Radić i sur. 2006). Prisutnost *Rubus* ssp. također je bitna za prisutnost šumske voluharice (Modrić 2021).

Ipak, još uvijek je nemoguće sa sigurnošću zaključiti i predvidjeti kretanje dinamike brojnosti glodavaca, pogotovo sagledavajući samo ograničen broj čimbenika. Potrebno je razmotriti cijeli raspon životnih uvjeta i ekoloških parametara koji utječu na promjene u brojnosti populacije. Analiza takvog raspona podataka je veoma zahtjevna, što je razlog zašto se većina istraživanja temelji na proučavanju već nastalih šteta, iako se na taj način ne može predočiti stvarno brojno stanje glodavaca te pretpostaviti daljnje kretanje njihove gustoće populacije (Kamler i sur. 2011, Vucelja 2014). U posljednje vrijeme, dodatan problem predstavljaju abnormalnosti u dinamici izazvane klimatskim promjenama i antropogenim aktivnostima koje podalje otežavaju predviđanje kretanja brojnosti sitnih glodavaca te uzrokuju golemu prepreku za uspješnu provedbu održivog gospodarenja, očuvanje okoliša i prevenciju širenja bolesti.

### 3.2.1. Utjecaj klimatskih promjena, antropogenih aktivnosti i gospodarenja šumama na dinamiku populacija glodavaca

Šumski ekosustavi podložni su promjenama, no u današnje vrijeme su pod neprestanim pritiskom antropogenih aktivnosti, klimatskih promjena, globalnog zatopljenja i invazivnih štetnika koji narušavaju prirodnu ravnotežu i rezultiraju katastrofalnim posljedicama.

Klimatske promjene dovode do poremećaja u dinamici populacija. Jake kiše nakon suše dovode do intenzivnog razvoja vegetacije koja dovodi do jače prisutnosti glodavaca te u kombinaciji sa blagom zimom i toplim proljećem uzrokuju manju smrtnost i produljenje sezone parenja (Singleton 2010). Slično tome, novi uvjeti omogućuju pojedinim vrstama, poput poljskog miša, da se šire na područja gdje prije nisu bile zastupljene te će potencijalno preuzeti invazivnu ulogu (Yalkovskaya i sur. 2022, Petrosyan i sur. 2023).

Sa druge strane, vitalitet šumskih sastojina narušen je klimatskim promjenama te posljedični nedostatak uroda i neredovit ciklus plodonošenja uvelike otežavaju obnovu šuma (Gradečki-Poštenjak i sur. 2011). Šumski plodovi i sjeme čine neizostavan dio prehrane brojnih vrsta šumskih sitnih glodavaca, a njihov nedostatak negativno utječe na njihovu brojnost, rasprostranjenost i dinamiku. Također, povećani termalni stres utječe na preživljavanje i reprodukciju sitnih glodavaca te se tijekom izrazito sušnih godina očituje smanjenje broja mladunaca u leglu (Petrosyan i sur. 2023). Novi uvjeti dovode do abnormalnosti u dinamici populacija te time



dodatno otežavaju razumijevanje kretanja brojnosti. Nekoć su ciklusi brojnosti pojedinih vrsta sitnih glodavaca održavale uobičajenu dinamiku sa vrhuncima svake 3–4 godine, no zapažanja u posljednjih desetak godina navode kako se ti ciklusi skraćuju ili nestaju (Vucelja 2022).

Gospodarenje šumama stvara nagle promjene unutar šumskih ekosistema (Lešo i sur. 2016). Obnovom se događaju promjene u dostupnosti i obliku hrane i zaklona što najčešće dovodi do povećane aktivnosti i brojnosti sitnih glodavaca (Kamler i sur. 2011). U tom periodu javlja se najveći rizik za pojavu šteta od glodavaca, a posebno je ugrožen pomladak pod zastorom krošanja, stoga su mjere zaštite nakon sječe neizostavan dio gospodarenja šumama, poput zaštite od korova, zaštite od pepelnice (ukoliko se radi o hrastovim šumama), zaštitu od divljači i mjere protiv glodavaca koja uključuje stalan nadzor stanja na plohi te korištenje odgovarajućih sredstava zaštite (Posarić 2010).

Povećan interes za uzgoj listopadnih vrsta drveća također je doveo do većih brojeva glodavaca. Naime, plodovi crnogoričnih vrsta drveća prehrambeno nisu vrlo zanimljiv sitnim glodavcima, stoga su oni najčešće izostajali u takvim sastojinama ili im je brojnost bila niska, dok se u sastojinama listača uspješno i obilno razmnožavaju (Kamler i sur. 2010).

Čiste sječe predstavljaju posebno intenzivne smetnje koje stvaraju idealno stanište za glodavce i koji zatim otežavaju obnovu i pošumljavanje (Singleton 2010). Slično tome, istraživanja pokazuju kako su šume, kojima se primarno gospodari u svrhu pridobivanja drva, analogne monokulturama poljoprivrednih površina po mnogim svojim karakteristikama (Meffe i Carrol 1994, prema: Saitoh i Nakatsu 1997).

Poljoprivredne i šumske monokulturne površine pokazuju specifičnu dinamiku populacija glodavaca koja se razlikuje od one prisutne u prirodnim ekosustavima. Iako je dominacija jedne vrste glodavaca nad drugima u istom staništu normalna pojava, šumske plantaže kojima se gospodari čistom sječom, poput šumskih plantaža otoka Hokaido u Japanu, stvaraju posebne ekološke uvjete koje pogoduju dominantnoj vrsti glodavaca – svojoj voluharici (*Craseomys rufocanus* Sundewall 1846) – koja zatim potiskuje prisutnost drugih vrsta glodavaca u zajednici (Saitoh i Nakatsu 1997). Plantaže su pod većim rizikom od šteta uzrokovanih aktivnošću glodavaca jer predstavljaju područja manje bioraznolikosti i ne pružaju alternativne izvore hrane (Singleton 2010). Dominantna prisutnost jedne vrste u ekosistemu dovodi u pitanje posljedice takve dinamike unutar nekog područja, odnosno utjecaj na procese unutar ekosistema, unutarvrstne i izmeđuvrstne dinamike, kretanje gustoće populacija, potencijalne štete i mogućnost njihove prevencije te mnoge druge čimbenike koji utječu na uspješnost gospodarenja i dugotrajnost nekog ekosustava.

Nadalje, fragmentacija šumskih staništa zbog izgradnje naselja, prometnica ili poljoprivrednih površina pogoduje populacijama šumskog miša koja je tipična vrsta šumskih rubova te na poljskog miša koji periodično iskorištava manje šumske površine za sklonište i pronalazak hrane (Kozakiewicz i sur. 1999). Mozaik poljoprivrednih i šumskih staništa na taj način

doprinosu povoljnim uvjetima za razmnožavanje sitnih glodavaca, te potencijalno mogu dovesti do novih ekstrema u njihovoj dinamici i posljedično do pojave većih šteta.

Porast urbanizacije potiče tipične ruralne i šumske vrste glodavaca da zadiru u gradske sredine koje nude pristup hrani, skrovištu i vodi (Singleton 2010). U urbana područja Velike Britanije sve više zalazi šumski miš, u Češkoj i Njemačkoj žutogrli poljski miš, a u Poljskoj i Rusiji poljski miš (Lesiński i sur. 2021). Poljski miš je vrlo prilagodljiva vrsta koja općenito dobro podnosi urbane uvjete, a gradske populacije su samoodržive i ne ovise o nadomještanju brojnosti iz vanjskih, periurbanih područja (Gliwicz 1980). Brojnost glodavaca u urbanim područjima generalno ne pokazuje vrhunce gustoće kao što je to uobičajeno u prirodnim ekosustavima ako se provodi pravilno suzbijanje (Singleton 2010). Ipak, sitni glodavci su izvori velikog broja opasnih zoonoza i iako su ugrizi većinom slučajni i niskog rizika, još uvijek predstavljaju zdravstveni problem. U Hrvatskoj se zato putem konsenzusa Hrvatskog epidemiološkog društva, nalaže da se svaka osoba koju ugriže štakor mora cijepiti protiv bjesnoće, a suzbijanje štetnih glodavaca za potrebe zaštite javnosti propisano je Zakonom o zaštiti pučanstva protiv zaraznih bolesti (NN 79/07) (Vodopija i sur. 2008).

Direktno i indirektno ljudsko djelovanje dovodi do abnormalnih pojava u dinamici populacija glodavaca, njihovoj aktivnosti i ponašanju. Neki autori navode kako je brojnost glodavaca u posljednjih 20 godina, u prirodnim (šumskim staništima) u porastu (Vucelja i sur. 2022), dok drugi primjećuju pad u brojnosti i maksimalnim vrijednostima (Hörnfeldt 2004). Petrosyan i suradnici (2023) pretpostavljaju da će buduća staništa sitnih glodavaca predominantno biti u toplim, vlažnim, nizinskim ili nizinsko-brežuljkastim područjima. Ovisno o vrsti, sitni glodavci mogu se pokazati kao vrlo prilagodljive životinje, a njihova reproduksijska snaga mogla bi dovesti do neželjenih, nepredvidivih i destruktivnih skokova u brojnosti, pogotovo s obzirom da je prekobrojnost sitnih glodavaca razlog mnogim gospodarskim, ekonomskim, ekološkim i zdravstvenim problemima i štetama diljem svijeta.

### **3.3. Štete nastale aktivnošću sitnih glodavaca:**

Sitni glodavci mogu proizvesti znatne štete u prirodnim ekosustavima i na poljoprivrednim površinama, otežavajući provedbu normalnog gospodarenja šuma i agrikulturalnih zahvata (Margaletić i sur. 2005, Kamlet i sur. 2010, Kamler i sur. 2011, Vucelja i sur. 2014, Vucelja i sur. 2022). Štete od glodavaca uključuju uništenje stočne hrane i hrane namjene namijenjene za ljudsku prehranu, oštećenje i uništenje poljoprivrednih i povrtlarskih kultura, uništenje sjemena i sadnica u rasadnicima i šumskim sastojinama, uništenje i oštećenje kulturnog dobra te oštećenje mehanizacije, instalacija i tehničkih uređaja (Videc i sur. 2006). Svjetska zdravstvena organizacija (WHO) procjenjuje da se 33 milijuna tona hrane namijenjene ljudskoj ishrani uništi zbog aktivnosti glodavaca i kontaminacijom njihovim ekskretima i dlakom, a noviji podaci ukazuju da je godišnje uništeno oko 20% hrane (Brooks i Rowe 1987).

Ukupno je zabilježeno preko 40 vrsta i podvrsta glodavaca koji redovno čine štetu na poljoprivrednim, rasadničarskim i šumskim površinama, a do najvećeg intenziteta šteta dolazi kada više različitih vrsta glodavaca djeluje istovremeno na istom području (Jurišić i sur. 2022). Vrste roda *Apodemus* primarno čine štete na šumskim plodovima i sjemenu, dok vrste porodice Arvicolidae čine štete na korijenima i kori biljaka (Margaletić i sur. 2005).

U poljoprivrednoj proizvodnji, najveći raspon štete događa se jesen i zimi kada sitni glodavci nemaju puno drugog izvora hrane i kada ih snježni pokrivač štiti od napada predatora (Jurišić i sur. 2022). U Italiji velike štete čine na kukuruzu odmah nakon sjetve kada mogu uništiti 40-50% sjemena i nakon što klasovi dosegnu zrelost (Santini 1986). Općenito, visoke populacije glodavaca mogu uništiti 80–100% poljoprivrednog uroda (Ahaduzzaman i Sarker 2010).

Veće i intenzivnije štete u šumskim ekosustavima povezane su sa obilnim populacijama glodavaca koje se mogu drastično promijeniti u roku samo dvije godine (Margaletić i sur. 2005, Imholt i sur. 2016) Sitni glodavci mogu počinuti toliku štetu da je potrebno intervenirati sa akcijama pošumljavanja, a značajan utjecaj imaju upravo na regeneraciju listopadnih vrsta drveća (Kamler i sur. 2010, Kamler i sur. 2011, Vucelja 2013, Lešo i sur. 2016, Modrić 2021). Oštećenja mogu biti očitovana u velikim razmjerima, a pogotovo na kori obične bukve (*Fagus sylvatica*), vrstama roda *Acer*, *Sorbus*, *Fraxinus* (Kamler i sur. 2011). Autohtone vrste biljaka su pod većim rizikom šteta, a pogotovo one koje su oslabljenog vitaliteta zbog promijenjenih ekoloških uvjeta (Singleton 2010).

Raspon šteta na nekom području ovisi o mnogim čimbenicima poput brojnosti glodavaca tijekom zime, atraktivnosti dostupnih vrsta stabala u odnosu na druge izvore hrane na istom području te dubini i trajanju snježnog pokrivača koji smanjuje dostupnost hrane glodavcima. Pokrovnost prizemnim rašćem također predstavlja bitan čimbenik te su šumski ekosustavi sa gustim prizemnim vegetacijskim slojem zahvaćeni sa 5 puta više, sa travnatom vegetacijom 12 puta više, a šumski ekosustavi na plodnijim tlima sa 4 puta više šteta (Kamler i sur. 2010). Istraživanja također pokazuju kako su najveće štete zabilježene u šumama koje se nalaze između 400 i 600 metara nadmorske visine, a pretpostavlja se da je razina šteta u nizinskim područjima manja zbog neregularnog snježnog pokrivača i većeg broja alternativnih izvora hrane tijekom zime (Kamler i sur. 2011).

Sa druge strane, u Hrvatskoj su najveće štete od glodavaca upravo na području nizinskih šuma, pogotovo u šumskim zajednicama sa hrastom lužnjakom (*Quercus robur*) i poljskim jasenom (*Fraxinus angustifolia*) (Bojftić 2016, Bjedov i sur. 2017, Modrić 2021). Čak i relativno niska relativna populacija glodavaca može uništiti do 22% hrastova pomlatka, posebno u strukturama glodavaca u kojima dominiraju voluharice (Vucelja 2014). Uzevši u obzir povećan pritisak na nizinske šume, poput klimatskih ekstrema, invazivnih vrsta, štetnika i bolesti, visoka brojnost glodavaca mogla bi dovesti do katastrofalnih razmjera.

Intenzitet šteta također se razlikuje s obzirom na starost sastojina, a najveći raspon šteta u primjećen je u sastojinama i plantažama od 2 do 15 godina starosti, odnosno do zatvaranja sklopa

(Vucelja 2014, Horvat 2023). Kod takvih mladih sastojina, primjećeno je da livadna i šumska voluharica mogu počinuti znatne štete (Imholt i sur. 2016). Travnata vegetacija posebno pogoduje voluharicama, a prisutnost šumske voluharice ovisi o vrlo gustom prizemnom sloju drveća gdje ima pristup hrani te se primarno pojavljuje unutar mladih šumskih ekosustava nakon sječe (Lešo i sur. 2016).

Granivorne vrste, poput šumskog miša, žutogrlog šumskog miša i šumske voluharice, primarno se hrane plodovima i sjemenjem, stoga povećanom konzumacijom uroda negativno utječu na prirodnu regeneraciju šume (Birkedal i sur. 2010). Nadalje, povećane gustoće populacija poljske, livadne i šumske voluharice dovode do velikih šteta na vegetativnim organima biljaka, pogotovo kada je hrana u oskudici, a navedene vrste nagrízaju koru mladih stabala, čime mogu uništiti sve biljke na površinama bez pokrova krošanja, kao što su šumske sastojine netom nakon ophodnje (Kamler i sur. 2010). Glodanje kore može znatno utjecati na preživljavanje te rast i razvoj biljke. Oštećenje na kori koje zahvaća četvrtinu opsega biljke značajno usporava njen rast, a 80% odumirućih biljaka je bilo oštećeno na manje od 50% svog opsega (Kamler i sur. 2011). Starije biljke pokazuju veća oštećenja na kori te veći broj nagrizenih površina, a oštećena površina na kori biljaka se kreće od 16,5 mm<sup>2</sup> do 766,5 mm<sup>2</sup> (Vucelja 2014). Voluharice također često pregrízaju čitavu stabljiku ispod korijenova vrata, odnosno par centimetara iznad tla, na biljkama koje su promjera 5-6 centimetara što dovodi do njihova odumiranja (Posarić 2010). Glodavci mogu uzrokovati gubitak do 77% volumena korijenovog sustava, uništiti 96% korijenovih vrhova te smanjiti duljinu korijena za 97%, što potpuno uskraćuje mogućnost daljnjeg rasta i razvoja biljke, a postotak odumiranja biljaka raste što se radi o starijem stablu (Vucelja 2014).

Stanišni uvjeti tijekom obnove šume pogoduju povećanoj aktivnosti, brojnosti i pojavi glodavaca, pogotovo nakon ophodnje i prije prvih radova njege kada je šumska sastojina gusto obrasla prizemnim rašćem. Mlade biljke glavnih vrsta drveća tada su još uvijek veoma osjetljive na oštećenja, a sitni glodavci često čine velike, intenzivne štete koje dovode do odumiranja novog biljnog naraštaja te onemogućuju daljni razvoj šumske sastojine čime je ponekad potrebno intervernirati zahvatima pošumljavanja. Masovna pojava glodavaca i popratne štete stvaraju potrebu za sveobuhvatnim, sustavnim i kontinuiranim monitoringom dinamike populacija šumskih glodavaca, a dobiveni podaci ključni su za određivanje mjera kontrole i potencijalnog suzbijanja.

### 3.3.1. Suzbijanje sitnih glodavaca

Suzbijanje glodavaca provodi se zbog prevencije materijalnih gubitaka, epidemiološko-zdravstvenih razloga, te negativnih društvenih reakcija (Videc 2006). Postoji velik raspon metoda i sredstva za suzbijanje glodavaca, no niti jedna nije univerzalna, već odabir odgovarajuće mjere ovisi o velikom rasponu čimbenika. Mnoge privatne tvrtke nude suzbijanje u urbanim i polu-urbanim površinama (Santini 1986), ali ista usluga ne postoji ili nije dozvoljena za primjenu na većim površinama, pogotovo u prirodnim i zaštićenim područjima (Singleton 2010).

Mjere suzbijanja dijele se na preventivne – koje se temelje na stvaranju nepovoljnih uvjeta za naseljavanje sitnih glodavaca i koje su neizostavan dio integralne zaštite od glodavaca – te izravne – koje se temelje na korištenju mehaničkih, bioloških ili kemijskih mjera zaštite (Videc 2006). Primjena kemijskih sredstva proširila se tijekom 60ih i 80ih godina prošlog stoljeća te je njihova upotreba još uvijek najvažnija mjera suzbijanja (Bojfetić 2016), a od trenutnih otrova najčešće se koristi cink-fosfid, koji je izrazito opasan za sve životinje te ima neugodan okus i miris zbog čega ga glodavci znaju izbjegavati (Videc 2006).

Ipak, neke vrste glodavaca su tijekom vremena počeli pokazivati određenu rezistentnost na kemijska sredstva suzbijanja. Brooks i Rowe (1987) naglašavaju kako je izostanak reakcije na rodenticide primarno zabilježen kod štakora (rod *Rattus*) i drugih vrsta glodavaca prisutnih primarno u urbanim sredinama gdje je suzbijanje intenzivnije i gdje su dugogodišnjim korištenjem kemijskih sredstava suzbijanja uklonjene primarno osjetljivije jedinke, a postepeno preživljavale i podalje se razmnožavale otpornije jedinke. Nadalje, Koehler i suradnici (1990) smatraju da je korištenje rodenticida tek kratkoročno rješenje te da se na tretirano područje vrlo brzo šire jedinke sitnih glodavaca iz okolnog prostora koje su u potrazi za prostorom za život, pogotovo ukoliko su potaknute na rasprostranjenje zbog pritiska velike gustoće populacije, odnosno zbog prisutnosti velikog broja drugih jedinki u neposrednoj blizini obitavanja.

Sitni glodavci su sramežljive životinje koje se ne vole približavati napravama koje ne poznaju, što otežava njihov lov i efektivnost klopki (Santini 1986). Slično tome, iako postoje prosjeci i predviđanja, zbog velikog broja čimbenika koji utječu na dinamiku populacije, nemoguće je točno pretpostaviti kako će se populacije kretati. Postoje drastične razlike u dinamikama iste vrste ovisno o geografskoj širini rasprostranjenosti te se teško razabire uzročno posljedična veza određenih okolišnih, genetskih i klimatskih čimbenika i njihovog utjecaja na gustoću populacije glodavaca (Baláž 2010, Singleton 2010, Kuzele 2011, Kamler i sur. 2011). Također, još uvijek nije utvrđeno jesu li neki utjecaji značajni ili tek slučajni, pogotovo u korelaciji sa drugim čimbenicima.

Prevenција šteta od sitnih glodavaca predstavlja ključan dio gospodarenja šuma, no velik dio zaposlenika u području šumarstva i poljoprivrede nemaju zadovoljavajuće tehničko znanje, niti dovoljno poznaju ekologiju i biologiju pojedinačnih vrsta glodavaca kako bi izvršili uspješnu kontrolu nad njihovom populacijom (Kamler i sur. 2010). Neobrazovanost i manjak upućenosti u ispravno korištenje sredstava za suzbijanje glodavaca dovodi do nezadovoljavajućih rezultata, a mnoge metode i sredstva suzbijanja su opasne za korištenje, štete mnogim drugim vrstama životinjama i okolišu te gube djelotvornost tijekom vremena.

Razvija se ideja za takozvani Ekološkog upravljanja glodavcima (Ecologically based rodent management – ERBN) kojeg je podržalo 25 država sa 5 kontinenata na 4. Međunarodnom kongresu o biologiji glodavaca (International Conference of Rodent Biology) (Singleton 2010). ERBN temelji se na istraživanju ekologije glodavaca i razvoju boljeg načina kontrole njihovih

populacija, a posljednje vrijeme predstavlja neizostavan pristup zbog češćih abnormalnih promjena u dinamici glodavaca.

Poseban naglasak se postavlja na važnost razvoja održivih i ekološki prihvatljivih mjera suzbijanja od kojih neki pokazuju veliki potencijal, poput poticanja predatorstva ptica grabljivica nad glodavcima postavljanjem stajališta za slijetanja na kritične lokacije koji pokazuju obećavajuće rezultate (Simunić 2019). Provođenje šumsko-uzgojnih radova, ponajprije uklanjanje prizemne vegetacije, također predstavlja ekološki prihvatljivu kontrolu dinamike populacije glodavaca koje može rezultirati sa 3 puta manjim ulovom glodavaca u usporedbi na površine gdje one nisu pravilno i pravovremeno provedene (Videc 2009). Repelenti također predstavljaju preventivnu mjeru suzbijanja sitnih glodavaca te se temelje na korištenju nepovoljnih mirisnih, auditornih, okusnih ili vibracijskih podražaja koji odvrćaju glodavce od zalaženja na određeno područje. Pokazuju veliki potencijal, pogotovo ukoliko se koristi kombinacija više vrsta repelenata odjednom, no djelotvornost im je prostorno ograničena na manje pomladne površine, rasadnike ili područja posebne skrbi, odnosno namjene (Vucljaja 2013).

U državnim gospodarskim šumama Republike Hrvatske, kojima gospodare Hrvatske šume d.o.o., suzbijanje se primjenjuje gotovo u svrhu prevencije, u godinama povećane brojnosti sitnih glodavaca (Margaletić i sur. 2005), a pritom se primarno koriste kemijski rodenticidi, koji iziskuju velika financijska ulaganja (Kuzele 2011).

Hrvatska je potpisnica mnogih međunarodnih sporazuma o zaštiti okoliša koji nastoje postupno smanjiti i spriječiti suzbijanje glodavaca kemijskim metodama (Videc 2006). Regulativama Europske Unije i odredbama FSC-a zabranjeno je korištenje određenih aktivnih tvari, poput bromadiolona, koje se posljednjih 10 godina više ne smije primjenjivati u cilju suzbijanja sitnih glodavaca na području šumskih ekosustava država članica EU (Bjedov i sur. 2017). Ipak, Hrvatskim šumama d.o.o. odobrena je privremena derogacija, odnosno izuzeće od zabrane korištenja, za aktivnu tvar cink-fosfid te se ona službeno koristila na području državnih šuma od 9. siječnja 2018. do 9. siječnja 2023. godine (Modrić 2021). Najintenzivnije suzbijanje sitnih glodavaca i najveće napadnute površine zabilježene su u nizinskim područjima Hrvatske gdje su šumski ekosistemi već pod pritiskom brojnih čimbenika, stoga su mnogi stručnjaci zabrinuti narednim razvojem populacija glodavaca uz usvajanje novih zakonskih regulativa (Posarić 2010).

Uspješno suzbijanje glodavaca ponajprije je uvjetovano poznavanjem ciljane vrste glodavaca, gustoće njihovih populacija, njihove biologije i ekologije, te odabirom odgovarajućeg sredstva suzbijanja i razdoblja primjene određenih mjera (Videc 2006). Sukladno tome, sustav monitoringa predstavlja ključan dio uspješne kontrole brojnosti sitnih glodavaca i popratnih šteta, te također omogućava bolje razumijevanje ekologije glodavaca i dinamike njihovih populacija.

### 3.4. Monitoring sitnih glodavaca

Monitoring u kratkim vremenskim intervalima trenutno predstavlja najvažniji način vjernog prikaza kretanja dinamike populacije glodavaca te ga je potrebno provoditi na svim područjima pod rizikom od štetnog djelovanja glodavaca (Margaletić 2005, Jurišić i sur. 2022). Jednostavan sustav monitoringa može poslužiti za predviđanje masovne pojave glodavaca što olakšava donošenje odluke o daljnjem upravljanju i pravovremenoj, preventivnoj reakciji na pojavu masovnog razmnožavanja (Singleton 2010, Kuzele 2011, Bojfetić 2016, Iveković 2019). Važno je monitoring provoditi kontinuirano kako bi se uspješno utvrdila brojnost i preciznije predvidjelo daljnje kretanje dinamike sitnih glodavaca (Jurišić i sur. 2022).

Od 80ih godina prošlog stoljeća tvrtka Hrvatske šume d.o.o., u suradnji sa Hrvatskim šumarskim institutom (tada "Šumarskim institutom") provodi monitoring šumskih glodavaca u državnim šumama Hrvatske (Vucelja i sur. 2022). U početku se brojnost glodavaca određivala po znakovima njihove aktivnosti te temeljila na procjeni intenziteta napada od glodavaca i evidentiranje šumske površine sa vidljivim štetama na sjemenu i pomlatku gospodarskih vrsta drveća, zbog čega je bilo nemoguće odrediti točan broj jedinki i stanje populacija glodavaca (Vucelja 2014, Bojfetić 2016). Dolazi do potrebe uspostave kontinuiranog i sustavnog monitoringa pa se od 2017. godine provodi izlov, utvrđivanje relativne brojnosti glodavaca te intenziteta oštećenosti na kori i korijenu pomlatka te na sjemenu.

Monitoring u državnim šumama Republike Hrvatske provodi se uz preporuke „Priručnika o glodavcima šuma Hrvatske“ (Bjedov i sur. 2017). Koristi se metoda linearnog transekt, koja se provodi postavljanjem pravolinijski ili vijugavi transekti međusobno razmaknutim 50 metara. Na transekte se postavljaju klopke koje se postavljaju na razmacima 5–7 (10) m. Također se može primjenjivati metoda lovne površine koja se postavlja u 5 redova, sa 10 ili 20 klopki u svakom redu, a preporuča se postavljanje 3 lovne površine na ugroženoj plohi, po mogućnosti na dijelu s gušćom vegetacijom. Najčešće se koriste mrtvolovke sa osjetljivim okidačem jer su praktičnije pri izračunu relativne brojnosti te sigurnije pošto nema opasnosti od ugriza životinje. Optimalno se klopke postavljaju predvečer, a prebrojavanje ulovljenih jedinki glodavaca odvija se nakon dvije lovne noći. Monitoring bi se po pravilu trebao provoditi minimalno dva puta godišnje, u proljeće kada se mjeri veličina populacije nakon zimskog razdoblja, te u jesen.

Relativna brojnost dobar je pokazatelj kretanja dinamike sitnih glodavaca, a predstavlja postotak ulovljenih životinja u odnosu na ukupan broj postavljenih klopki i broj lovnih noći. Relativna brojnost preko 20% općenito se uzima kao granična vrijednost za potrebu intervencije sa metodama suzbijanja (Crnković 1982). Relativna brojnost od 30 do 60 % smatra se povećanom (Androić i sur. 1981), dok je relativna brojnost veća od 80 % pokazatelj masovne pojave glodavaca na terenu (Delany 1974).

Za uvid u brojnost pojedine vrste glodavca koristi se indeks brojnosti, a pogotovo je koristan pri uvidu u brojnost voluharica koje čine značajnu štetu na pomlatku. Kritična vrijednost relativne

brojnosti neke vrste voluharica iznosi 5%, odnosno 10% za sveukupan broj svih vrsta voluharica, na 100 klopki po lovnoj noći pa se pri većim iznosima preporučuju mjere kontrole.

Sa druge strane, monitoring preko izvještajno prognoznih poslova u šumarstvu koje provodi Hrvatski Šumarski Institut bilježi površine u kojima se pojavljuju uočljive štete od djelovanja glodavaca na sjemenskom materijalu ili na kori i korijenu pomlatka.



#### **4. CILJ ISTRAŽIVANJA:**

Cilj ovog istraživanja je analizirati podatke prikupljene višegodišnjim monitoringom sitnih glodavaca i evidencijom šteta koje uzrokuju u državnim šumama na području UŠP Vinkovci te ih usporediti sa podacima o klimi, napadnutoj i tretiranoj površini kao i informacijama o mjerama suzbijanja sitnih glodavaca, a sve u svrhu boljeg razumijevanja trendova njihove dinamike kao i njihovog utjecaja na šumske ekosustave.

Rad se također osvrće na provedbu monitoringa sitnih glodavaca u državnim šumama Republike Hrvatske te na trenutne korištene metode suzbijanja.

## 5. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA

Podaci o relativnoj brojnosti glodavaca, apsolutnom broju miševa i voluharica te intenzitetu napada glodavaca na području Uprava šuma podružnica (UŠP) Vinkovci preuzeti su sa portala štetnici.hr gdje su dostupni kao publikacije šumarske operative. Podaci o klimi, napadnutoj i tretiranoj površini te informacijama o mjerama suzbijanja sitnih glodavaca prikupljeni su iz podataka godišnjih izvješća Izvještajno prognoznih poslova (IPP) koje provodi Hrvatski šumarski institut i koji su preuzeti sa web portala “štetnici.hr”.

Analiza podataka odrađena je u programu Microsoft Office Excel 2016.

Statistička metoda analize varijanci, odnosno ANOVA, korištena je za utvrđivanje razlike između više grupa podataka te je izvršena je uz pomoć paketa analiza podataka dostupnih u programu Microsoft Office Excel 2016 gdje je dostupna kao „Anova:Single Factor“. Za potrebu usporedbe podataka korištena je razina značajnosti od  $\alpha=5\%$ .

Ukoliko se ANOVA metodom odbacila nulta hipoteza, odnosno potvrdilo postojanje statistički značajne razlike unutar testiranih grupa, koristio se popratni Tukey HSD test za međusobnu usporedbu prosjeka pojedinih parova, uz razinu značajnosti  $\alpha=5\%$ .

Testiranje korelacije između relativne brojnosti i pojedine kategorije intenziteta štete odrađeno je uz pomoć regresijske analize, uz razinu značajnosti  $\alpha=5\%$ .

### 5.1. Područje istraživanja

UŠP Vinkovci je jedna od 17 uprava šuma tvrtke Hrvatske šume d.o.o. koja gospodari državnim šumama Republike Hrvatske te se proteže na krajnjem istoku države. Sastoji se od 12 Šumarija – Šumarije Cerna, Šumarije Gunja, Šumarije Ilok, Šumarije Lipovac, Šumarije Mikanovci, Šumarije Otok, Šumarije Strizivojne, Šumarije Strošinci, Šumarije Vinkovci, Šumarije Vrbanja, Šumarije Vukovar i Šumarije Županja.

U UŠP Vinkovci također je uključen RJ Rasadnik Zalužje sa površinom od 22,21 ha koji proizvodi hrast lužnjak i jasen.

Podaci prikupljeni monitoringom sitnih glodavaca prikupljeni su na području 10 spomenutih šumarija te RJ Rasadnika Zalužje.

### 5.1.1. Šumske zajednice UŠP Vinkovci

UŠP Vinkovci gospodare vrijednim šumama nizinskog područja koje čine brojne šumske zajednice. Monitoring sitnih glodavaca se od 2018. do 2022. godine odvio na prostoru 9 zajednica opisanih u nastavku. Podaci su preuzeti iz knjige „Šumska staništa i šumske zajednice u Hrvatskoj: Nacionalna ekološka mreža“ autora Vukelić i suradnika (2008).

Šuma vrbe i topole odnosi se na šumu bijele vrbe i crne topole (*Salici albae-Populetum nigrae* Tüxen 1931) koja je u Hrvatskoj rasprostranjena na položajima dunavskih otoka i priobalja, središnjih položaja porječja Drave te je navedena u Posavini istočno od ušća Orljave. Šuma bijele vrbe i crne topole karakterizirana je poplavama koje mogu trajati do 65 dana godišnje, zbog čega se gospodarenje odvija u sastojinama koje rastu na višim, sušim položajima.

Šuma bijele i crne topole (*Populatum nigro-albae* Slavnić 1952) rasprostranjena je u Hrvatskoj u baranjskom Podunavlju, na otocima i u priobalju Dunava i na podravskom području te raste na višim položajima gdje su poplave rjeđe i kraće od nižih zajednica vrba i topola. Određene sastojine proizvode velike drvene zalihe pa su pogodne za gospodarenje, no većina je danas unutar zaštićenih objekata te su prepuštene prirodnom razvoju.

Šuma poljskog jasena sa kasnim drijemovcem (*Leucojo-Fraxinetum angustifoliae* Glavač 1959) raste u zoni poplavnih voda poput rijeke Lonje, Kupe i Save te je rasprostranjena od Siska do Spačve. Ova zajednica pojavljuje se u plićim depresijama koje mogu prekrivati preko više stotina hektara, a poplavna voda se slijeva u niže depresije ili stagnira dok potpuno ne ispari. Gospodarenje je u ovoj zajednici je uspostavljeno diljem nizinskog područja Hrvatske.

Šuma hrasta lužnjaka i velike žutilovke (*Genisto elatae-Quercetum roboris* Horvat 1938) jedna je od najvrjednijih gospodarskih šuma Hrvatske te je rasprostranjena preko 200 000 ha u nizinskom području uz velike rijeke i njihove pritoke. Raste na plićim depresijama i područjima visoke podzemne vode te je periodično plavljena. Uključuje četiri subasocijacije, na dvjema je proveden monitoring sitnih glodavaca.

Subasocijacija sa rastavljenim šašem (*Genisto elatae-Quercetum roboris remotae* Horvat 1938) je najrasprostranjeniji tip šume hrasta lužnjaka i velike žutilovke te čini vrijedne gospodarske sastojine poznate kao „slavonske šume“. U njoj vladaju uvjeti visoke podzemne vode te je periodično plavljena vodom iz pritoka Save ili stagnirajućom površinskom vodom. Subasocijacija sa žestiljem (*Genisto elatae-Quercetum roboris aceretosum tatarici* Rauš 1973) raste primarno u istočnoj Slavoniji i Baranji na velikim, zaravnjenim riječnim terasama koje se nalaze iznad okolnog terena zbog čega ne poplavljuju.

Šuma hrasta lužnjaka i običnog graba (*Carpino betuli-Quercetum roboris* Anić 1959/ em. Rauš 1969) je zajednica koja je široko rasprostranjena nizinskim dijelom panonske Hrvatske i na krškim poljima dinarskog područja, a na prostoru države prekriva oko 110 000 ha površine. Pošto obični grab teško podnosi uvjete stagnirajuće vode, ove šume najčešće rastu izvan dohvata

poplava. Zajednica se dijeli na četiri subasocijacije te je monitoring sitnih glodavaca uključio primjere tipične i subasocijacije s cerom.

Tipična subasocijacija (*Carpino betuli-Quercetum roboris typicum* Rauš 1975) predstavlja generalne značajke šume hrasta lužnjaka i običnog graba te nastaje sukcesijom iz šume hrasta lužnjaka i velike žutilovke. Subasocijacija sa cerom (*Carpino betuli-Quercetum roboris quercetosum cerridis* Rauš 1971) je najsuši i najtopliji tip šume hrasta lužnjaka i običnog graba te je rasprostranjena u Slavoniji i Baranji.

U monitoringu se također navodi par primjera navedenih zajednica koje su označene kao „ostalo“ te jedna klonska sjemenska plantaža. Sastojine u kojima se održavao monitoring sitnih glodavaca bile su različitih starosti te su uključene sastojine ponika, mlađeg mladika, mlađeg pomlatka, starijeg pomlatka, mlade sastojine i starije sastojine.

### 5.1.2. Klimatska obilježja UŠP Vinkovci od 2018. do 2022. godine

Klimatska obilježja za promatrani petogodišnji period, sagledana su zajedno sa podacima 2017. godine, pošto su vremenski uvjeti toga perioda također značajni u svrhu analize brojnosti glodavaca.

2017. godine je zabilježeno najviše ekstremnih vremenskih neprilika poput tropskih ciklona, poplava, suša, toplinskih valova, šumskih požara i snažne hladnoće. U Hrvatskoj je srednja godišnja temperatura 2017. godine bila viša nego višegodišnji prosjek od 1960. do 1990. godine te je klima kategorizirana kao ekstremno topla do vrlo topla. Ljeto je bilo ekstremno toplo i suho, a jesen topla do normalnog prosjeka temperature te kišovita (Izvještajno prognozni poslovi u šumarstvu za 2017./18. godinu, 2018).

Zima 2017. na 2018. godinu bila je normalna do topla sa iznadprosječnom količinom oborina, proljeće natprosječno toplo, ali na većini područja države sa normalnim količinama oborina, ljeto je bilo iznadprosječno toplo i sa ispodprosječnim količinama oborina, a jesen iznadprosječno toplo sa manjim količinama oborina. 2018. godina je bila toplija nego višegodišnji prosjek te predstavlja 4. uzastopno najtopliju godinu u povijesti mjerenja temperature na Zemlji, a klima je na cijelom području Republike Hrvatske kategorizirana kao ekstremno topla (Izvještajno prognozni poslovi u šumarstvu za 2018./19. godinu, 2019).

Zima 2018. na 2019. bila je iznadprosječno topla, a količine oborina su bile iznadprosječne. U proljeće 2019. godine su temperature bile toplije od prosjeka, a oborina je bilo više od prosjeka. Ljeto je bilo iznadprosječno toplo sa ispodprosječnim količinama oborinama, a jesen također sa iznadprosječnim razinama temperature te sa iznadprosječnim količinama oborina. Jake kiše i olujna nevremena zabilježena su kroz proljeće, ljeto i jesen, a u svibnju je donji tok rijeke Save bio pod rizikom od poplava te sa vodostajem iznad +800 cm (‘Stanje i prognoza vodostaja’,

Hrvatske Vode). 2019. godina zabilježena je kao dotad druga najtoplija godina u povijesti mjerenja (Izvještajno prognozni poslovi u šumarstvu za 2019./20. godinu, 2020).

Zima sa 2019. na 2020. godinu bila je ponovno iznadprosječno topla sa ispodprosječnom količinom oborina, proljeće 2020. je imalo temperaturu ispod prosjeka, sa ispodprosječnim količinama oborina, ljeto sa temperaturama jednakima ili višima od prosjeka te na pola postaja ispod i na pola postaja iznadprosječnom količinom oborina, a jesen je bila iznadprosječno topla, sa iznadprosječnom količinom oborina na dvije trećine postaja, a na jednoj trećini ispod prosjeka. 2020. godina spadala je dotada spadala u 3 najtoplije godine otkad postoje mjerenja. U cijeloj Republici Hrvatskoj, temperatura je viša od prosjeka, a količina oborina je u percentilima bila normalna na većini lokacija, osim na izdvojenim područjima gdje je bilo sušno ili vrlo kišno (Izvještajno prognozni poslovi u šumarstvu za 2020./21. godinu, 2021).

Zima 2020. na 2021. godinu je na svim postajama ustanovljena kao iznadprosječno topla i iznadprosječno vlažna, proljeće 2021. godine bilježilo je prosječno niže temperature na svim postajama te niže količine oborina na više od polovica postaja, ljeto je bilo značajno toplije od prosjeka te sa generalno ispodprosječnim količinama oborina, a jesen je bilježila temperature više od prosjeka na većini postaja te sa nižim količinama oborina. 2021. godina je u Republici Hrvatskoj općenito karakterizirana kao normalna ili vrlo topla, ovisno o području mjerena, te sa normalnim količinama oborina na većini lokacija (Izvještajno prognozni poslovi u šumarstvu za 2021./22. godinu, 2022).

Zima 2021. na 2022. bila je na svim postajama viša od prosjeka, a oborina je na većem dijelu postaja bilo manje od prosjeka. Proljeće 2021. bilo je neznatno toplije od prosjeka, a količina oborina je svugdje bila niža od prosjeka, ljeto je bilježilo značajno više temperature od prosjeka, sa ispodprosječnim količinama oborina, a jesen više temperature i veće količine oborina. Općenito, na svim temperaturnim postajama u Hrvatskoj temperature su bile iznadprosječno tople, a količina oborina je bila ispodprosječna, osim na četiri postaje na kojima je zabilježena količina oborina viša od prosjeka (Izvještajno prognozni poslovi u šumarstvu za 2022./23. godinu, 2023).

## 6. REZULTATI

U UŠP Vinkovci je između 2018. i 2022. godine prikupljeno 570 uzoraka. Uzorak se u slučaju ovog rada odnosi na broj pojedinačnih izlova odrađenih u sklopu monitoringa sitnih glodavaca. Uzorci su prikupljeni na području 10 šumarija i RJ Rasadnika Zalužje. Podaci za RJ Rasadnik Zalužje počeli su se prikupljati tek 2021. godine, zbog čega izostaju podaci za njegovo područje od 2018. do 2020. godine.

Najviše je uzoraka prikupljeno 2020. (191 uzorak), a najmanje 2022. godine (78 uzoraka). Ukupno je najmanje uzoraka prikupljeno u RJ Rasadniku Zalužje (5 uzoraka), a najviše u Šumariji Lipovac i Šumariji Otok (83 uzoraka).

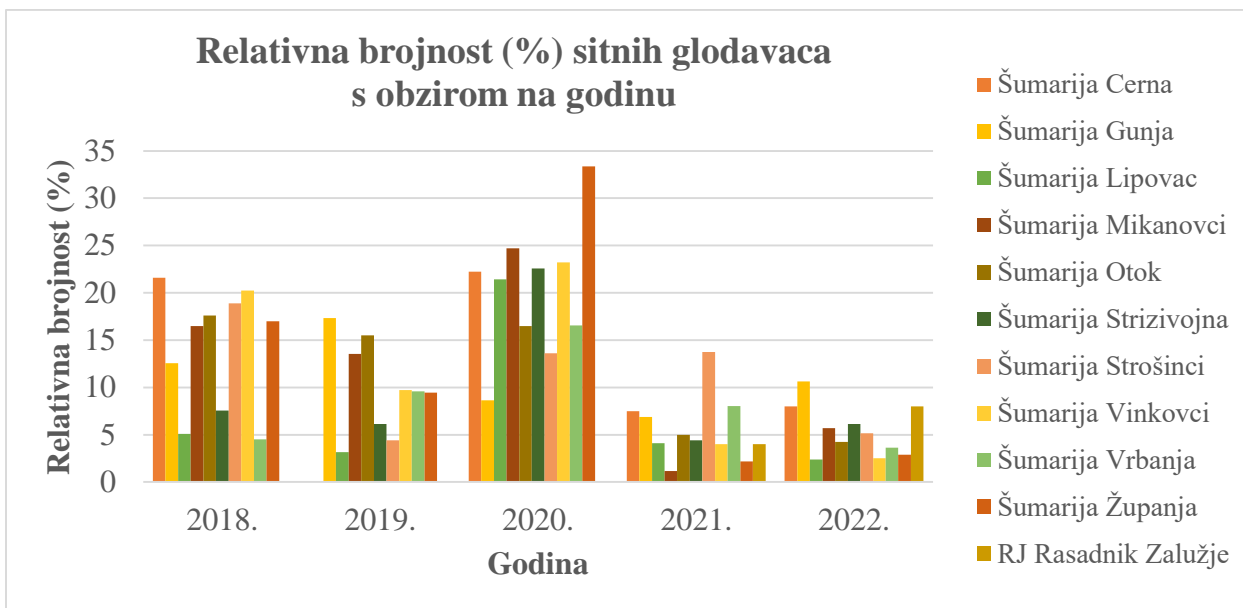
### 6.1. Relativna brojnost sitnih glodavaca u UŠP Vinkovci

**Tablica 1.** Relativna brojnost sitnih glodavaca (%) na području UŠP Vinkovci od 2018. do 2022. godine

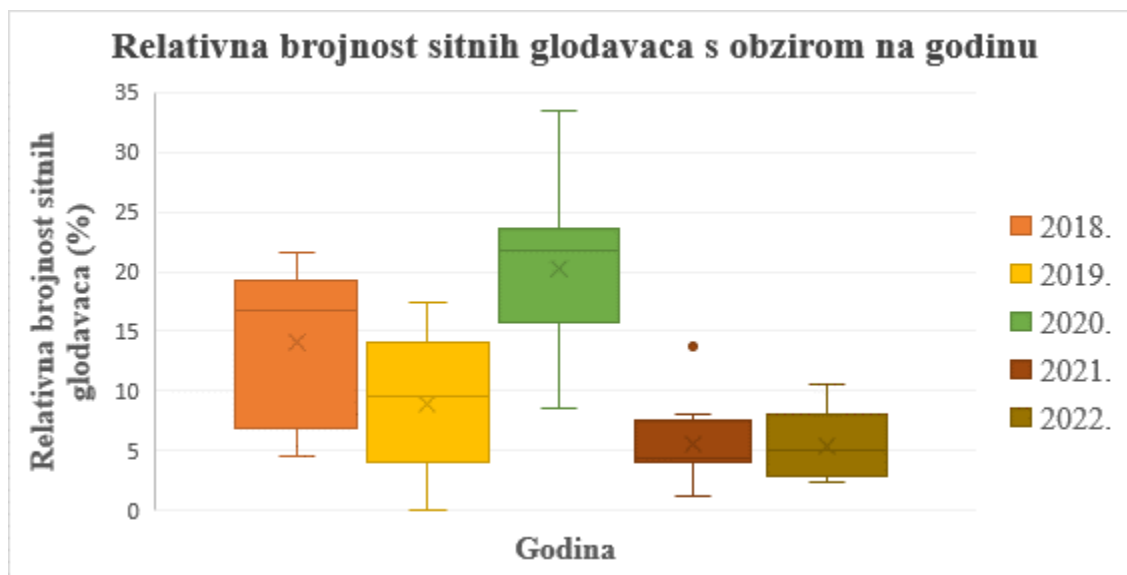
Relativna brojnost sitnih glodavaca (%) na području UŠP Vinkovci							
Lokalitet / Godina	2018.	2019.	2020.	2021.	2022.	Prosjek	Medijan
Šumarija Cerna	21,6	0	22,23	7,5	8	11,87	8,00
Šumarija Gunja	12,55	17,34	8,63	6,88	10,63	11,21	10,63
Šumarija Lipovac	5,09	3,15	21,43	4,12	2,38	7,23	4,12
Šumarija Mikanovci	16,5	13,55	24,69	1,17	5,7	12,32	13,55
Šumarija Otok	17,61	15,5	16,49	5	4,25	11,77	15,50
Šumarija Strizivojna	7,57	6,12	22,58	4,4	6,13	9,36	6,13
Šumarija Strošinci	18,89	4,4	13,62	13,76	5,14	11,16	13,62
Šumarija Vinkovci	20,25	9,73	23,22	4	2,5	11,94	9,73
Šumarija Vrbanja	4,5	9,58	16,55	8,04	3,64	8,46	8,04
Šumarija Županja	16,98	9,44	33,35	2,17	2,88	12,96	9,44
RJ Rasadnik Zalužje				4	8	6,00	6,00
<b>Prosjek:</b>	14,15	8,88	20,28	5,55	5,39		
<b>Medijan:</b>	16,74	9,51	21,83	4,40	5,14		
<b>Ukupan prosjek:</b>	10,64						
<b>Ukupan medijan:</b>	8,02						

Utvrđene relativne brojnosti (RB) sitnih glodavaca na području UŠP Vinkovci od 2018. do 2022. godine prikazane su u tablici 1 te su izražene u postotnoj vrijednosti (%). Vrijednosti RB

kretale su se od 0% izmjereno u Šumariji Cerna 2019. godine do 33,35% u Šumariji Županja 2020. godine.



**Graf 1.** Relativna brojnost sitnih glodavaca na području UŠP Vinkovci od 2018. do 2022. godine s obzirom na godinu uzorkovanja



**Graf 2.** Kutijasti dijagram relativne brojnosti (%) sitnih glodavaca u UŠP Vinkovci s obzirom na godinu uzorkovanja

Većina šumarija dostiže svoje maksimalne vrijednosti RB 2020. godine, dok Šumarija Gunja, Šumarija Otok i Šumarija Strošinci dostižu maksimalne vrijednosti RB 2018. godine.

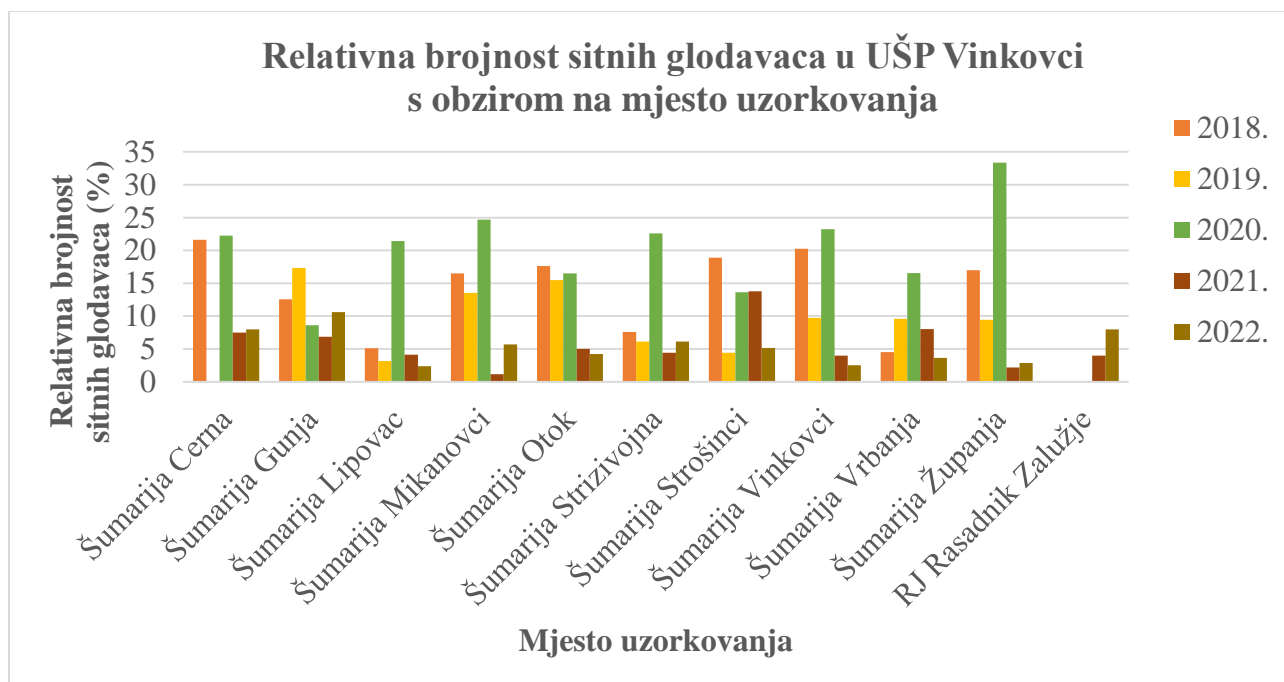
Minimalne vrijednosti RB po mjestu uzorkovanja su najčešće dosegnute 2021. i 2022. godine, sa iznimkom Šumarije Cerna i Šumarije Strošinci gdje su minimumi dosegnuti 2019. (Graf 1). Vrijednost koja odstupa od prosjeka 2021. godine je RB u Šumariji Strošinci koja iznosi 13,76% (Graf 2).

**Tablica 2.** Tukey HSD test za relativnu brojnost sitnih glodavaca u UŠP Vinkovci s obzirom na godinu

<b>Tukey HSD test - Relativna brojnost (%) sitnih glodavaca u UŠP Vinkovci s obzirom na godinu; <math>q(4,47; \alpha=5\%)=3,791</math></b>						
<b>Grupa 1</b>	<b>Grupa 2</b>	<b>Razlika u prosjecima</b>	<b>n1</b>	<b>n2</b>	<b>SE</b>	<b>q</b>
<b>2018.</b>	<b>2019.</b>	5,273	10	10	1,628	3,239
<b>2018.</b>	<b>2020.</b>	6,125	10	10	1,628	3,762
<b>2018.</b>	<b>2021.</b>	8,605	10	11	1,591	<b>5,410</b>
<b>2018.</b>	<b>2022.</b>	8,768	10	11	1,591	<b>5,512</b>
<b>2019.</b>	<b>2020.</b>	11,398	10	10	1,628	<b>7,001</b>
<b>2019.</b>	<b>2021.</b>	3,332	10	11	1,591	2,095
<b>2019.</b>	<b>2022.</b>	3,495	10	11	1,591	2,197
<b>2020.</b>	<b>2021.</b>	14,730	10	11	1,591	<b>9,261</b>
<b>2020.</b>	<b>2022.</b>	14,893	10	11	1,591	<b>9,363</b>
<b>2021.</b>	<b>2022.</b>	0,163	11	11	1,552	0,105

ANOVA metodom utvrđeno je postojanje statistički značajne razlike u RB na području UŠP Vinkovci tijekom promatranog petogodišnjeg perioda ( $p=3E-08 < \alpha=0,05, F=15,774 > F_{\text{crit}}=2,570$ ). Popratnim Tukey HSD testom međusobno su uspoređene vrijednosti RB pojedinih godina. Ustanovljeno je postojanje statistički razlike u pet slučajeva čije su izračunate q vrijednosti podebljane u Tablici 2. RB 2018. godine statistički se značajno razlikuje od RB 2021. i 2022. godine, a RB 2020. godine se razlikuje od RB 2019., 2021. i 2022. godine.





**Graf 3.** Relativna brojnost sitnih glodavaca u UŠP Vinkovci od 2018. do 2022. godine s obzirom na mjesto uzorkovanja

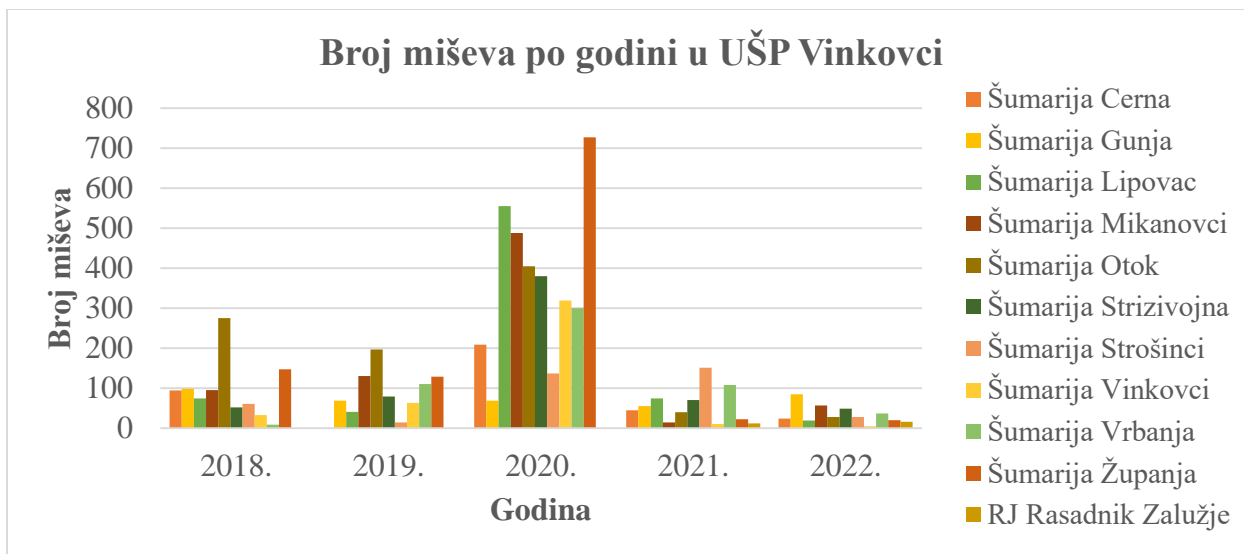
Vrijednosti iz 2020. godine su često najviša zabilježena RB u pojedinom mjestu uzorkovanja, što je vidljivo u grafu 3. Najveći vrhunac te ujedno najviša zabilježena vrijednost RB ističe se od ostalih na grafu te je utvrđena je u Šumariji Županja. ANOVA metodom nije utvrđena statistički značajna razlika u relativnoj brojnosti s obzirom na mjesto uzorkovanja unutar UŠP Vinkovci u periodu od 2018. do 2022. godine ( $p=0,977 > \alpha=0,05$ ,  $F=0,301 < F\text{-crit}=2,071$ ).

## 6.2. Brojnost miševa na području UŠP Vinkovci

**Tablica 3.** Zabilježeni broj jedinki miševa u UŠP Vinkovci u razdoblju od 2018. do 2022. godine

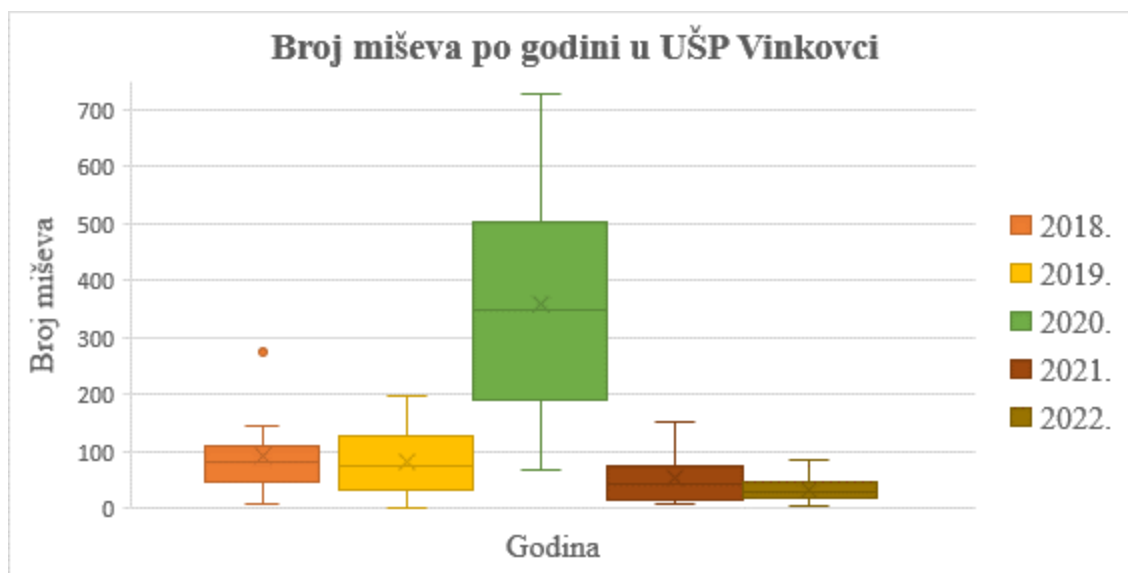
Broj miševa u UŠP Vinkovci od 2018. do 2022. godine								
Lokalitet /Godina	2018.	2019.	2020.	2021.	2022.	Ukupno	Prosjek	Medijan
Šumarija Cerna	94	0	209	45	24	372	74,40	45,00
Šumarija Gunja	98	69	69	55	85	376	75,20	69,00
Šumarija Lipovac	74	41	555	74	19	763	152,60	74,00
Šumarija Mikanovci	95	130	488	14	57	784	156,80	95,00
Šumarija Otok	275	197	405	40	28	945	189,00	197,00
Šumarija Strizivojna	52	79	380	70	49	630	126,00	70,00
Šumarija Strošinci	61	14	137	151	28	391	78,20	61,00
Šumarija Vinkovci	33	63	319	10	5	430	86,00	33,00
Šumarija Vrbanja	9	110	300	108	37	564	112,80	108,00
Šumarija Županja	147	129	727	22	20	1045	209,00	129,00
RJ Rasadnik Zalužje				12	16	28	14,00	14,00
<b>Ukupno:</b>	938	832	3589	601	368	6328		
<b>Prosjek:</b>	93,80	83,20	358,90	54,64	33,46	121,69		
<b>Medijan:</b>	84,00	74,00	349,50	45,00	28,00	580,50		

Između 2018. i 2022. godine na području UŠP Vinkovci izbrojano je ukupno 6328 jedinki miševa, a prosječno ukupno 121,69 jedinke po mjestu uzorkovanja i godini. Broj miševa kretao se od 0 jedinki zabilježeno na području Šumarije Cerna 2019. godine do 727 jedinki zabilježenih 2020. godine u Šumariji Županja (Tablica 3).



**Graf 4.** Zabilježeni broj miševa po godini u UŠP Vinkovci od 2018. do 2022. godine

Većina mjesta uzorkovanja bilježe najveću brojnost miševa 2020. godine, sa iznimkom Šumarije Gunja koja svoj maksimum doseže 2018., Šumarije Strošinci sa maksimumom 2021. godine te RJ Rasadnikom Zalužje sa maksimumom 2022. godine. Prevladavajući maksimumi 2020. godine jasno se uočavaju u grafu 4.



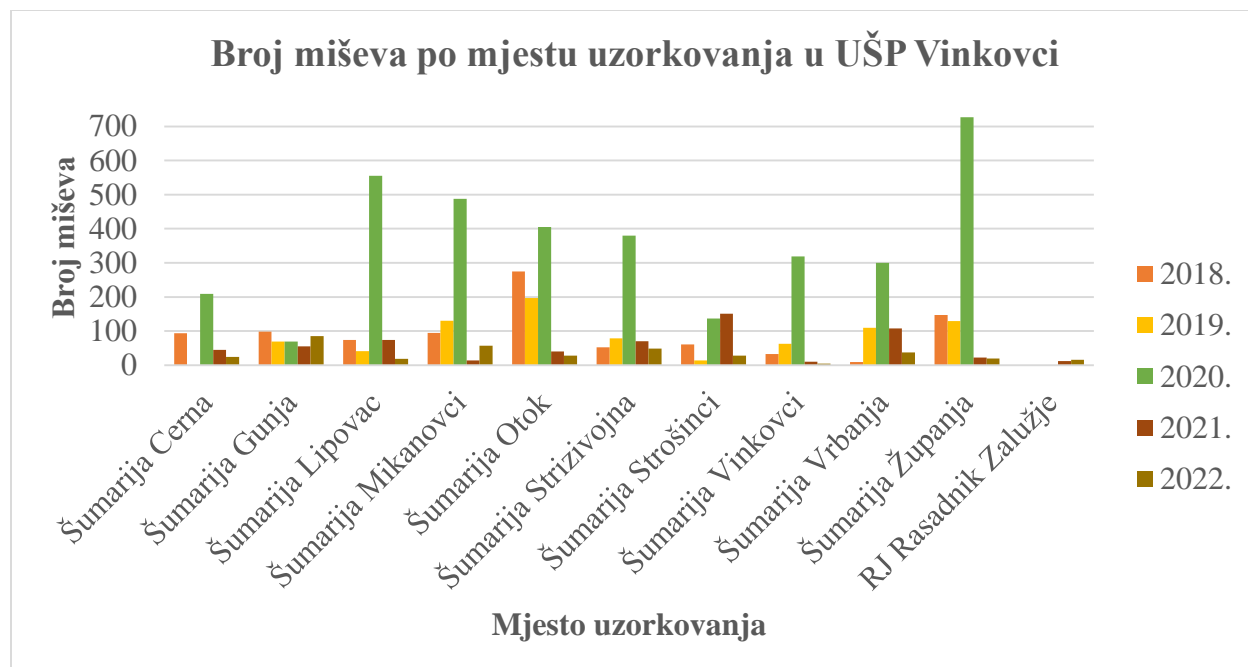
**Graf 5.** Kutijasti dijagram zabilježenog broja miševa po godini na području UŠP Vinkovci u periodu od 2018. do 2022. godine

Kutijasti dijagram nadalje naglašava odskakanje broja miševa 2020. godine od ostalih godina unutar promatranog perioda (Graf 5). Vrijednost koja odstupa od prosjeka 2018. godine označuje 275 jedinki miševa u Šumariji Otok te je označena točkom na grafu 5.

**Tablica 4.** Tukey HSD test za zabilježeni broj miševa po godinama u UŠP Vinkovci

Tukey HSD test - Broj miševa po godinama u UŠP Vinkovci; q(4,47;a=5%)=3,764						
Grupa 1	Grupa 2	Razlika	n1	n2	SE	q
2018.	2019.	10,600	10	10	31,304	0,339
2018.	2020.	265,100	10	10	31,304	<b>8,469</b>
2018.	2021.	39,164	10	11	30,584	1,281
2018.	2022.	60,345	10	11	30,584	1,973
2019.	2020.	275,700	10	10	31,304	<b>8,807</b>
2019.	2021.	28,564	10	11	30,584	0,934
2019.	2022.	49,745	10	11	30,584	1,627
2020.	2021.	304,264	10	11	30,584	<b>9,948</b>
2020.	2022.	325,445	10	11	30,584	<b>10,641</b>
2021.	2022.	21,182	11	11	29,847	0,710

ANOVA metodom utvrđeno je postojanje statistički značajne razlike u brojnosti miševa s obzirom na godinu na području UŠP Vinkovci ( $p=1,108E-07 < \alpha=0,05$ ,  $F=14,229 > F\text{-crit}=2,570$ ). Popratnim Tukey testom ustanovljena je statistički značajna razlika u četiri slučaja koji su podebljani u tablici 4 te se njima ističe broj miševa 2020. godine kao različit od ostalih godina u promatranom periodu.



**Graf 6.** Zabilježeni broj miševa po mjestu uzorkovanja u UŠP Vinkovci od 2018. do 2022. godine

Pregled zabilježenog broja miševa po mjestu uzorkovanja vidljiv je u grafu 6 u kojem se mogu uočiti vrhunci brojnosti 2020. godine i odstupanje od broja miševa ostalih godina s obzirom na mjesto uzorkovanja.

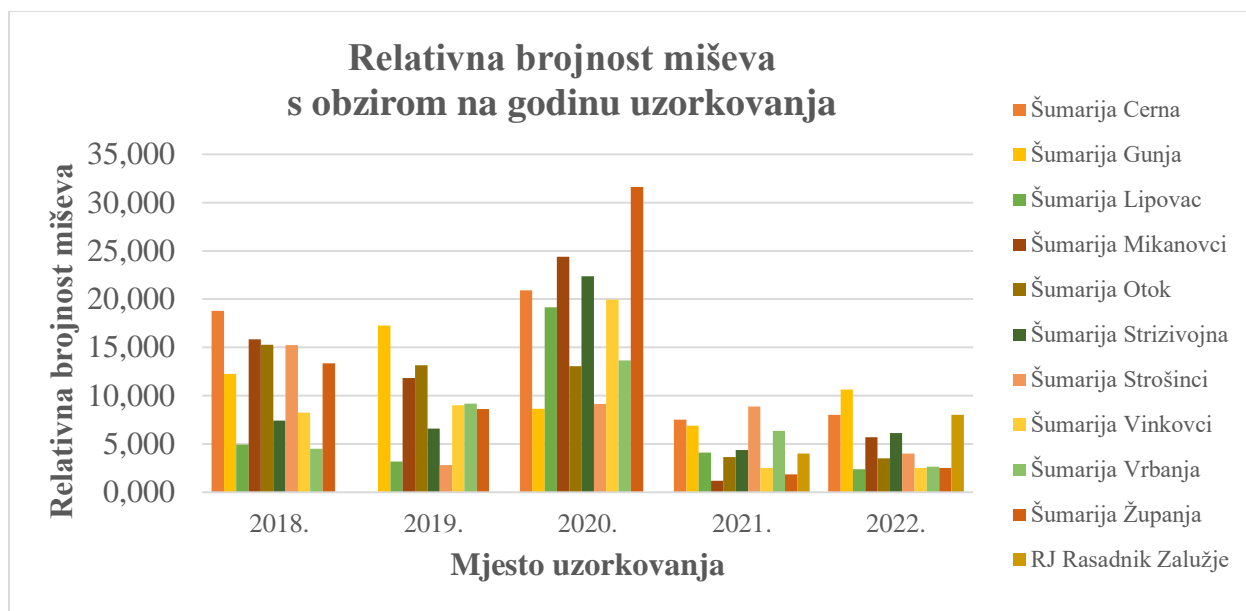
ANOVA metodom nije ustanovljeno postojanje statistički značajne razlike između broja miševa na pojedinim mjestima uzorkovanja u UŠP Vinkovci ( $p=0,865 > \alpha=0,05$ ,  $F=0,521 < F_{\text{crit}}=2,071$ ). Isto se može primjetiti u grafu 6 koji, izuzevši vrhunac broja miševa 2020. godine, djeluje relativno ujednačeno.

### 6.2.1. Relativna brojnost miševa u UŠP Vinkovci

**Tablica 5.** Relativna brojnost miševa na području UŠP Vinkovci od 2018. do 2022. godine

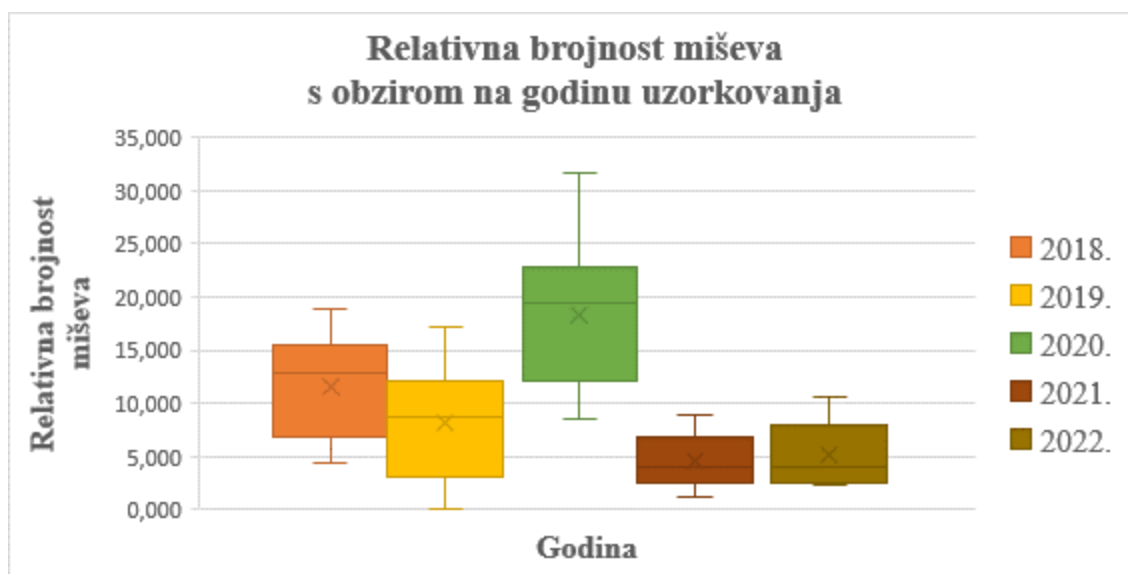
Relativna brojnost miševa u UŠP Vinkovci								
Lokalitet/Godina	2018.	2019.	2020.	2021.	2022.	Ukupno	Prosjek	Medijan
Šumarija Cerna	18,80	0,00	20,90	7,50	8,00	13,78	11,04	8,00
Šumarija Gunja	12,25	17,25	8,63	6,88	10,63	10,44	11,13	10,63
Šumarija Lipovac	4,93	3,15	19,14	4,11	2,38	9,19	6,74	4,11
Šumarija Mikanovci	15,83	11,82	24,40	1,17	5,70	13,29	11,78	11,82
Šumarija Otok	15,28	13,13	13,07	3,64	3,50	11,39	9,72	13,07
Šumarija Strizivojna	7,43	6,58	22,35	4,38	6,13	10,50	9,37	6,58
Šumarija Strošinci	15,25	2,80	9,13	8,88	4,00	8,15	8,01	8,88
Šumarija Vinkovci	8,25	9,00	19,94	2,50	2,50	13,03	8,44	8,25
Šumarija Vrbanja	4,50	9,17	13,64	6,35	2,64	8,42	7,26	6,35
Šumarija Županja	13,36	8,60	31,61	1,833	2,500	15,15	11,58	8,60
RJ Rasadnik Zalužje				4,00	8,00	5,60	6,00	6,00
<b>Ukupno:</b>	11,72	8,58	18,79	4,85	4,72	11,10		
<b>Prosjek:</b>	11,59	8,15	18,28	4,66	5,09	9,37		
<b>Medijan:</b>	12,81	8,80	19,54	4,11	4,00	8,00		

Zbog različite frekvencije provedbe izlova, dostupni podaci o broju miševa prilagođeni su odgovarajućem broju uzoraka na pojedinom lokalitetu unutar određene godine. Ukupan broj miševa za neki lokalitet podijeljen je sa odgovarajućim brojem uzoraka kako bi se dobio broj miševa po uzorku, a dobivena vrijednost se nadalje u radu spominje kao relativna brojnost miševa. Ukupne vrijednosti relativne brojnosti miševa po godinama i mjestima uzorkovanja dobiveni su podjelom ukupnog zabilježenog broja miševa sa odgovarajućim ukupnim brojem uzorka. Prosječne vrijednosti relativne brojnosti izračunate su putem pojedinačnih dobivenih vrijednosti relativne brojnosti miševa prikazanih u tablici 5.



**Graf 7.** Relativna brojnost miševa u UŠP Vinkovci od 2018. do 2022. godine s obzirom na godinu uzorkovanja

Graf 7 prikazuje kako su oscilacije relativne brojnosti miševa relativno slične po godinama na svim mjestima uzorkovanja te da su vrhunci za više mjesta uzorkovanja 2020. godine.



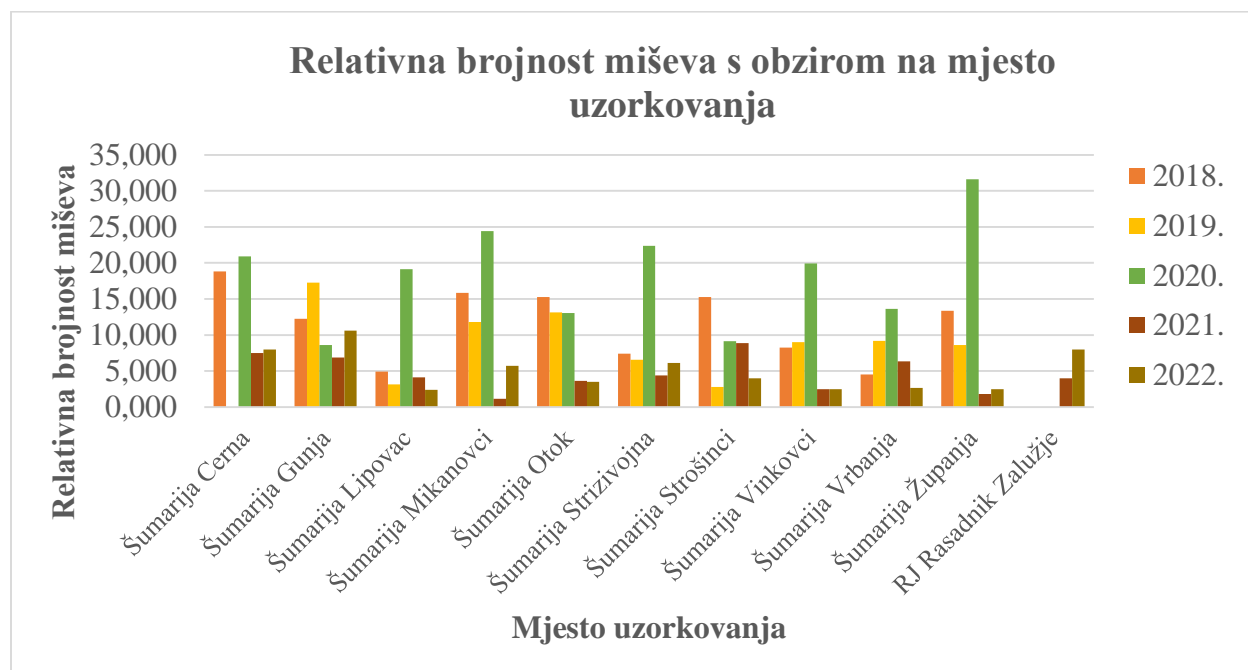
**Graf 8.** Kutijasti dijagram relativne brojnosti miševa u UŠP Vinkovci s obzirom na godinu uzorkovanja

275 jedinki miševa koji su odstupili od ukupnog prosjeka 2018. godine više se ne ističe od ostalih vrijednosti. Štoviše, relativna brojnost miševa u Šumariji Otok 2018. godine iznosi 15,28 što je manje od relativne brojnosti miševa u Šumariji Cerna (18,80) i Šumariji Mikanovci (15,83) (Graf 8).

**Tablica 6.** Tukey HSD test za relativnu brojnost miševa u UŠP Vinkovci s obzirom na godinu

Tukey HSD test – Relativna brojnost miševa u UŠP Vinkovci s obzirom na godinu, $q\text{-crit}(4,47;a=5\%)=3,764$						
Grupa 1	Grupa 2	Razlika prosjeka	n1	n2	SE	q
2018.	2019.	10,600	10	10	31,304	0,339
2018.	2020.	265,100	10	10	31,304	<b>8,469</b>
2018.	2021.	39,164	10	11	30,584	1,281
2018.	2022.	60,345	10	11	30,584	1,973
2019.	2020.	275,700	10	10	31,304	<b>8,807</b>
2019.	2021.	28,564	10	11	30,584	0,934
2019.	2022.	49,745	10	11	30,584	1,627
2020.	2021.	304,264	10	11	30,584	<b>9,948</b>
2020.	2022.	325,445	10	11	30,584	<b>10,641</b>
2021.	2022.	21,182	11	11	29,847	0,710

ANOVA metodom utvrđeno je postojanje statistički značajne razlike u relativnoj brojnosti miševa s obzirom na godinu ( $p=1,108E-07 < \alpha=0,05$ ,  $F=14,229 > F\text{-crit}=2,570$ ). Popratnim Tukey testom ustanovljene su razlike u četiri slučaja te su odgovarajuće izračunate q vrijednosti podebljane u Tablici. 2020. godina ističe se po vrijednostima kao statistički značajno različita od ostalih godina u promatranom periodu (Tablica 6).



**Graf 9.** Relativna brojnost miševa u UŠP Vinkovci s obzirom na mjesto uzorkovanja

Vrhunci relativne brojnosti miševa mnogih mjesta uzorkovanja utvrđeni su 2020. godine te se jasno uočavaju u grafu 9. Minimalne vrijednosti relativne brojnosti miševa su unutar mjesta uzorkovanja najčešće utvrđene 2021. i 2022. godine, sa iznimkom Šumarije Cerna i Šumarije Strošinci čije su minimalne vrijednosti utvrđene 2019. godine.

ANOVA metodom nije utvrđeno postojanje statistički značajne razlike u broju miševa po uzorku s obzirom na lokalitete unutar UŠP Vinkovci ( $p=0,968 > \alpha=0,05$ ,  $F=0,329 > F\text{-crit}=2,071$ ).

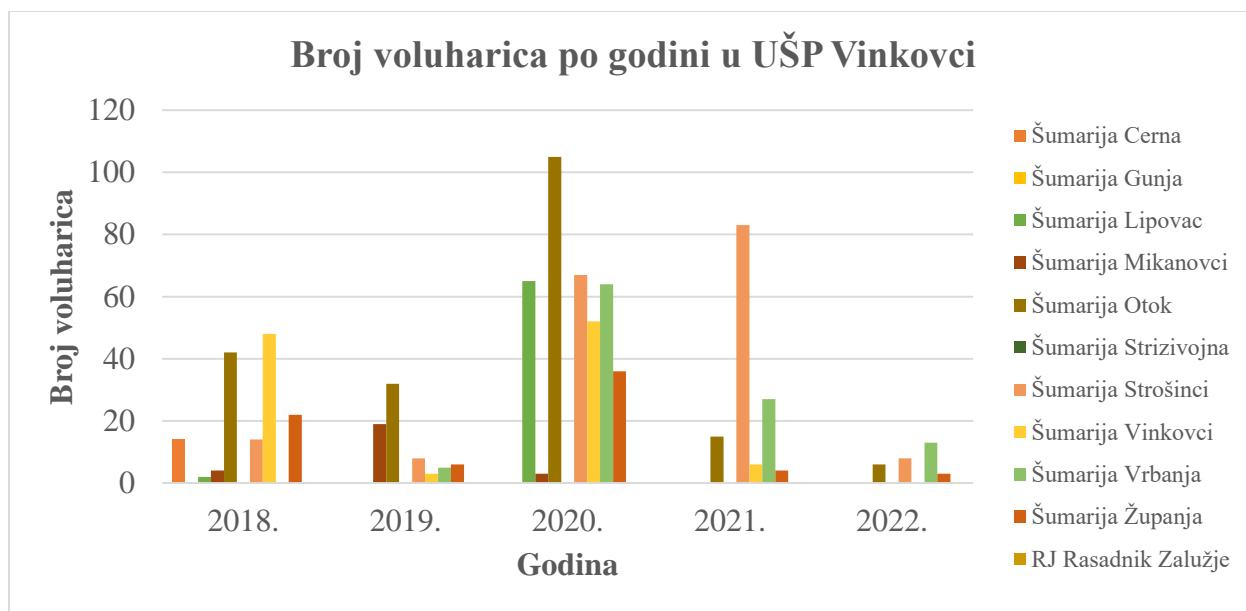


### 6.3. Brojnost voluharica na području UŠP Vinkovci

**Tablica 7.** Zabilježeni broj jedinki voluharica u UŠP Vinkovci u razdoblju od 2018. do 2022. godine

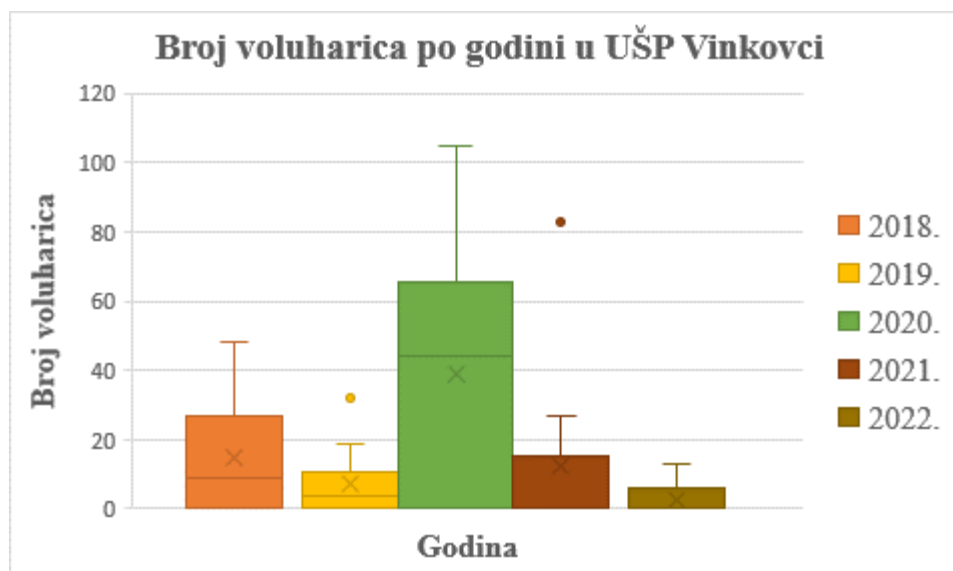
Broj voluharica u UŠP Vinkovci od 2018. do 2022. godine									
Lokalitet/Godina	2018.	2019.	2020.	2021.	2022.		Ukupno	Prosjek	Medijan
Šumarija Cerna	14	0	0	0	0		14	2,80	0,00
Šumarija Gunja	0	0	0	0	0		0	0,00	0,00
Šumarija Lipovac	2	0	65	0	0		67	13,40	0,00
Šumarija Mikanovci	4	19	3	0	0		26	5,20	3,00
Šumarija Otok	42	32	105	15	6		200	40,00	32,00
Šumarija Strizivojna	0	0	0	0	0		0	0,00	0,00
Šumarija Strošinci	14	8	67	83	8		180	36,00	14,00
Šumarija Vinkovci	48	3	52	6	0		109	21,80	6,00
Šumarija Vrbanja	0	5	64	27	13		109	21,80	13,00
Šumarija Županja	22	6	36	4	3		71	14,20	6,00
RJ Rasadnik Zalužje				0	0		0	0,00	0,00
<b>Ukupno:</b>	146	73	392	135	30		776		
<b>Prosjek:</b>	14,60	7,30	39,20	12,27	2,73		14,92		
<b>Medijan:</b>	9,00	4,00	44,00	0,00	0,00		3,00		

Na području UŠP Vinkovci je u periodu od 2018. do 2022. godine izbrojano 776 jedinki voluharica, sa prosjekom od 14,92 voluharice po mjestu uzorkovanja i godini. Broj voluharica kretao se od 0 do 105 jedinki zabilježenih 2020. godine na području Šumarije Otok (Tablica 7).



**Graf 10.** Zabilježeni broj voluharica na području u UŠP Vinkovci s obzirom na godinu uzorkovanja

Većina maksimalnih vrijednosti broja voluharica po mjestu uzorkovanja zabilježeno je 2020. godine, a spomenuti vrhunci dolaze do izražaja na grafu 10. Sa druge strane, najmanji broj voluharica zapažen je 2022. godine.



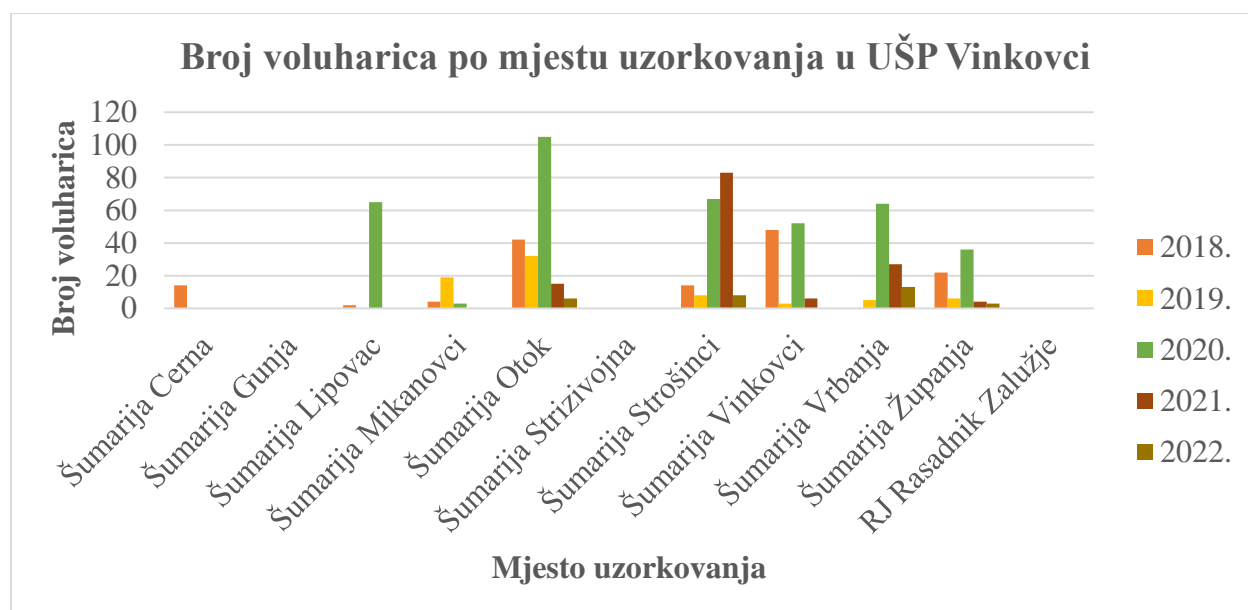
**Graf 11.** Kutijasti dijagram zabilježenog broja voluharica na području UŠP Vinkovci s obzirom na godinu uzorkovanja

Dvije vrijednosti odstupaju od ukupnog prosjeka godina, a to su 32 jedinice voluharica izbrojane 2019. u Šumariji Otok te 83 voluharice izbrojane u Šumariji Strošinci 2021. (Graf 11).

**Tablica 8.** Tukey HSD test za zabilježeni broj voluharica po godinama u UŠP Vinkovci

Tukey HSD test - Broj voluharica po godinama u UŠP Vinkovci; q(4,47; $\alpha=5\%$ )=3,791						
Grupa 1	Grupa 2	Razlika prosjeka	n1	n2	SE	q
2018.	2019.	7,300	10	10	6,954	1,050
2018.	2020.	24,600	10	10	6,954	3,537
2018.	2021.	2,327	10	11	6,794	0,343
2018.	2022.	11,873	10	11	6,794	1,747
2019.	2020.	31,900	10	10	6,954	<b>4,587</b>
2019.	2021.	4,973	10	11	6,794	0,732
2019.	2022.	4,573	10	11	6,794	0,673
2020.	2021.	26,927	10	11	6,794	<b>3,963</b>
2020.	2022.	36,473	10	11	6,794	<b>5,368</b>
2021.	2022.	9,545	11	11	6,631	1,440

ANOVA metodom utvrđeno je postojanje statistički značajne razlike u broju voluharica s obzirom na godinu na području UŠP Vinkovci ( $p=0,05 < \alpha=0,05$ ,  $F=4,233 > F\text{-crit}=2,570$ ). Tukey HSD test korišten je za popratnu analizu te je ustanovljena statistički značajna razlika u četiri slučaja podebljanim u tablici 8 koji navode da je broj voluharica 2020. godine značajno različit od broja voluharica 2019., 2020. i 2022. godine.



**Graf 12.** Zabilježeni broj voluharica po mjestu uzorkovanja u UŠP Vinkovci od 2018. do 2022. godine

Vrhunci broja voluharica 2020. godine u pojedinim mjestima uzorkovanja jasno se uočava u grafu 12. Voluharice su prisutne sporadično u određenim mjestima uzorkovanja, a u promatranom petogodišnjem periodu nije zabilježena niti jedna jedinka voluharice u Šumariji Gunja, Šumariji Strizivojna niti RJ Rasadniku Zalužje.

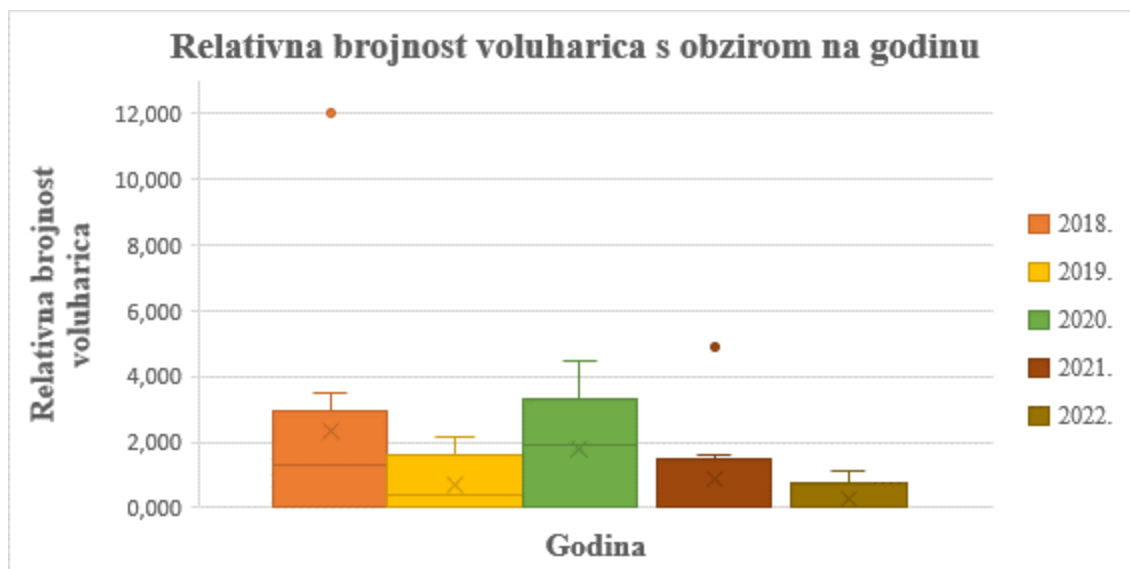
ANOVA metodom nije utvrđena statistički značajna razlika broja voluharica s obzirom na mjesto uzorkovanja unutar UŠP Vinkovci ( $p=0,076 > \alpha=0,05$ ,  $F=1,883 > F\text{-crit}=2,071$ ).

### 6.3.1. Relativna brojnost voluharica na području UŠP Vinkovci

**Tablica 9.** Relativna brojnost voluharica na području UŠP Vinkovci od 2018. do 2022. godine

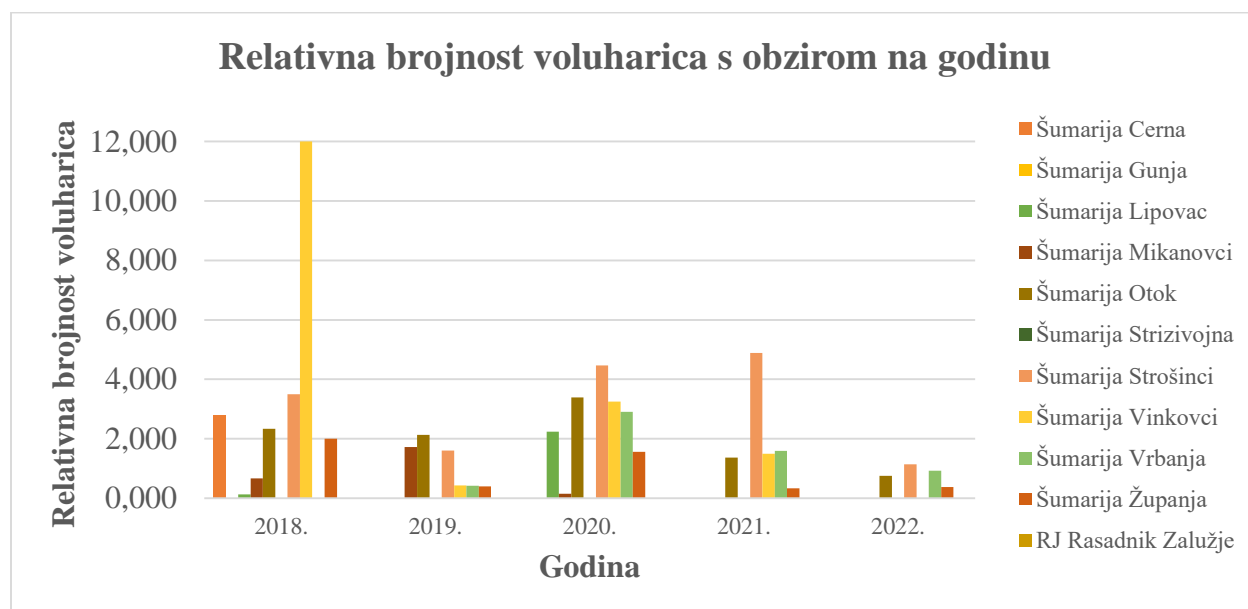
Relativna brojnost voluharica u UŠP Vinkovci								
Lokalitet/Godina	2018.	2019.	2020.	2021.	2022.	Ukupno	Prosjek	Medijan
Šumarija Cerna	2,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,52	0,56	0,00
Šumarija Gunja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Šumarija Lipovac	0,13	0,00	2,24	0,00	0,00	0,81	0,48	0,00
Šumarija Mikanovci	0,67	1,73	0,15	0,00	0,00	0,44	0,51	0,15
Šumarija Otok	2,33	2,13	3,39	1,36	0,75	2,41	1,99	2,13
Šumarija Strizivojna	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Šumarija Strošinci	3,50	1,60	4,47	4,88	1,14	3,75	3,12	3,50
Šumarija Vinkovci	12,00	0,43	3,25	1,50	0,00	3,30	3,44	1,50
Šumarija Vrbanja	0,00	0,42	2,91	1,59	0,93	1,63	1,17	0,93
Šumarija Županja	2,00	0,40	1,57	0,33	0,38	1,03	0,94	0,40
RJ Rasadnik Zalužje				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Ukupno:</b>	1,83	0,75	2,05	1,09	0,39	1,36		
<b>Prosjek:</b>	2,34	0,67	1,80	0,88	0,29	1,17		
<b>Medijan:</b>	1,33	0,41	1,90	0,00	0,00	0,35		

Zbog različite učestalosti uzorkovanja, zabilježeni apsolutni brojevi voluharica prilagođeni su broju uzoraka na pojedinom lokalitetu unutar određene godine. Utvrđeni broj voluharica je podijeljen odgovarajućim brojem uzoraka te godine na promatranom lokalitetu, a dobivena vrijednost se u ostatku rada referira kao relativna brojnost voluharica. Ukupne vrijednosti relativne brojnosti voluharica po godinama i mjestima uzorkovanja dobiveni su podjelom ukupnog zabilježenog broja voluharica sa odgovarajućim ukupnim brojem uzoraka. Prosječne vrijednosti relativne brojnosti izračunate su putem pojedinačnih dobivenih vrijednosti relativne brojnosti voluharica prikazanih u tablici 9.



**Graf 13.** Kutijasti dijagram relativne brojnosti voluharica u UŠP Vinkovci s obzirom na godinu

Dvije vrijednosti koje odstupaju od prosjeka pojedine godine su 2018. godine u Šumariji Vinkovci (12,00) te u Šumariji Strošinci 2021. godine (4,49) (Graf 13). Podatak koji odstupa od prosjeka 2021. godine odgovara odstupanju apsolutne vrijednosti broja voluharica u grafu 11. Relativna brojnost voluharica Šumarije Vinkovci 2018. nije se prije isticala u pregledu apsolutnog broja voluharica, a apsolutni broj voluharica u Šumariji Otok koji se isticao 2019. godine u kutijastom dijagramu relativne brojnosti voluharica više ne odskače od prosjeka.



**Graf 14.** Relativna brojnost voluharica u UŠP Vinkovci s obzirom na godinu uzorkovanja

Oscilacije relativne brojnosti voluharica s obzirom na godinu prikazane su u grafu 14 gdje se ističe vrhunac u Šumariji Vinkovci 2018. godine.

ANOVA metodom nije utvrđeno postojanje statistički značajne razlike relativnoj brojnosti voluharica na području UŠP Vinkovci s obzirom na godinu ( $p=0,111 > \alpha=0,05$ ,  $F=1,991 < F_{\text{crit}}=2,570$ ).



**Graf 15.** Relativna brojnost voluharica u UŠP Vinkovci s obzirom na mjesto uzorkovanja

Osim maksimalne relativne brojnosti voluharica u Šumariji Vinkovci koja se ističe kao vrhunac na grafu 15, ostatak mjesta uzorkovanja pokazuje niske vrijednosti relativne brojnosti voluharica.

**Tablica 10.** Tukey HSD test za relativnu brojnost voluharica  
s obzirom na mjesto uzorkovanja u UŠP Vinkovci

Tukey HSD test – Relativna brojnost voluharica u UŠP Vinkovci s obzirom na mjesto uzorkovanja; $q(10,41;\alpha=5\%)=4,735$						
Grupa 1	Grupa 2	Razlika prosjeka	n1	n2	SE	q
Šumarija Cerna	Šumarija Gunja	0,560	5	5	0,806	0,694
Šumarija Cerna	Šumarija Lipovac	0,000	5	5	0,806	0,000
Šumarija Cerna	Šumarija Mikanovci	0,475	5	5	0,806	0,589
Šumarija Cerna	Šumarija Otok	0,509	5	5	0,806	0,631
Šumarija Cerna	Šumarija Strizivojna	1,993	5	5	0,806	2,472
Šumarija Cerna	Šumarija Strošinci	0,000	5	5	0,806	0,000
Šumarija Cerna	Šumarija Vinkovci	3,118	5	5	0,806	3,867
Šumarija Cerna	Šumarija Vrbanja	3,436	5	5	0,806	4,261
Šumarija Cerna	Šumarija Županja	1,169	5	5	0,806	1,449
Šumarija Cerna	RJ Rasadnik Zalužje	0,935	5	2	1,067	0,876
Šumarija Gunja	Šumarija Lipovac	0,475	5	5	0,806	0,589
Šumarija Gunja	Šumarija Mikanovci	0,509	5	5	0,806	0,631
Šumarija Gunja	Šumarija Otok	1,993	5	5	0,806	2,472
Šumarija Gunja	Šumarija Strizivojna	0,000	5	5	0,806	0,000
Šumarija Gunja	Šumarija Strošinci	3,118	5	5	0,806	3,867
Šumarija Gunja	Šumarija Vinkovci	3,436	5	5	0,806	4,261
Šumarija Gunja	Šumarija Vrbanja	1,169	5	5	0,806	1,449
Šumarija Gunja	Šumarija Županja	0,935	5	5	0,806	1,159
Šumarija Gunja	RJ Rasadnik Zalužje	0,000	5	2	1,067	0,000
Šumarija Lipovac	Šumarija Mikanovci	0,034	5	5	0,806	0,042
Šumarija Lipovac	Šumarija Otok	1,519	5	5	0,806	1,883
Šumarija Lipovac	Šumarija Strizivojna	0,475	5	5	0,806	0,589
Šumarija Lipovac	Šumarija Strošinci	2,643	5	5	0,806	3,278
Šumarija Lipovac	Šumarija Vinkovci	2,961	5	5	0,806	3,672
Šumarija Lipovac	Šumarija Vrbanja	0,694	5	5	0,806	0,860
Šumarija Lipovac	Šumarija Županja	0,460	5	5	0,806	0,570
Šumarija Lipovac	RJ Rasadnik Zalužje	0,475	5	2	1,067	0,445
Šumarija Mikanovci	Šumarija Otok	1,485	5	5	0,806	1,841
Šumarija Mikanovci	Šumarija Strizivojna	0,509	5	5	0,806	0,631
Šumarija Mikanovci	Šumarija Strošinci	2,610	5	5	0,806	3,236
Šumarija Mikanovci	Šumarija Vinkovci	2,927	5	5	0,806	3,630
Šumarija Mikanovci	Šumarija Vrbanja	0,660	5	5	0,806	0,818
Šumarija Mikanovci	Šumarija Županja	0,426	5	5	0,806	0,528

Šumarija Mikanovci	RJ Rasadnik Zalužje	0,509	5	2	1,067	0,477
Šumarija Otok	Šumarija Strizivojna	1,993	5	5	0,806	2,472
Šumarija Otok	Šumarija Strošinci	1,125	5	5	0,806	1,395
Šumarija Otok	Šumarija Vinkovci	1,442	5	5	0,806	1,788
Šumarija Otok	Šumarija Vrbanja	0,825	5	5	0,806	1,023
Šumarija Otok	Šumarija Županja	1,059	5	5	0,806	1,313
Šumarija Otok	RJ Rasadnik Zalužje	1,993	5	2	1,067	1,869
Šumarija Strizivojna	Šumarija Strošinci	3,118	5	5	0,806	3,867
Šumarija Strizivojna	Šumarija Vinkovci	3,436	5	5	0,806	4,261
Šumarija Strizivojna	Šumarija Vrbanja	1,169	5	5	0,806	1,449
Šumarija Strizivojna	Šumarija Županja	0,935	5	5	0,806	1,159
Šumarija Strizivojna	RJ Rasadnik Zalužje	0,000	5	2	1,067	0,000
Šumarija Strošinci	Šumarija Vinkovci	0,317	5	5	0,806	0,394
Šumarija Strošinci	Šumarija Vrbanja	1,950	5	5	0,806	2,418
Šumarija Strošinci	Šumarija Županja	2,184	5	5	0,806	2,708
Šumarija Strošinci	RJ Rasadnik Zalužje	3,118	5	2	1,067	2,923
Šumarija Vinkovci	Šumarija Vrbanja	2,267	5	5	0,806	2,812
Šumarija Vinkovci	Šumarija Županja	2,501	5	5	0,806	3,101
Šumarija Vinkovci	RJ Rasadnik Zalužje	3,436	5	2	1,067	3,221
Šumarija Vrbanja	Šumarija Županja	0,234	5	5	0,806	0,290
Šumarija Vrbanja	RJ Rasadnik Zalužje	1,169	5	2	1,067	1,095
Šumarija Županja	RJ Rasadnik Zalužje	0,935	5	2	1,067	0,876

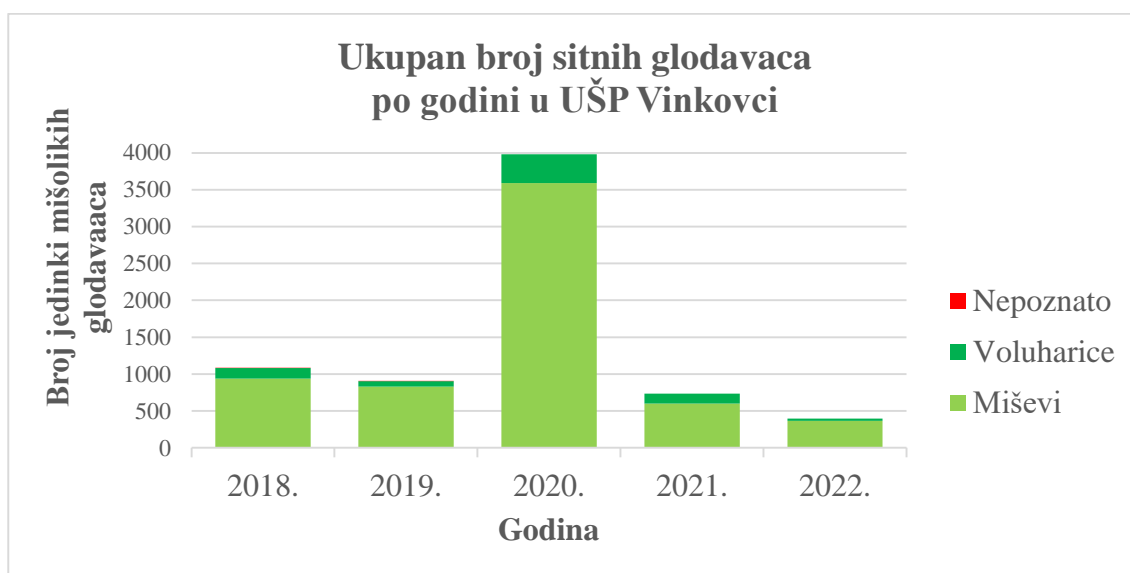
ANOVA metoda ukazala je na postojanje statistički značajne razlike u broju voluharica po uzorku između pojedinih lokaliteta unutar UŠP Vinkovci ( $p=0,038 > \alpha=0,05$ ,  $F=2,190 < F_{\text{crit}}=2,071$ ). Ipak, popratnim Tukey testom nije potvrđeno postojanje razlike između pojedinih mjesta uzorkovanja s obzirom na kritičnu vrijednost  $q(10,41; \alpha=0,05)=4,735$ . Vrijednosti najbliže kritičnoj ima Šumarija Vinkovci u odnosu na Šumariju Gunja ( $q=4,261$ ) i Šumariju Strizivojna ( $q=4,261$ ), no nedovoljno da se odbaci nulta hipoteza (Tablica 10).



## 6.4. Omjer glavnih grupa glodavaca u UŠP Vinkovci

**Tablica 11.** Ukupan broj sitnih glodavaca na području UŠP Vinkovci od 2018. do 2022. godine

Ukupan broj sitnih glodavaca na području UŠP Vinkovci							
Grupa glodavca/godina	2018.	2019.	2020.	2021.	2022.	Ukupno	Prosjek
Miševi	938	832	3589	601	368	6328	1265,60
Voluharice	146	73	392	135	30	776	155,20
Nepoznato	1	5	0	0	0	6	1,20
<b>Ukupno:</b>	1085	910	3981	736	398	7110	474,00

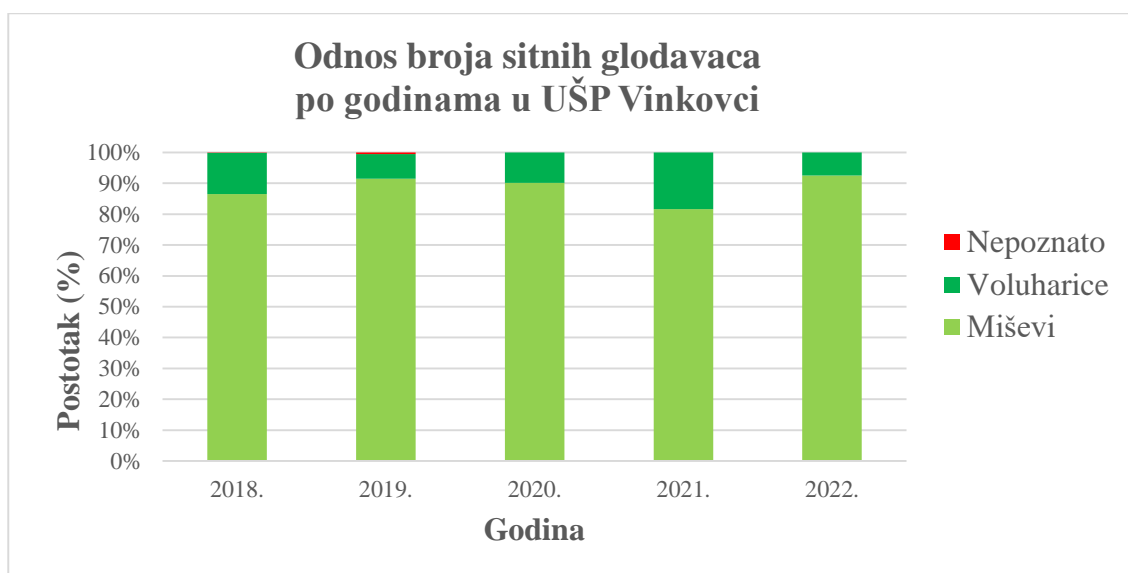


**Graf 16.** Ukupan broj sitnih glodavaca u UŠP Vinkovci s obzirom na godinu

Ukupan broj sitnih glodavaca na području UŠP Vinkovci u periodu od 2018. do 2022. popisan je u tablici 11 i prikazan u grafu 16. 2020. godina ističe se sa vrhuncom u broju miševa i voluharica, dok su najmanje vrijednosti zabilježene 2022. godine.

**Tablica 12.** Odnos ukupnog broja sitnih glodavaca u postocima na području UŠP vinkovci od 2018. do 2022. godine

Odnos ukupnog broja sitnih glodavaca u postocima na području UŠP Vinkovci							
Grupa glodavca/godina	2018.	2019.	2020.	2021.	2022.	Ukupno	Prosjek
Miševi	86,45	91,43	90,15	81,66	92,46	89,00	88,43
Voluharice	13,46	8,02	9,85	18,34	7,54	10,91	11,44
Nepoznato	0,09	0,55	0,00	0,00	0,00	0,08	0,13



Graf 17. Odnos broja sitnih glodavaca u UŠP Vinkovci s obzirom na godinu  
 Odnos broja miševa i voluharica izražen u postocima prikazan je u grafu 17.

## 6.5. Intenzitet napada sitnih glodavaca u UŠP Vinkovci:

Intenzitet napada sitnih glodavaca kategorizira se na intenzitet napada na kori pomlatka (INP1), intenzitet napada na korijenu pomlatka (INP2) i na intenzitet napada na sjemenu (INS). Navedene kategorije analizirane su u nastavku.

### 6.5.1. Intenzitet napada sitnih glodavaca na kori pomlatka (INP1) u UŠP Vinkovci:

**Tablica 13.** Intenzitet napada glodavaca na koru pomlatka u UŠP Vinkovci od 2018. do 2022. godine izražene u postocima

Intenzitet napada na kori pomlatka (INP1) u UŠP Vinkovci (%)								
Lokalitet/Godina	2018.	2019.	2020.	2021.	2022.	Ukupno	Prosjek	Medijan
Šumarija Cerna	0	0	0	0	0	0	0	0
Šumarija Gunja	0	0	0	0	0	0	0	0
Šumarija Lipovac	0	0	0	0	0	0	0	0
Šumarija Mikanovci	1,88	2,06	0,1	0	0	4,04	0,81	0,10
Šumarija Otok	0	0	0	0	0	0	0	0
Šumarija Strizivojna	0	0	0,75	0	0	0,75	0,15	0
Šumarija Strošinci	2	0	0	0	0	2,00	0,40	0
Šumarija Vinkovci	0	0	5,25	0	0	5,25	1,05	0
Šumarija Vrbanja	0	0	0	0	0	0	0	0
Šumarija Županja	1,66	0	0	0	0	1,66	0,33	0
RJ Rasadnik Zalužje				0	0	0	0	0
<b>Ukupno:</b>	5,54	2,06	6,10	0	0	13,70		
<b>Prosjek:</b>	0,55	0,21	0,61	0	0	0,26		
<b>Medijan:</b>	0	0	0	0	0	0		

Intenzitet napada na kori pomlatka u UŠP Vinkovci prikazan je u tablici 13. Najviše podataka većih od 0% zabilježeno je u Šumariji Mikanovci, dok je po godini najviše zabilježeno 2018. i 2020. godine. Provedenom ANOVA metodom nije utvrđeno postojanje statistički značajne razlike u količini šteta s obzirom na godinu ( $p=0,326 > \alpha=0,05$ ;  $F=1,195 < F\text{-crit}=2,570$ ).

**Tablica 14.** Pregled intenziteta napada na kori pomladaka (INP1) po gospodarskim jedinicama u UŠP Vinkovci sa pratećim podacima

<b>Intenzitet napada sitnih glodavaca na kori pomlatka (INP1) u UŠP Vinkovci sa pratećim podacima</b>						
<b>Godina</b>	<b>Šumarija</b>	<b>Gospodarska jedinica</b>	<b>Razvojni stadij</b>	<b>Tip šume</b>	<b>Mjeseci</b>	<b>Intenzitet (%)</b>
<b>2018.</b>	Mikanovci	Durgutovica	Stariji pomladak	Šuma hrasta lužnjaka i običnog graba	4. i 10.	2,5
	Strošinci	Debrinja	Stariji pomladak	Šuma hrasta lužnjaka i običnog graba	7.	2
	Županja	Kragujna	Stariji pomladak	Šuma hrasta lužnjaka i velike žutilovke sa žestiljem	10.	1,66
<b>2019.</b>	Mikanovci	Durgutovica	Mlađi pomladak	Šuma hrasta lužnjaka i običnog graba	1., 3. i 7.	2,31
<b>2020.</b>	Mikanovci	Durgutovica	Mlađi pomladak	Šuma hrasta lužnjaka i običnog graba	10. i 12.	0,38
	Strizivojna	Orljak	Stara sastojina	Šuma hrasta lužnjaka i velike žutilovke sa žestiljem	10.	1,5
	Vinkovci	Kunjevci	Mlađi pomladak	Šuma hrasta lužnjaka i velike žutilovke sa žestiljem	2., 4., 5.	2,86
		Vrapčana	Mlađi pomladak	Šuma hrasta lužnjaka i velike žutilovke sa žestiljem	1., 2., 4.	10,83

Tablica 14 prikazuje pregled mjesta uzorkovanja, stanišnih uvjeta i vremena uzorkovanja za određivanje intenziteta napada sitnih glodavaca na kori pomlatka (INP1). Napadi na kori pomlatka primijećeni su unutar četiri šumarije – Šumariji Mikanovci, Šumariji Strošinci, Šumariji Vinkovci i Šumariji Županja.

ANOVA metoda nije potvrdila postojanje statistički značajne razlike u intenzitetu napada glodavaca na kori pomlatka s obzirom na mjesto uzorkovanja ( $p=0,595 > \alpha=0,05$ ;  $F=0,838 < F_{\text{crit}}=2,071$ ).

## 6.5.2. Intenzitet napada sitnih glodavaca na korijenu pomlatka (INP2) u UŠP Vinkovci

**Tablica 15.** Intenzitet napada na korijenu pomlatka (INP2) u UŠP Vinkovci od 2018. do 2022. godine izražene u postocima

Intenzitet napada na korijenu pomlatka (INP2) u UŠP Vinkovci (%)								
Lokalitet/Godina	2018.	2019.	2020.	2021.	2022.	Ukupno	Prosjek	Medijan
Šumarija Cerna	0	0	0	0	0	0	0	0
Šumarija Gunja	0	0	0	0	0	0	0	0
Šumarija Lipovac	0	0	0	0	0	0	0	0
Šumarija Mikanovci	0	0,33	0,97	0,75	1,28	3,33	0,67	0,75
Šumarija Otok	0	0	0	0	0	0	0	0
Šumarija Strizivojna	0	0	2,67	0	0	2,67	0,53	0
Šumarija Strošinci	0,25	0	0	0	0	0,25	0,05	0
Šumarija Vinkovci	0	0	0,8	0	0	0,80	0,16	0
Šumarija Vrbanja	0	0	1,2	3,5	0	4,70	0,94	0
Šumarija Županja	0,66	0	0	0	0	0,66	0,13	0
RJ Rasadnik Zalužje				0	0	0	0	0
<b>Ukupno:</b>	0,91	0,33	5,64	4,25	1,28	12,41		
<b>Prosjek:</b>	0,09	0,03	0,56	0,39	0,12	0,24		
<b>Medijan:</b>	0	0	0	0	0	0		

U tablici 15 prikazane su vrijednosti intenziteta napada na korijen pomlatka u UŠP Vinkovci. Najviše vrijednosti većih od 0% prikupljene su u Šumariji Mikanovci i tijekom 2020. godine. ANOVA metoda nije ukazala na postojanje statistički značajne razlike u intenzitetu šteta na korijenu pomlatka s obzirom na godinu ( $p=0,322 > \alpha=0,05$ ;  $F=1,227 < F\text{-crit}=2,570$ ).

**Tablica 16.** Pregled intenziteta napada na korijen pomlatka (INP2) po gospodarskim jedinicama UŠP Vinkovci sa pratećim podacima

<b>Intenzitet napada sitnih glodavaca na korijenu pomlatka (INP2) u UŠP Vinkovci sa pratećim podacima</b>						
<b>Godina</b>	<b>Šumarija</b>	<b>Gospodarska jedinica</b>	<b>Razvojni stadij</b>	<b>Tip šume</b>	<b>Mjeseci</b>	<b>Intenzitet (%)</b>
<b>2018.</b>	Strošinci	Debrinja	Stariji pomladak	Šuma hrasta lužnjaka i običnog graba	7.	0,25
	Županja	Kragujna	Stariji pomladak	Šuma hrasta lužnjaka i velike žutilovke sa žestiljem	10.	0,66
<b>2019.</b>	Mikanovci	Durgutovica	Mlađi i stariji pomladak	Šuma hrasta lužnjaka i običnog graba	3. i 7.	0,38
<b>2020.</b>	Mikanovci	Durgutovica	Mlađi pomladak	Šuma hrasta lužnjaka i običnog graba	10. i 12.	1,13
		Muško Ostrvo	Mlađi pomladak i ponik	Šuma hrasta lužnjaka i velike žutilovke sa žestiljem / Šuma hrasta lužnjaka i velike žutilovke s rastavljenim Šašem	10. i 11.	0,9
	Strizivojna	Orljak	Stara sastojina	Šuma hrasta lužnjaka i velike žutilovke sa žestiljem	10.	5,33
	Vinkovci	Vrapčana	Mlađi pomladak	Šuma hrasta lužnjaka i velike žutilovke sa žestiljem	1., 2., 4.	2,67
	Vrbanja	Vrbanske Šume	Stara sastojina	Šuma hrasta lužnjaka i velike žutilovke sa žestiljem / Šuma hrasta lužnjaka i običnog graba	7.	1,2
<b>2021.</b>	Mikanovci	Durgutovica	Mlađi pomladak	Šuma hrasta kitnjaka i običnog graba	2.	0,75
		Muško Ostrvo	Ponik	Šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom	2.	0,75
	Vrbanja	Vrbanjske Šume	Stara sastojina	Šuma hrasta lužnjaka i velike žutilovke sa žestiljem / Šuma hrasta lužnjaka i običnog graba	1.	3,5
<b>2022.</b>	Mikanovci	Durgutovica	Mlađi pomladak	Šuma hrasta lužnjaka i običnog graba	2. i 10.	1,25
		Muško Ostrvo	Stara sastojina i ponik	Šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom	2. i 10.	1,3

Napadi sitnih glodavaca na korijenu pomlatka zabilježeni su unutar šest šumarija UŠP Vinkovci – Šumariji Mikanovci, Šumariji Strizivojna, Šumariji Strošinci, Šumariji Vinkovci, Šumariji Vrbanja i Šumariji Županja, a detaljniji uvid u njihove uzorke prikazano je u tablici 16.

ANOVA metodom nije ustanovljeno postojanje statistički značajne razlike u intenzitetu napada na korijenu pomlatka s obzirom na mjesto uzorkovanja ( $p=0,267 > \alpha=0,05$ ;  $F=1,291 < F_{\text{crit}}=2,071$ ).

### 6.5.3. Intenzitet napada sitnih glodavaca na sjemenu (INS) u UŠP Vinkovci

**Tablica 17.** Intenzitet napada na sjemenu u UŠP Vinkovci od 2018. do 2022. godine izražen u postocima

Intenzitet napada na sjemenu (INS) u UŠP Vinkovci (%)								
Lokalitet/Godina	2018.	2019.	2020.	2021.	2022.	Ukupno	Prosjek	Medijan
Šumarija Cerna	0	0	0	0	0	0	0	0
Šumarija Gunja	0	0	0	0	0	0	0	0
Šumarija Lipovac	0	0	0	0	0	0	0	0
Šumarija Mikanovci	0	0	2	0	0	2,00	0,40	0
Šumarija Otok	5	0	0	0	0	5,00	1,00	0
Šumarija Strizivojna	0	0	0	0	0	0	0	0
Šumarija Strošinci	0	0	0	0	0	0	0	0
Šumarija Vinkovci	0	0	5	0	0	5,00	1,00	0
Šumarija Vrbanja	0	0	1,95	8,83	0	10,78	2,16	0
Šumarija Županja	0	0	0	0	0	0	0	0
RJ Rasadnik Zalužje				0	0	0	0	0
<b>Ukupno:</b>	5,00	0	8,95	8,83	0	22,78		
<b>Prosjek:</b>	0,50	0	0,90	0,80	0	0,44		
<b>Medijan:</b>	0	0	0	0	0	0		

Vrijednosti intenziteta napada na sjemenu u UŠP Vinkovci prikazan je u tablici 17. ANOVA metodom nije utvrđeno postojanje statistički značajne razlike u intenzitetu napada na sjemenu s obzirom na godinu ( $p=0,558 > \alpha=0,05$ ;  $F=0,758 < F_{\text{crit}}=2,570$ ).

**Tablica 18.** Pregled intenziteta napada sitnih glodavaca na sjemenu (INS) po gospodarskim jedinicama UŠP Vinkovci sa pratećim podacima

<b>Intenzitet napada na sjemenu (INS) u UŠP Vinkovci sa pratećim podacima</b>						
<b>Godina</b>	<b>Šumarija</b>	<b>Gospodarska jedinica</b>	<b>Razvojni stadij</b>	<b>Tip šume</b>	<b>Mjeseci</b>	<b>Intenzitet (%)</b>
<b>2018.</b>	Otok	Slavir	Mlada sastojina	Klonska sjemenska plantaža	10.	5
<b>2020.</b>	Mikanovci	Durgutovica	Mlađi pomladak	Šuma hrasta lužnjaka i običnog graba	10.	0,6
		Muško Ostrvo	Mlađi pomladak i ponik	Šuma hrasta lužnjaka i velike žutilovke sa žestiljem / Šuma hrasta lužnjaka i velike žutilovke s rastavljenim šašem	10.	2,55
	Vinkovci	Kunjevci	Mlađi pomladak	Šuma hrasta lužnjaka i velike žutilovke sa žestiljem	2.	5
	Vrbanja	Vrbanske Šume	Stara sastojina	Šuma hrasta lužnjaka i velike žutilovke sa žestiljem / Šuma hrasta lužnjaka i običnog graba	1. i 4.	1,95
<b>2021.</b>	Vrbanja	Vrbanjske Šume	Stara sastojina	Šuma hrasta lužnjaka i velike žutilovke sa žestiljem / Šuma hrasta lužnjaka i običnog graba	1.	8,83

Povećane vrijednosti intenziteta napada na sjemenu utvrđeni su na području četiri šumarije unutar UŠP Vinkovci – Šumarije Mikanovci, Šumarije Otok, Šumarije Vinkovci i Šumarije Vrbanje, a detaljniji uvid u njihove uzorke prikazan je u tablici 18.

ANOVA metodom nije utvrđeno postojanje statistički značajne razlike u intenzitetu napada na sjemenu s obzirom na pojedini lokalitet izmjere UŠP Vinkovci ( $p=0,484 > \alpha=0,05$ ;  $F=0,970 < F\text{-crit}=2,071$ ).



#### 6.5.4. Analiza korelacije relativne brojnosti i intenziteta napada u UŠP Vinkovci

Kategorije intenziteta napada uspoređene su sa vrijednostima relativne brojnosti sitnih glodavaca s obzirom na godinu. Za potrebu usporedbe korištena je regresijska analiza kako bi se ustanovilo potencijalno postojanje korelacije između navedenih grupa podataka.

##### 6.5.4.1. Odnos relativne brojnosti (RB) i intenziteta napada sitnih glodavaca na kori pomlatka (INP1)

**Tablica 19.** Regresijska analiza relativne brojnosti i intenziteta napada na kori pomlatka na području UŠP Vinkovci od 2018. do 2022. godine

Regresijska analiza relativne brojnosti i intenziteta napada na kori pomlatka										
Lokalitet / Godina	2018.		2019.		2020.		2021.		2022.	
	RB	INP1	RB	INP1	RB	INP1	RB	INP1	RB	INP1
Šumarija Cerna	21,6	0	0	0	22,23	0	7,5	0	8	0
Šumarija Gunja	12,55	0	17,34	0	8,63	0	6,88	0	10,63	0
Šumarija Lipovac	5,09	0	3,15	0	21,43	0	4,12	0	2,38	0
Šumarija Mikanovci	16,5	1,88	13,55	2,06	24,69	0,1	1,17	0	5,7	0
Šumarija Otok	17,61	0	15,5	0	16,49	0	5	0	4,25	0
Šumarija Strizivojna	7,57	0	6,12	0	22,58	0,75	4,4	0	6,13	0
Šumarija Strošinci	18,89	2	4,4	0	13,62	0	13,76	0	5,14	0
Šumarija Vinkovci	20,25	0	9,73	0	23,22	5,25	4	0	2,5	0
Šumarija Vrbanja	4,5	0	9,58	0	16,55	0	8,04	0	3,64	0
Šumarija Županja	16,98	1,66	9,44	0	33,35	0	2,17	0	2,88	0
RJ Rasadnik Zalužje							4	0	8	0
<b>Korelacijski koeficijent:</b>	0,363		0,295		0,174		N/A		N/A	
<b>T-crit (8, <math>\alpha=5\%</math>):</b>	2,101		2,101		2,101		N/A		N/A	
<b>T izračunato:</b>	1,655		1,310		0,751		N/A		N/A	

Regresijskom analizom ispitani su međusobni odnosi RB pojedine godine na području UŠP Vinkovci i njihov utjecaj na intenzitet napada na kori pomlatka. Analizu je bilo moguće provesti na podacima za 2018., 2019. i 2020. godinu, dok za 2021. i 2022. godinu nije bilo moguće usporediti vrijednosti jer je intenzitet napada na kori na svim lokalitetima bio jednak 0 (Tablica 19). Provedenom analizom nije utvrđeno postojanje statistički značajne korelacije između relativne brojnosti i intenziteta napada na kori pomlatka niti jedne godine.

6.5.4.2. Odnos relativne brojnosti (RB) i intenziteta napada sitnih glodavaca na korijenu pomlatka (INP2)

**Tablica 20.** Regresijska analiza relativne brojnosti i intenziteta napada na korijenu pomlatka na području UŠP Vinkovci od 2018. do 2022. godine

Regresijska analiza relativne brojnosti i intenziteta napada na korijenu pomlatka										
Lokalitet / Godina	2018.		2019.		2020.		2021.		2022.	
	RB	INP2	RB	INP2	RB	INP2	RB	INP2	RB	INP2
Šumarija Cerna	21,6	0	0	0	22,23	0	7,5	0	8	0
Šumarija Gunja	12,55	0	17,34	0	8,63	0	6,88	0	10,63	0
Šumarija Lipovac	5,09	0	3,15	0	21,43	0	4,12	0	2,38	0
Šumarija Mikanovci	16,5	0	13,55	0,33	24,69	0,97	1,17	0,75	5,7	1,28
Šumarija Otok	17,61	0	15,5	0	16,49	0	5	0	4,25	0
Šumarija Strizivojna	7,57	0	6,12	0	22,58	2,67	4,4	0	6,13	0
Šumarija Strošinci	18,89	0,25	4,4	0	13,62	0	13,76	0	5,14	0
Šumarija Vinkovci	20,25	0	9,73	0	23,22	0,8	4	0	2,5	0
Šumarija Vrbanja	4,5	0	9,58	0	16,55	1,2	8,04	3,5	3,64	0
Šumarija Županja	16,98	0,66	9,44	0	33,35	0	2,17	0	2,88	0
RJ Rasadnik Zalužje							4	0	8	0
<b>Korelacijski koeficijent:</b>	0,249		0,295		0,154		0,134		0,077	
<b>T-crit (8, <math>\alpha=5\%</math>):</b>	2,101		2,101		2,101		2,101		2,101	
<b>T izračunato:</b>	1,090		1,310		0,661		0,573		0,327	

Regresijskom analizom ispitani su međusobni odnosi RB pojedine godine na području UŠP Vinkovci i njihov utjecaj na intenzitet napada na korijenu pomlatka, a rezultati su prikazani u tablici 20. Provedenom analizom nije utvrđeno postojanje statistički značajne korelacije između relativne brojnosti i intenziteta napada na korijenu pomlatka niti jedne godine.

6.5.4.3. Odnos relativne brojnosti (RB) i intenziteta napada sitnih glodavaca na sjemenu (INS)

**Tablica 21.** Regresijska analiza relativne brojnosti i intenziteta napada na sjemenu na području UŠP Vinkovci od 2018. do 2022. godine

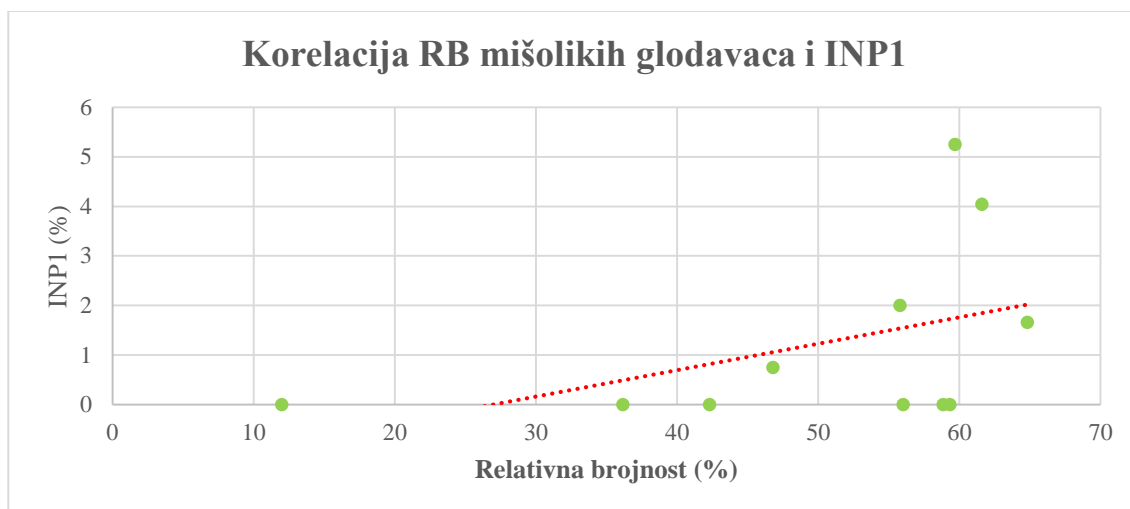
Regresijska analiza relativne brojnosti i intenziteta napada na sjemenu										
Lokalitet / Godina	2018.		2019.		2020.		2021.		2022.	
	RB	INS	RB	INS	RB	INS	RB	INS	RB	INS
Šumarija Cerna	21,6	0	0	0	22,23	0	7,5	0	8	0
Šumarija Gunja	12,55	0	17,34	0	8,63	0	6,88	0	10,63	0
Šumarija Lipovac	5,09	0	3,15	0	21,43	0	4,12	0	2,38	0
Šumarija Mikanovci	16,5	0	13,55	0	24,69	2	1,17	0	5,7	0
Šumarija Otok	17,61	0	15,5	0	16,49	0	5	0	4,25	0
Šumarija Strizivojna	7,57	0	6,12	0	22,58	0	4,4	0	6,13	0
Šumarija Strošinci	18,89	0,25	4,4	0	13,62	0	13,76	0	5,14	0
Šumarija Vinkovci	20,25	0	9,73	0	23,22	5	4	0	2,5	0
Šumarija Vrbanja	4,5	0	9,58	0	16,55	1,95	8,04	8,83	3,64	0
Šumarija Županja	16,98	0,66	9,44	0	33,35	0	2,17	0	2,88	0
RJ Rasadnik Zalužje							4	0	8	0
<b>Korelacijski koeficijent:</b>	0,249		N/A		0,160		0,229		N/A	
<b>T-crit:</b>	2,101		N/A		2,101		2,101		N/A	
<b>T izračunato:</b>	1,090		N/A		0,687		0,998		N/A	

Regresijskom analizom ispitani su međusobni odnosi relativne brojnosti pojedine godine na području UŠP Vinkovci i njihov utjecaj na intenzitet napada na sjemenu te su rezultati ispisani u tablici 21. Analiza je provedena na podacima za 2018., 2020. i 2021. godinu, dok se za 2019. i 2022. godinu ista nije mogla provesti jer je intenzitet napada na sjemenu na svakom mjestu uzorkovanja bio jednak 0. Provedenom analizom nije utvrđeno postojanje statistički značajne korelacije između relativne brojnosti i intenziteta napada na sjemenu niti jedne godine.

6.5.4.4. Odnos ukupne vrijednosti relativne brojnosti (RB) i ukupne vrijednosti pojedinih kategorija intenziteta napada

**Tablica 22.** Regresijska analiza ukupne relativne brojnosti i ukupnog intenziteta napada po kategorijama na području USP Vinkovci s obzirom na mjesto uzorkovanja

<b>Regresijska analiza ukupne relativne brojnosti i ukupnog intenziteta napada po kategorijama</b>						
<b>Lokalitet/Godina</b>	<b>RB</b>	<b>INP1</b>	<b>RB</b>	<b>INP2</b>	<b>RB</b>	<b>INS</b>
Šumarija Cerna	59,33	0	59,33	0	59,33	0
Šumarija Gunja	56,03	0	56,03	0	56,03	0
Šumarija Lipovac	36,17	0	36,17	0	36,17	0
Šumarija Mikanovci	61,61	4,04	61,61	3,33	61,61	2
Šumarija Otok	58,85	0	58,85	0	58,85	5
Šumarija Strizivojna	46,8	0,75	46,8	2,67	46,8	0
Šumarija Strošinci	55,81	2	55,81	0,25	55,81	0
Šumarija Vinkovci	59,7	5,25	59,7	0,8	59,7	5
Šumarija Vrbanja	42,31	0	42,31	4,7	42,31	10,78
Šumarija Županja	64,82	1,66	64,82	0,66	64,82	0
RJ Rasadnik Zalužje	12	0	12	0	12	0
<b>Korelacijski koeficijent:</b>	0,446		0,036		0,048	
<b>T-crit:</b>	2,086		2,086		2,086	
<b>T izračunato:</b>	<b>2,229</b>		0,159		0,215	



**Graf 18.** Pozitivna korelacija ukupne vrijednosti relativne brojnosti sitnih glodavaca i ukupnih vrijednosti intenziteta napada na kori pomlatka u UŠP Vinkovci

Regresijskom analizom uspoređen je odnos vrijednosti ukupne RB sa ukupnim intenzitetom napada na kori pomlatka (INP1), ukupnim intenzitetom napada na korijenu pomlatka (INP2) te ukupnim intenzitetom napada na sjemenu (INS). Ustanovljeno je postojanje korelacije u slučaju ukupne RB i ukupnog INP1 s obzirom na mjesto uzorkovanja ( $t=2,229 > t\text{-crit}=2,086$ ) (Tablica 22). Spomenuta korelacija prikazana je u grafu 18.

### 6.5.5. Površina pod napadom sitnih glodavaca u UŠP Vinkovci

**Tablica 23.** Napadnuta i tretirana površina (ha) u UŠP Vinkovci u razdoblju od 2018. do 2022. godine

Napadnuta i tretirana površina (ha) u UŠP Vinkovci								
Lokalitet/Godina	2018.	2019.	2020.	2021.	2022.	Ukupno	Prosjek	Medijan
Šumarija Cerna	26,88	193,23	91,71	195,6		507,42	126,86	142,47
Šumarija Gunja	236,64	167,77	104,51	397,85	195,22	1101,99	220,40	195,22
Šumarija Lipovac	395,58	442,23	330,09	104,06	55,44	1327,40	265,48	330,09
Šumarija Mikanovci	26,58	183,26	162,95	393,58	60,96	827,33	165,47	162,95
Šumarija Otok	466,49	592,43	592,43	222,07	29,5	1902,92	380,58	466,49
Šumarija Strizivojna	121,32	173,99	245,98	127,19		668,48	167,12	150,59
Šumarija Strošinci	101,63	142,73	79,4	66,84		390,60	97,65	90,52
Šumarija Vinkovci	210,09	259,47	117,43	406,76		993,75	248,44	234,78
Šumarija Vrbanja	85,53	85,53	406,76			577,82	192,61	85,53
Šumarija Vukovar			15,88		4,72	20,60	10,30	10,30
Šumarija Županja	208,07	340,04	374,55	309,51		1232,17	308,04	324,78
RJ Rasadnik Zalužje				22,21	19,75	41,96	20,98	20,98
<b>Ukupno:</b>	1878,81	2580,68	2521,69	2245,67	365,59	9592,44		
<b>Prosjek:</b>	187,88	258,07	229,25	224,57	60,93	204,09		
<b>Medijan:</b>	164,70	188,25	162,95	208,84	42,47	173,99		

Tablica 23 prikazuje veličinu napadnute površine unutar pojedinih mjesta izmjere u UŠP Vinkovci izražene u hektarima. Veličine tretiranih površina su bile jednake napadnutim površinama zato nisu posebno označene u tablici, već vrijednost navedena u tablici predstavlja obje informacije.

ANOVA metodom nije ustanovljeno postojanje statistički značajne razlike između vrijednosti napadnute i tretirane površine s obzirom na godinu ( $p=0,139 > \alpha=0,05$ ;  $F=1,840 < F\text{-crit}=2,594$ ). Doduše, uz pretpostavku da izostavljeni podaci u IPP dokumentima naznačuju vrijednost od 0 ha, ANOVA metodom odbacuje se nultu hipotezu ( $p=0,025 < \alpha=0,05$ ;  $F=3,022 > F\text{-crit}=2,594$ ).

**Tablica 24.** Tukey HSD test – napadnuta i tretirana površina (ha)  
u UŠP Vinkovci s obzirom na godinu

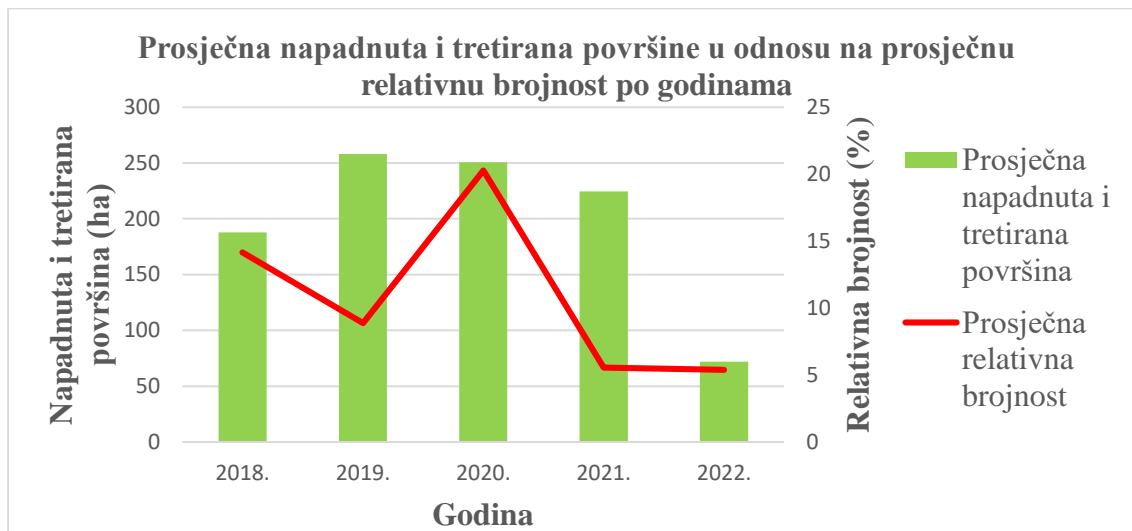
<b>Tukey HSD test - Napadnuta i tretirana površina (ha) u UŠP Vinkovci s obzirom na godinu; <math>q(4,55; \alpha=5\%)=3,764</math></b>						
<b>Grupa 1</b>	<b>Grupa 2</b>	<b>Razlika</b>	<b>n1</b>	<b>n2</b>	<b>SE</b>	<b>q</b>
<b>2018.</b>	<b>2019.</b>	58,489	12	12	43,692	1,339
<b>2018.</b>	<b>2020.</b>	53,573	12	12	43,692	1,226
<b>2018.</b>	<b>2021.</b>	30,572	12	12	43,692	0,700
<b>2018.</b>	<b>2022.</b>	126,102	12	12	43,692	2,886
<b>2019.</b>	<b>2020.</b>	4,916	12	12	43,692	0,113
<b>2019.</b>	<b>2021.</b>	27,918	12	12	43,692	0,639
<b>2019.</b>	<b>2022.</b>	184,591	12	12	43,692	<b>4,225</b>
<b>2020.</b>	<b>2021.</b>	23,002	12	12	43,692	0,526
<b>2020.</b>	<b>2022.</b>	179,675	12	12	43,692	<b>4,112</b>
<b>2021.</b>	<b>2022.</b>	156,673	12	12	43,692	3,586

Popratnim Tukey HSD testom utvrđena je statistički značajna razlika između napadnute i tretirane površine 2022. godine s obzirom na 2019. i 2020. godine te su izračunate q vrijednosti oba slučaja podebljana u zadnjem stupcu Tablice 24.

ANOVA metodom također je analizirana razlika među pojedinim mjestima uzorkovanja te je potvrđeno postojanje statistički značajne razlike u napadnutoj i tretiranoj površini s obzirom na mjesto izmjere ( $p=0,040 < \alpha=0,05$ ;  $F=2,174 > F\text{-crit}=2,075$ ). Popratnim Tukey HSD testom ( $q\text{-crit}(4,55; \alpha=0,05)=3,764$ ) statistički značajne razlike su utvrđene za Šumariju Otok s obzirom na vrijednosti Šumarije Strošinci ( $q=4,340 > q\text{-crit}=3,764$ ), Šumarije Vukovar ( $q=4,555 > q\text{-crit}=3,764$ ) i RJ Rasadnika Zalužje ( $q=4,423 > q\text{-crit}=3,764$ ).

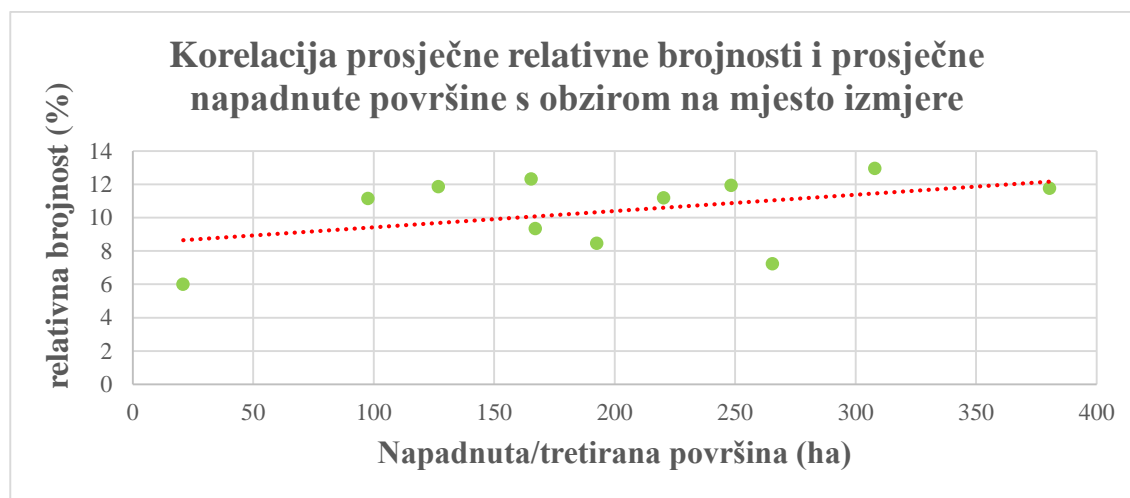
6.5.5.1. Odnos prosječne relativne brojnosti i napadnute, odnosno tretirane površine u UŠP Vinkovci

Za potrebu usporedbe veličine napadnute površine u hektarima i RB glodavaca u UŠP Vinkovci korištene su ukupne prosječne vrijednosti za pojedine godine i pojedina mjesta izmjere.



**Graf 19.** Odnos prosječne napadnute površine (ha) i prosječne relativne brojnosti glodavaca (%) u UŠP Vinkovci s obzirom na godinu promatranja

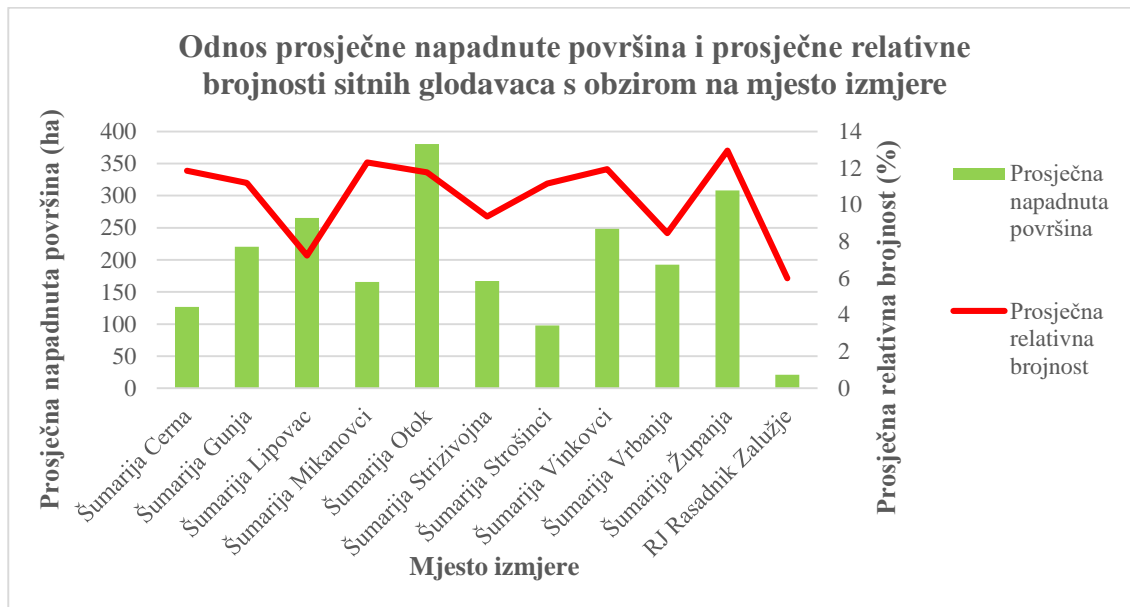
Regresijskom analizom ispitan je odnos prosječne RB i njezin utjecaj na prosječnu veličinu napadnute površine po godinama, no nije ustanovljena statistički značajna korelacija ( $t=1,473 < t\text{-crit}(8; \alpha=0,05)=2,306$ ). Vrijednosti su prikazane u grafu 19 koji prikazuje da se 2019. i 2020. godine vrijednosti RB i napadnute površine ne poklapaju za razliku od ostalih godina.



**Graf 20.** Korelacija prosječne relativne brojnosti (%) sitnih glodavaca i prosječne napadnute površine (ha) u UŠP Vinkovci s obzirom na mjesto izmjere



Sa druge strane, potvrđeno je postojanje korelacije između vrijednosti prosječne relativne brojnosti i napadnute površine s obzirom na mjesto izmjere ( $t=2,139 < t\text{-crit}(20; \alpha=0,05)=2,086$ ) te je ista prikazana na grafu 20. Pozitivna korelacija upućuje na povezanost između RB i napadnute površine gdje rast RB uvjetuje veću površinu pod napadom sitnih glodavaca.



**Graf 21.** Odnos prosječne veličine napadnute površine (ha) i prosječne relativne brojnosti (%) sitnih glodavaca u UŠP Vinkovci s obzirom na mjesto izmjere

Graf 21 prikazuje vizualni prikaz pojedinih vrijednosti prosječne napadnute površine i prosječne RB sitnih glodavaca te njihove oscilacije s obzirom na mjesto izmjere.

## 7. RASPRAVA

Podaci navedeni u rezultatima obrađeni su u ovom poglavlju s obzirom na tematsku cjelinu u svrhu bolje preglednosti. U nastavku su predstavljene analize i osvrti na relativnu brojnost, brojnost miševa, brojnost voluharica, odnos brojnosti između glavnih grupa sitnih glodavaca, intenzitete štete te napadnute i tretirane površine.

### 7.1. Relativna brojnost

Na području UŠP Vinkovci je u razdoblju od 2018. do 2022. godine ukupno uzorkovano 7110 jedinki sitnih glodavaca, od kojih je 6328 jedinki determinirano kao miševi (priпадnici roda *Apodemus*), 776 voluharica (rodovi *Clethrionomys* i *Microtus*) i 6 jedinki koje nije bilo moguće determinirati.

RB glodavaca se kretala od 0,00%, utvrđeno 2019. godine u Šumariji Cerna, do 33,35% utvrđeno 2020. godine u Šumariji Županja. Slične vrijednosti minimuma i maksimuma zabilježeni su i na drugim prostorima Hrvatske (Videc 2009). Najviše vrijednosti prosjeka (20,28%), minimuma (8,63%), maksimuma (33,35%), raspona (24,72%) i medijana (21,83%) zabilježene su 2020. godine koja je potvrđena kao godina sa značajno višim vrijednostima RB u odnosu na 2019., 2021. i 2022. godinu. U usporedbi sa 2020. godinom, jedino se vrijednosti RB 2018. ne ističu kao statistički značajno različite. Navedeni rezultati navode kako je konačnom vrhuncu RB prethodila jedna godina visoke brojnosti što se podudara sa zapažanjima Gliwicz (1980) i Vucelja (2013).

Ipak, za razliku od navoda spomenutih istraživanja, povećana brojnosti sitnih glodavaca u UŠP Vinkovci nije bila kontinuirana, već se između javlja period manje RB 2019. godine. Teško je odrediti točan uzrok ovakvom kretanju brojnosti, no klimatske prilike mogle bi biti jedan od glavnih razloga. Naime, velike količine kiše, veći broj olujnih nevremena i visoke razine vodostaja nizinskih rijeka 2019. godine vjerojatno su ograničili kretanje i aktivnost sitnih glodavaca (Izvještajno prognozni poslovi u šumarstvu za 2018./19. godinu 2019, Stanje i prognoza vodostaja 2019), a slično su zaključili Vucelja i suradnici (2014) za nisku brojnost sitnih glodavaca 2013. godine.

Vrhunac RB 2020. manji je s obzirom na druga istraživanja (Kuzele 2011, Iveković 2019, Oršanić i sur. 2020). Štoviše, ukoliko se uzme u obzir kritična vrijednost od Crnković (1982) koja iznosi 20%, mjere suzbijanja može se provesti, ali obavezno bi bilo tek iznad 30%. Ipak, sa pregledom svih spomenutih zapažanja, 2020. godina se može prihvatiti kao period masovne pojave glodavaca, odnosno takozvanom „mišjom godinom“.

Vrhuncima vrijednosti RB 2020. godine uslijedilo je drastično opadanje do minimalnih iznosa, a 2021. i 2022. godine zabilježene su statistički značajno manje vrijednosti RB, nego 2018. i 2020. godine. Fenomen nagle promjene RB nakon „mišje godine“ na izrazito niske vrijednosti brojnosti narednih godina primjećen je u drugim istraživanjima (Pucek i sur. 1993, Mujezinović 2010, Modrić 2021), a određeni autori pripisuju ovu pojavu zimskoj smrtnosti zbog nedostatka hrane i lakše realizacije predatorstva grabežljivaca (Pucek i sur. 1993, Mathias i sur. 2017).

S obzirom na mjesto uzorkovanja, maksimalne vrijednosti prosjeka (12,96%) i raspona (31,18%) utvrđene su na području Šumarije Županja, u kojoj je također prisutan već spomenuti apsolutan maksimum RB izmjeren 2020. godine. U šest od deset promatranih Šumarija je 2020. godine utvrđena prosječna RB viša od kritične vrijednosti (20%). Najviši minimum (6,80%) zabilježen je 2021. godine u Šumariji Gunja, a najviši medijan (13,62%) u Šumariji Strošinci. Sa druge strane, najmanji prosjek (6,00%), maksimum (8,00%) i raspon (4,00%) zabilježeni su u RJ Rasadniku Zalužje, dok je najmanji medijan (4,12%) zabilježen u Šumariji Lipovac. Već spomenuti najmanji minimum zabilježen je u Šumariji Cerna. Vrijednosti RB glodavaca su relativno podjednake s obzirom na mjesto uzorkovanja što potvrđuje ANOVA test kojim nije dokazano postojanje statistički značajne razlike, odnosno glodavci su ujednačeno prisutni po cijelom promatranom području UŠP Vinkovci.

Sa druge strane, na manjim razinama, odnosno na razini odsjeka ili gospodarske jedinice, zabilježena RB glodavaca je u određenim slučajevima postigla vrlo visoke vrijednosti. Najviša vrijednost RB s obzirom na jedan uzorak ustanovljena je 2020. godine u odsjeku 115a u Gospodarskoj jedinici Vrbanjske Šume (93%), u Šumariji Vrbanja, dok je najviša vrijednost RB na razini Gospodarske jedinice zabilježena 2018. godine u GJ Banov Dol u Šumariji Cerna (58%). Navedeni maksimumi prelaze kritične vrijednosti od Crnković (1982), a prema Androić i suradnicima (1981) vrijednosti RB u odsjeku 115a naznačuju masovnu, a u GJ Banov Dol povećanu brojnost sitnih glodavaca.

Visoka RB na pojedinim lokalitetima mogao bi biti rezultat iznimno povoljnih specifičnih stanišnih uvjeta, a slična odstupanja u prisutnošću sitnih glodavaca s obzirom na stanišne uvjete već su primjetili drugi autori (Kozakiewicz i sur. 1999, Videc 2009, Mujezinović 2010, Kamler i sur. 2011, Kuzele 2011, Mamić 2016). Daljnjim istraživanjem potencijalno bi se mogle izdvojiti kritične lokacije, analizirati uvjete i odrediti specifične mjere kontrole populacija sitnih glodavaca za promatrana područja.

## **7.2. Brojnost miševa**

Apsolutni broj miševa kretao se od 0 jedinki zabilježeno u Šumariji Cerna 2019. godine do 727 jedinki zabilježeno u Šumariji Županja 2020. godine. Ukupan prosječan broj jedinki po godini i mjestu uzorkovanja iznosi 121,69 jedinke, a medijan 580,50 jedinke.

Najveći ukupan broj miševa (3589 jedinke), najveći prosjek (358,900 jedinke), minimum (69 jedinke), maksimum (727 jedinke), raspon (658 jedinke) i medijan (349,500 jedinke) utvrđeni su 2020. godine. Štoviše, ukupan broj miševa 2020. godine je 3,83 puta veći nego 2018. godine, a naspram 2019. godine je 4,31 puta veći. Većina mjesta uzorkovanja dostižu svoj maksimalni broj miševa tijekom vrhunca 2020. godine. Statističkom analizom utvrđeno je da se broj miševa 2020. godine statistički značajno razlikuje od broja miševa ostalih godina u promatranom periodu, odnosno da je 2020. zabilježeno znatno više miševa nego preostalih godina. Minimalan ukupan broj miševa (368 jedinki), prosjek (33,46 jedinke), maksimum (85 jedinke), raspon (80 jedinki) i medijan (28 jedinki) zabilježeni su 2022. godine.

Općenito se smatra da miš nema cikličnu dinamiku, dok određeni autori smatraju da prolazi kroz iregularni ciklus (Wołk i Kozłowski 1989). Iako se putem dostupnih podataka ne može utvrditi dinamika pojedinih vrsta, sveukupna dinamika populacija miševa u UŠP Vinkovci pokazuje jasni vrhunac u 2020. godini koje slijede minimalne vrijednosti, što navodi na postojanje pravilnih oscilacija. Sa druge strane, nemoguće je sa sigurnošću zaključiti cikličnost populacija miševa samo na osnovi petogodišnjeg perioda i potrebna su dulja, detaljnija istraživanja koja bi potvrdila ovu pretpostavku.

Ukupno je najviše miševa (1045 jedinke) zabilježeno u Šumariji Županja gdje je također ustanovljen već spomenut najviši maksimum, te najveći raspon (707 jedinke) i prosjek (209,00 jedinke). Najveći minimum (55 jedinki) utvrđen je u Šumariji Gunja, a najviši medijan (197,00 jedinke) u Šumariji Vinkovci. Sa druge strane, najmanji ukupan broj miševa (28 jedinki), najmanji maksimum (16 jedinki), raspon (4 jedinke), medijan (14,00 jedinki) i prosjek (14,00 jedinki) utvrđeni su u RJ Rasadniku Zalužje, a već spomenuti apsolutni minimum je zabilježen u Šumariji Cerno. Nije utvrđena statistički značajna razlika u broju miševa s obzirom na mjesto uzorkovanja u UŠP Vinkovci, stoga se zaključuje da je broj miševa relativno podjednak na svim promatranim područjima, odnosno da su stanišni uvjeti na cijelom području vrlo slični.

U analizi relativne brojnosti miševa ističe se nekoliko razlika u usporedbi sa podacima apsolutnog broja miševa. Sveukupno najviše vrijednosti još uvijek su prisutne 2020. godine, no razlikuju se pojedine maksimalne vrijednosti samih lokaliteta. Maksimumi apsolutnog broja miševa istaknuti za Šumariju Gunja 2018. godine i Šumarije Strošinci 2021. godine više nisu najviše vrijednosti za ta mjesta uzorkovanja. Nadalje, minimalan ukupan prosjek relativne brojnosti miševa (18,28%), maksimum (8,88%), i raspon (7,72%) u ovom su slučaju prisutni 2021. godine, a ne 2022. godine kao kod apsolutnog broja miševa.

Razlike se primjećuju i s obzirom na mjesto uzorkovanja. Valja istaknuti razliku u najvišoj prosječnoj relativnoj brojnosti miševa koja je ustanovljena u Šumariji Mikanovci (58,92%), dok je najviši prosječni apsolutni broj miševa u Šumariji Županja, te najviši medijan relativne brojnosti miševa u Šumariji Otok (13,07%), dok je najviši apsolutni broj miševa u Šumariji Županja. Statističkom analizom nije utvrđeno postojanje značajne razlike između vrijednosti relativne brojnosti miševa s obzirom na lokalitet, ali spomenute razlike ukazuju na potrebu sagledavanja

podataka u relativnim odnosima, najbolje uz pomoć iskazanog indeksa brojnosti koji je preporučen u Priručniku o glodavcima šuma Hrvatske (2017). Također, navedeni rezultati ukazuju na nedostatke neusklađene frekvencije provedbe izlova te naglašavaju potrebu za boljom sinkronizacijom i organizacijom monitoringa.

### 7.3. Brojnost voluharica

Od 2018. do 2022. godine na području UŠP Vinkovci zabilježeno je 776 jedinki voluharica, odnosno 14,92 po prosjeku i 3,00 po medijanu. Voluharice također pokazuju slične vrhunce tijekom 2020. godine kada je utvrđen najviši ukupan broj voluharica (392 jedinke), najviši prosjek (39,20 jedinki), maksimum (105 jedinki), raspon (105 jedinki) i medijan (44,00 jedinke). Minimalne vrijednosti utvrđene su 2022. godine pa je za taj period izračunat najmanji ukupan broj voluharica (30 jedinki), najmanji prosjek (2,73 jedinki), najmanji maksimum (13 jedinki) i raspon (13 jedinki). Oscilacije vrhunaca i minimuma prate dinamiku brojnosti miševa, što se podudara sa tvrdnjom da promjene u brojnosti neke vrste prati promjene dominantne vrste, u ovom slučaju miševa (Margaletić i sur. 2005, Videc 2009).

ANOVA metodom i popratnim Tukey testom istaknula se 2020. godina kao statistički značajno različita po broju voluharica od 2019., 2021. i 2022. godine. Razlika sa 2018. godinom je bila netom ispod kritične vrijednosti. Navedeni vrhunac i razlike u brojnosti navode na postojanje cikličnosti u dinamici populacija voluharica sa čime se slažu i brojni drugi autori (Hansson i Henttonen 1985, prema: Pucek i sur. 1993, Kišaondi 2006, Singleton 2010, Wegge i Rolstad 2018).

S obzirom na mjesto uzorkovanja, najviše voluharica (200 jedinki) zabilježeno je u Šumariji Otok, gdje je također zabilježen najveći prosjek (40,00 jedinki), najveći maksimum (105 jedinki), najveći raspon (99 jedinki) i najveći medijan (32,00 jedinki). Najmanji broj voluharica primjećen je u 3 slučaja – Šumariji Gunja, Šumariji Strizivojna i RJ Rasadniku Zalužje, gdje u promatranom petogodišnjem periodu nije zabilježena niti jedna voluharica. Iako je velika razlika između maksimalnog i minimalnog broja po mjestu uzorkovanja, ANOVA metoda nije potvrdila da je ta razlika statistički značajna. Ipak, daljnjim istraživanjem mogle bi se utvrditi specifične razlike u brojnosti voluharica s obzirom na stanišne uvjete Šumarije Otok gdje ih je zabilježeno najviše i sa uvjetima na lokalitetima gdje ih je utvrđeno najmanje. Voluharice mogu počiniti goleme štete na šumama (Singleton 2010, Križanić 2012). Štoviše, ukoliko je neka vrsta voluharice prisutna u minimalno 5% ulova na 100 lovnih noći, preporučuju se mjere kontrole (Bjedov i sur. 2017). Analiza njihove prisutnosti na manjim razinama šumarskih administrativnih jedinica mogla bi dovesti do boljeg razumijevanja njihove ekološke niše i stanišnim zahtjevima.

Relativna brojnost voluharica pokazuje drugačiji odnos vrijednosti. Iako je ukupna relativna brojnost voluharica (2,05%) i medijan (1,90%) najviši 2020. godine, najviši prosjek (2,34%), maksimum (12,00%) i raspon (12,00%) utvrđeni su za 2018. godinu. Relativna brojnost voluharica

nije ukazala na postojanje statistički značajne razlike u brojnosti tijekom godina, što se ne podudara sa apsolutnim brojem voluharica gdje se 2020. ističe godina kao period masovne pojave ove grupe glodavaca. Razlog tome je znatno više izmjera brojnosti glodavaca provedeno upravo 2020. godine koji su posljedično utjecali na izlov većeg broja glodavaca. Izračunate vrijednosti relativne brojnosti voluharica dovode u pitanje cikličnu prirodu brojnosti voluharica primjećene pri vrijednostima apsolutnog broja jedinki, odnosno ne ukazuju na postojanje periodičke prekobrojnosti. Sa druge strane, period promatranja ovoga rada je prekratak kako bi se sa sigurnošću postavio takav zaključak.

Nadalje, Šumarija Otok više se ne ističe po najvišim vrijednostima, već je najveća ukupna relativna brojnost voluharica (3,75%), najveći minimum (1,14%) i najveći medijan (3,50%) utvrđen u Šumariji Strošinci, a najviši prosjek (3,43%), maksimum (12,00%) i raspon (12,00%) u Šumariji Vinkovci. Također, najviša vrijednost zabilježena je 2018. godine u Šumariji Vinkovci (12,00%) koja se u apsolutnom broju voluharica nije isticala, ali u relativnoj brojnosti voluharica znatno odstupa od prosjeka godine i od ostatka podataka. Sa druge strane, broj voluharica u Šumariji Otok 2019. više ne odstupa od prosjeka. ANOVA metoda ukazala je na postojanje statistički značajne razlike u relativnoj brojnosti voluharica s obzirom na mjesto uzorkovanja, ali popratni Tukey test je opovrgnuo tu hipotezu. Vrijednosti najbliže značajnima bile su između Šumarije Vinkovci i Šumarije Gunja, odnosno Šumarije Strizivojna, što je očekivano jer Šumarija Vinkovci ima najveći prosjek relativne brojnosti voluharica, dok je u Šumariji Gunja i Šumariji Strizivojna relativna brojnost voluharica jednaka 0%.

Iz istaknutih rezultata jasno se ukazuje na potrebu korištenja nekog oblika relativne brojnosti, poput indeksa brojnosti, kako bi se prikazalo kretanje populacija sitnih glodavaca, pogotovo ukoliko je monitoring nekontinuiran i ukoliko je frekvencija izmjera po lokalitetima varijabilna.

#### **7.4. Odnos broja miševa i voluharica**

U UŠP Vinkovci je prosječno zabilježeno 1265,60 jedinki miševa te 155,20 jedinki voluharica po godini. Sveukupan godišnji prosjek broja sitnih glodavaca je 1422,00 jedinki. 2020. godine zabilježeno je mnogo više sitnih glodavaca, nego ostalih godina. S obzirom na drugi najviši ukupno zabilježeni broj sitnih glodavaca po godini 2018., broj 2020. je 3,67 puta veći, a naspram 2019. godine 4,38 puta veći. Ipak, druga istraživanja prikazala su drastičnije razlike u broju sitnih glodavaca, čak do 49 puta više glodavaca tijekom „mišje godine“ naspram godine prije (Bjedov 2015). Nije bilo moguće odrediti točan razlog navedenog odstupanja zbog ograničenosti podataka i relativno kratkog sagledanog perioda, ali promjene u oscilaciji mogle bi ukazati na promjenu u dinamici populacija glodavaca na koji upozoravaju drugi autori (Hörnfeldt 2004, Vucelja i sur. 2022).

Ukupan broj sitnih glodavaca 2021. i 2022. godine manji je nego ukupan broj sitnih glodavaca 2018. i 2019. godine, odnosno prije vrhunca brojnosti 2020. godine. Dok su miševi 2021. pokazali pad u broju od 83,25% naspram vrhunca 2020. godine, voluharice su pokazale pad u broju od 65,56%. Također, 2022. broj miševa opadaju 89,75% u odnosu na vrhunac 2020., dok voluharice opadaju 92,35%. Bez obzira na razliku u brojnosti miševa naspram voluharica, obje grupe sitnih glodavaca su pokazivale podjednake i istovremene oscilacije u svojim populacijama. Slična pojava gdje brojnost u populaciji inferiorne grupe ili vrste prati brojnost u populaciji dominantne grupe ili vrste primjećena je u drugim radovima (Videc 2009).

Miševa je uvijek izmjereno znatno više nego voluharica. Štoviše, oni svake godine čine preko 80% ukupno zabilježenih jedinki sitnih glodavaca. Najveća razlika u njihovom omjeru zabilježena je 2022. godine kada miševi čine 92,46%, a voluharice 7,54%. Sa druge strane, najmanja razlika u njihovom omjeru zabilježena je 2021. godine kada miševi čine 81,66%, a voluharice 13,34%. Slične dominacije miševa zabilježene su u brojnim drugim radovima (Mamić 2016, Oršanić 2020, Horvat 2023, Marini i sur. 2023). Razlog dominacije neke vrste ili grupe sitnih glodavaca primarno ovisi o vrsti staništa i dostupnosti hrane (Margaletić i sur. 2002, prema: Margaletić i sur. 2005), stoga se može zaključiti da promatrano područje UŠP vinkovaca primarno pogoduje populaciji miševa.

## **7.5. Intenzitet napada na kori pomlatka (INP1)**

Ukupan intenzitet napada na kori pomlatka je 13,70%, a prosječan 0,26%. Najviše vrijednosti zabilježene su 2020. godine, odnosno tijekom vrhunca brojnosti sitnih glodavaca, kada je ukupan intenzitet 6,10%, a prosječan 0,61%. Najmanje vrijednosti zabilježene su 2021. i 2022. godine kada je intenzitet napada na svim mjestima uzorkovanja jednak 0%, što se poklapa sa minimalnim vrijednostima RB sitnih glodavaca. Nije utvrđena statistički značajna razlike u intenzitetu napada na kori pomlatka s obzirom na godinu.

Intenzitet napada na kori pomlatka je relativno nizak, što je najvjerojatnije zbog manje zastupljenosti voluharica. Naime, povećane štete na kori primarno su uočene na područjima gdje je ustanovljena dominacija voluharica (Kuzele 2011, Heroldová i sur. 2012, Suchomel i sur. 2021), čak i pri niskim relativnim brojnostima glodavaca (Vucelja i sur. 2014). Nadalje, nema statistički značajne razlike u intenzitetu napada na kori pomlatka s obzirom na mjesto uzorkovanja. Najviši intenzitet utvrđen je u Šumariji Vinkovci (5,25%) gdje je utvrđen najviši prosjek relativne brojnosti voluharica. Iako se ostali povećani intenziteti napada poklapaju sa većom relativnom brojnošću voluharica, to nije pravilo, pošto bi onda u Šumarija Otok i Šumarija Vrbanja također trebale biti utvrđene povećane vrijednosti intenziteta napada, a on je jednak 0%.

Sveukupno je najviši intenzitet napada na kori zabilježen u odsjeku 18a (23,5%) u GJ Vrapčana u Šumariji Vinkovci 2020. godine. Osim navedene vrijednosti, niti jedan drugi slučaj ne

prelazi intenzitet napada veći od 10%. Povećani intenzitet napada na kori pomlatka najčešće je zabilježen u sastojinama mlađeg pomlatka, a zatim starijeg pomlatka i u starim sastojinama. Napadi su bili utvrđeni u šumama hrasta lužnjaka i običnog graba te šumama hrasta lužnjaka i velike žutilovke sa žestiljem, što su sastojine koje se nalaze na gredi. Uzorkovanja su se odvijala u različitim mjesecima u godinama, a najčešće su povećane vrijednosti intenziteta napada utvrđena u uzorcima u listopadu. Najjači intenziteti napada inače su primjećeni tijekom zime, kada sitni glodavci kompenziraju sa korom zbog nedostatka drugih izvora hrane (Heroldová i sur. 2012, Suchomel i sur 2021), ali se povećani intenziteti poklapaju sa vrhuncima brojnosti 2018. i 2020. godine.

## **7.6. Intenzitet napada na korijenu pomlatka (INP2)**

U UŠP Vinkovci je tijekom promatranog petogodišnjeg perioda prosječan intenzitet napada na korijenu pomlatka iznosio je 0,24%, a ukupno 12,41% kroz sve godine i mjesta uzorkovanja. 2020. godine intenzitet je bio ukupno (5,64%) i prosječno najviši (0,56%). Navedene vrijednosti su relativno niske, pogotovo uzimajući u obzir istraživanje Vucelje i suradnika (2014) koji 2012. godine bilježe intenzitet štete na korijenu od 22 % sa relativnom brojnosti glodavaca od samo 11%. Druga istraživanja također navode puno veći raspon šteta, poput Bjedov i suradnika (2017) koji navode uništenje do 77% volumena korijena i 96% korijenovih vrhova.

Najmanje vrijednosti ustanovljene su 2019. godine kada je samo u Šumariji Mikanovci utvrđen intenzitet napada od 0,33%. Samo je u šest šumarija zabilježen intenzitet šteta na korijenu veći od 0%, a najveći ukupan intenzitet (4,70%) i najveći prosjek (0,94%) zabilježeni su u Šumariji Vrbanja. Maksimalne vrijednosti intenziteta napada po mjestu uzorkovanja ne poklapaju se sa maksimumima apsolutne niti relativne brojnosti miševa i voluharica, stoga nije moguće potvrditi njihovu povezanost preko dostupnih podataka. Povrh toga, nije potvrđena statistički značajna razlika u intenzitetu napada s obzirom na mjesto uzorkovanja.

Povišene vrijednosti zabilježene su u pojedinim odsjecima, a najviša vrijednost na jednom uzorku (11%) utvrđena je 2020. godine u GJ Orljak Šumarije Strizivojne u odsjeku 7a, no to je jedini primjer intenziteta napada na korijenu pomlatka koji iznosi više od 10%. Najčešće su se povećani intenziteti napada bilježili u sastojinama mlađeg pomlatka, a također su utvrđeni u sastojinama ponika, starim sastojinama i sastojinama ponika. Najviše povećanih intenziteta zabilježeno je u šumama hrasta lužnjaka i običnog graba, a zatim šumama hrasta lužnjaka i velike žutilovke te šumama hrasta lužnjaka sa rastavljenim šašem, što su zajednice koje rastu na gredi i na nizi. Povećani intenziteti utvrđeni su u uzorkovanjima tijekom više mjeseca u godini, no najčešće u 10. mjesecu, što se poklapa sa zapažanjem da su najveće štete na korijenu tijekom jesenskih i zimskih mjeseci u uvjetima manje dostupnosti alternativnih izvora hrane (Bjedov i sur. 2017).



## **7.7. Intenzitet napada na sjemenu (INS)**

Ukupna vrijednost intenziteta napada na sjemenu u UŠP Vinkovci iznosi 22,78%, te 0,44% u prosjeku, što je više nego intenzitet napada na kori i na korijenu pomlatka. 2020. godine zabilježen je najviši ukupan intenzitet napada (8,95%) i najviši prosjek intenziteta (0,90%), dok 2019. i 2022. nisu utvrđeni intenziteti napada na sjemenu iznad 0%. Povećane štete na sjemenu preklapaju se sa godinama masovne pojave glodavaca (Modrić 2021), a pogotovo sa dominacijom miševa koje su primarno granivorne vrste (Vukićević-Radić i sur. 2006, Horvat 2023). Doduše, intenzitet šteta zabilježen u UŠP Vinkovci u promatranom periodu je bio veoma nizak, čak i tijekom visoke relativne brojnosti sitnih glodavaca.

Najveći ukupan (10,78%) i prosječan (2,16%) intenzitet napada na sjemenu utvrđeni su u Šumariji Vrbanja. Nije utvrđena značajna razlika u vrijednostima intenziteta napada na sjemenu s obzirom na godinu niti s obzirom na mjesto uzorkovanja.

Povećani intenziteti napada na sjemenu najčešće su zabilježeni u sastojinama mlađeg pomlatka, zatim stare sastojine, mlade sastojine i sastojine ponika. Najčešće su utvrđeni u šumama hrasta lužnjaka i običnog graba te šuma hrasta lužnjaka i velike žutilovke sa žestiljem, odnosno u zajednicama koje rastu na gredi, a manjim dijelom u šumama hrasta lužnjaka i velike žutilovke sa rastavljenim šašem i u klonskoj sjemenskoj plantaži u GJ Slavir u Šumariji Otok. Povećane vrijednosti najčešće su zamjećene u uzorkovanjima u 10. mjesecu, iako su najviše vrijednosti utvrđene tijekom zime.

Najviši intenzitet napada na jednom uzorku (15,5%) zabilježen je u siječnju 2021. godine u odsjeku 115a GJ Vrbanjske Šume u Šumariji Vrbanja, gdje je također utvrđen i najveći intenzitet napada na sjemenu na razini Šumarije (8,83%). Ukupno je 3 puta utvrđen intenzitet napada na sjeme veći od 10%, uključujući već navedeni primjer u odsjeku 115a. Sva tri su bila u zimskim mjesecima (siječanj i veljača), a dva su bila u godini nakon vrhunca brojnosti, odnosno 2021. godine u istoj gospodarskoj jedinici (već spomenutoj GJ Vrbanjske Šume).

## **7.8. Odnos relativne brojnosti i intenziteta napada na kori i korijenu pomlatka te sjemenu**

Regresijskom analizom nisu utvrđene korelacije između relativne brojnosti i kategorija intenziteta napada sitnih glodavaca po pojedinim godinama, no utvrđeno je postojanje pozitivne korelacije između ukupnih vrijednosti relativne brojnosti i intenzitetu napada na kori pomlatka, odnosno veća relativna brojnost glodavaca utječe na veće štete. Veće su štete općenito očekivane tijekom povećane brojnosti glodavaca (Margaletić i sur. 2005, Mathias i sur. 2017), no s obzirom na dostupne podatke za UŠP Vinkovci nemoguće je sa sigurnosti zaključiti zašto je korelacija utvrđena samo za intenzitet napada na kori pomlatka.

Nedostatak korelacije između sagledanih kategorija posljedica je neočekivano niskih do često nepostojećih šteta utvrđenih na terenu tijekom monitoringa. Oršanić i suradnici (2020) u svom istraživanju su imali slična zapažanja gdje nisu uopće primjetili štete na poniku hrasta lužnjaka i jasena.

Ipak, u ovom radu bi jedan od razloga također mogao biti onemogućeno utvrđivanje intenziteta šteta zbog podrasta i korovske vegetacije koje smanjuje vidljivost na staništu te smanjuje prohodnost, odnosno pristupačnost, što je bio slučaj u drugim istraživanjima (Horvat 2023). Niske razine intenziteta šteta mogle bi biti zbog nedostatka pomlatka i sjemena glavnih vrsta šumskog drveća. Klimatske promjene, ekstremni vremenski uvjeti, bolesti, štetnici i mnogi drugi pritisci onemogućuju pravilan rast i razvoj brojnih biljnih vrsta te otežavaju proces obnove (Perić i sur. 2009, Gradečki-Poštenjak i sur. 2011). Štete se možda ne mogu zamijetiti jer nema sjemena, kore ili korijena na kojem bi mogle uopće biti zabilježene (Horvat 2023).

Nadalje, mnogo se više istraživanja posljednjeg desetljeća temeljilo na proučavanju populacijskih dinamika, pogotovo voluharica u Europi, no nedovoljno se pažnje predaje procjenjivanju točnih raspona šteta, pogotovo financijskih, stoga je teško povezati utjecaj relativne brojnosti na razinu oštećenja (Singleton 2010).

Potrebno je uzeti u obzir mogućnost ljudske pogreške prilikom uzorkovanja na terenu, odnosno mogućnost da štete jednostavno nisu primjećene zbog specifičnosti šumskog, često gusto obraslog terena, tj. zbog otežanog pregleda šumskog pomlatka ili sjemena. Nedostatak evidentiranih šteta od glodavaca tako bi se mogao praktički pripisati trenutnoj metodologiji utvrđivanja šteta. Bolji uvid u samu provedbu monitoringa te unaprjeđenje metodologije utvrđivanja šteta moguće bi pridonijelo boljem razumijevanju dinamike brojnosti sitnih glodavaca i prateće razine šteta.

## **7.9. Napadnuta i tretirana površina u UŠP Vinkovci**

Tretirana površina jednaka je napadnutoj površini te se spomenute vrijednosti u nastavku odnose na obje stavke.

U UŠP Vinkovci je tijekom promatranog petogodišnjeg perioda ukupno zabilježeno 9592 ha napadnute površine, sa godišnjim prosjekom od 204,094 ha i medijanom od 173,990 ha po mjestu izmjere. 2019. godine je napadnuta ukupno najviša površina (2580,68 ha) te je iste godine utvrđena najveća prosječna napadnuta površina (258,07 ha) i najviši medijan (188,25 ha). Spomenute površine su značajnih razmjera, pogotovo uzimajući u obzir da je ukupna napadnuta površina u UŠP Vinkovci 2019. godine polovica prosječne godišnje napadnute površine (5000 ha) na razini države (Vucelja i sur. 2022). Iz priloženog se može primjetiti kako je većina napadnutih površina na području Republike Hrvatske upravo u UŠP Vinkovci.

Najveća pojedina napadnuta površina (592,43 ha) zabilježena je u Šumariji Otok 2019. i 2020. godine. Šumarija Otok također bilježi najveću ukupnu (1902,92 ha) i prosječnu (380,58 ha) napadnutu površinu po godini, te najviši medijan (466,49 ha). S obzirom da u samo tri godine šteta na napadnutoj površini od 384 ha može iznositi od milijun eura (Vucelja i sur. 2023, prema: Horvat 2023), napomenute površine u Šumariji Otok razlog su za zabrinutost i navode da je potrebna veća pozornost pri kontroli glodavaca na površini Šumarije.

Najmanje vrijednosti utvrđene su 2022. godine kada se bilježi najmanja ukupna napadnuta površina (365,59 ha), najmanja prosječna napadnuta površina (60,93 ha) i najmanji medijan (42,47 ha), što se poklapa sa ustanovljenim minimumom RB sitnih glodavaca u ovom radu. S obzirom na mjesto izmjere, najmanja ukupna napadnuta površina (20,60 ha) i najmanja prosječna napadnuta površina (10,30 ha) zabilježena je u Šumariji Vukovar.

ANOVA metoda nije potvrdila postojanje značajne razlike u napadnutoj, odnosno tretiranoj površini po godini izmjere. Ipak, treba uzeti u obzir nedostatak podataka za određene Šumarije pojedinih godina. Ukoliko se pretpostavi da napadnute, odnosno tretirane površine nisu zabilježene zato što su bile jednake 0 ha, onda se ANOVA metodom odbacuje nulta hipoteza i prihvaća da je napadnuta i tretirana površina 2022. godine značajno manja od 2019. i 2020. godine. Nadalje, ANOVA metoda ustanovila je postojanje statistički značajne razlike u napadnutoj, odnosno tretiranoj površini s obzirom na mjesto izmjere te je Tukey test istaknuo vrijednosti Šumarije Otok kao statistički značajno veće od vrijednosti Šumarije Strošinci, Šumarije Vukovar i RJ Rasadnika Zalužje.

Sa druge strane, regresijskom analizom nije utvrđeno postojanje korelacije između vrijednosti relativne brojnosti i napadnute, odnosno tretirane površine s odnosom na godinu, no potvrđena je pozitivna korelacije s obzirom na mjesto izmjere. Time se zaključuje da veća vrijednost relativne brojnosti sitnih glodavaca uvjetuje veću napadnutu površinu na razini mjesta izmjere, no veća relativna brojnosti ne utječe na veličinu napadnute površine na razini godine. Već je prije spomenuto da bi se razina šteta, odnosno napadnute površine, trebala preklapa sa RB sitnih glodavaca, no u slučaju UŠP Vinkovci podaci su u odstupanju, a slično zapažanje je imao Boljfetić u svom radu 2016. godine.

Primarni nedostatak IPP formulara je nedostatak informacija i nekontinuiranost podataka (Bojfetić 2016). Na primjer, 2018. godine se zadnji puta bilježi količina korištenih rodenticida na razini pojedinih UŠP i Šumarija, što je primarni razlog zašto nije bilo moguće provesti višegodišnju analizu utroška rodenticida. Sustavni monitoring glodavaca, ali jednako tako i analiza rezultata toga monitoringa, i to na razini odsjeka u kojemu se monitoring poduzima, temeljni su preduvjeti dubljeg razumijevanja dinamike lokalnih populacija glodavaca, odnosno pravovremenog pokušaja preveniranja nastanka značajnijih šteta kao posljedica njihovih masovnih pojava.

## 8. ZAKLJUČAK:

Monitoring sitnih glodavaca proveden od 2018. do 2022. godine na području UŠP Vinkovci ukazao je na određene trendove u kretanju brojnosti sitnih glodavaca. Usporedba brojnosti sitnih glodavaca sa napadnutom, odnosno tretiranom površinom, ukazuje na određena odstupanja koje bi trebalo bolje sagledati u budućim istraživanjima. Sukladno tome, u nastavku su priloženi glavni zaključci ovoga rada:

- Vrhunac relativne brojnosti sitnih glodavaca sa prosjekom od 20,28% utvrđen je 2020. godine. Prethodilo mu je razdoblje povećane relativne brojnosti 2018. i 2019. godine, a uslijedilo razdoblje minimalnih vrijednosti 2021. i 2022. godine. Navedeni rezultati prate već ustanovljene trendove kretanja relativne brojnosti sitnih glodavaca, no također ukazuju na određena odstupanja koja bi se u budućnosti mogla dalje razvijati i dovesti do većih abnormalnosti u dinamici populacija sitnih glodavaca.
- Prosjeci relativne brojnosti sitnih glodavaca na razini Šumarija bile su podjednake, a kritične vrijednosti su ustanovljene primarno 2020. godine, kada prosječna relativna brojnost u većini Šumarija prelazi 20%. Sa druge strane, na razinama odsjeka utvrđene su vrlo visoke vrijednosti koje navode na povećanu ili masovnu pojavu sitnih glodavaca. Isti ukazuju na postojanje određenih lokaliteta sa izrazito povoljnim stanišnim uvjetima koje iznimno pogoduju sitnim glodavcima.
- Brojnost miševa ističe se sa vrhuncem 2020. godine te sa minimumom 2022. Podaci ukazuju na potencijalnu pravilnu dinamiku kretanja populacija ciklične prirode.
- Brojnost voluharica ističe se sa vrhuncem 2020. godine, ali brojnost voluharica po uzorku ne ukazuje na istu prekobrojnost, stoga se cikličnost dinamike populacija voluharica ne može jasno potvrditi sa dostupnim podacima.
- Analizom relativne brojnosti voluharica utvrđene su razlike sa vrijednostima apsolutne brojnosti voluharica što ukazuje na problem nekontinuiranog monitoringa sa varijabilnim frekvencijama izmjere te naglašava potrebu sagledavanja indeksa brojnosti za vjerniji prikaz dinamike populacija.
- Miševi su dominantna grupa sitnih glodavaca u UŠP Vinkovci te svake godine čine preko 80% ulovljenih jedinki sitnih glodavaca.
- Brojnost voluharica i miševa ukazuje na slične oscilacije tijekom promatranog perioda, odnosno dinamika populacija miševa slična je dinamici populacije voluharica.

- Prosječan intenzitet napada na kori pomlatka u promatranom petogodišnjem periodu u UŠP Vinkovci iznosio je 0,26%, sa najvećim godišnjim prosjekom (6,10%) 2020. godine, tijekom vrhunca brojnosti sitnih glodavaca. 2021. i 2022. godine je na svakom mjestu uzorkovanja intenzitet napada na kori iznosio 0%.
- Prosječan intenzitet napada na korijenu pomlatka je u UŠP Vinkovci u promatranom petogodišnjem periodu iznosio 0,24%, sa najvećim godišnjim prosjekom (5,64%) 2020. godine, tijekom vrhunca brojnosti sitnih glodavaca.
- Najveći intenzitet napada primjećen je na sjemenu te mu ukupan prosjek iznosi 0,44%, što je više od prosječnog intenziteta štete na kori (0,26%) i korijenu pomlatka (0,24%).
- Utvrđena pozitivna korelacija između relativne brojnosti sitnih glodavaca i intenziteta napada na kori pomlatka navodi na povećanje oštećenja na kori sa povećanjem brojnosti glodavaca.
- Nije utvrđena korelacija između relativne brojnosti sitnih glodavaca i intenziteta napada na korijenu pomlatka, odnosno na sjemenu.
- U UŠP Vinkovci se rodenticidima svake godine tretiralo cijelu ustanovljenu napadnutu površinu.
- Više od polovice godišnje napadnute površine države ustanovljeno je u UŠP Vinkovci. Napadnuta površina je svake godine visoka, a 2019. i 2020. godina se ističu kao vrhunci, dok se 2022. godine očituju minimumi u napadnutoj, odnosno tretiranoj površini.
- Izvješća o provedenom suzbijanju sitnih glodavaca, veličini napadnute i tretirane površine i intenzitetu napada su nepotpuni i nekontinuirani, a isto se može zaključiti za izvješća o monitoringu. Potrebne su bolje smjernice i unaprjeđenje metodologije monitoringa kako bi se osigurao vjerniji prikaz stvarnog stanja populacija sitnih glodavaca na promatranom području.

S obzirom na nedavno isteklu privremenu derogaciju za upotrebu sredstva suzbijanja sitnih glodavaca na bazi cink-fosfida, kontrola glodavaca u UŠP Vinkovci trebat će biti prilagođena strožim odredbama i zakonima, a pitanje je kako će se takva promjena odraziti na sami broj sitnih glodavaca. Organizirani, sustavni monitoring predstavlja ključan dio daljnjeg gospodarenja koji će do određene razine uputiti na pojavu kritičnih brojnosti te omogućiti pravovremeno i preventivno djelovanje.

## 9. LITERATURA:

- Ahaduzzaman, S. K. M. i Sarker, S. K., 2010: The Chittagong story: a regional damage assesment during a rodent population outbreak. Rodent outbreaks: Ecology and impacts. Metro Manila, Philippines: IRRI.
- Andera, M., 1981. Reproduction of *Microtus agrestis* in Czechoslovakia. Přírodovědné práce ústavů ČSAV v Brně (Acta Sc. Nat. Brno), 15(5): str. 1-38, 1981.
- Andreassen, H. P. i sur., 2021. Population cycles and outbreaks of small rodents: ten essential questions we still need to solve. *Oecologia* 195, str. 601–622. <https://doi.org/10.1007/s00442-020-04810-w>
- Androić, M. i sur., 1981: Priručnik Izvještajne i Dijagnostičko – prognozne službe zaštite šuma. Savez inženjera i tehničara šumarstva i industrije za preradu drveta Jugoslavije, Beograd, str. 319–335.
- Aplin, K. i Ford, F., 2014. Murine rodents: Late but highly successful invaders. *Invasion Biology and Ecological Theory*, str. 196–240. doi:10.1017/cbo9781139565424.012.
- Baláž, I., 2010. Somatic characteristics and reproduction of common vole, *Microtus Arvalis* (Mammalia: Rodentia) populations in Slovakia. *Biologia*, 65(6), str. 1064–1071. doi:10.2478/s11756-010-0122-7.
- Birkedal, M., i sur., 2010. Effects of granivorous rodents on direct seeding of oak and beech in relation to site preparation and sowing date. *Forest Ecology and Management*. 259. 2382-2389. 10.1016/j.foreco.2010.03.014.
- Bjedov, L., i sur., 2016. Utjecaj uroda sjemena obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) na populacije sitnih glodavaca i pojavnosti hantavirusa u šumama Nacionalnog parka „Plitvička jezera“ i Parka prirode „Medvednica“. *Šumarski list*, 140(9-10), str. 455-463. <https://doi.org/10.31298/sl.140.9-10.2>
- Bjedov, L. i sur., 2017. Priručnik o glodavcima šuma Hrvatske. Hrvatski šumarski institut.
- Boyce, C.C. i Boyce, J.L., 1988. Population Biology of *Microtus arvalis*. III. regulation of numbers and breeding dispersion of females. *The Journal of Animal Ecology*, 57(3), str. 737. doi:10.2307/5090.
- Brooks, J. E i Rowe, F. P., 1987: Rodents : training and information guide. World Health Organization, Division of Vector Biology and Control. <https://iris.who.int/handle/10665/61081>
- Corbet, G.B. i Oviden, D., 1980. A field guide to the mammals of Britain and Europe. Collins, London
- Imholt, C. i sur., 2016. Long-term population patterns of rodents and associated

- damage in German forestry. *Pest Management Science*, 73(2), str. 332–340. doi:10.1002/ps.4325.
- Corrigan, E.V., 2001. *Rodent Control: A Practical Guide for Pest Management Professionals*. GIE Media, str. 1-351.
- Crnković, D., 1982: Kontrola brojnosti i suzbijanje miševa na području SŠGO “Slavonska šuma” Vinkovci. *Zbornik radova*, str. 285–287.
- Delany, M.J., 1974: *The ecology of small mammals*. Studies in biology, 51 Edward Arnold, London: 60.
- Flowerdew, J. R., 1972. The Effect of Supplementary Food on a Population of Wood Mice (*Apodemus sylvaticus*). *Journal of Animal Ecology*, 41(3), 553–566. <https://doi.org/10.2307/3195>
- Gliwicz, J., 1980. Ecological Aspects of Synurbization of Striped Field Mouse, *Apodemus agrarius* (Pall.). *Wiadomosci Ekologiczne*, 262, str. 117-124.
- Gradečki-Poštenjak, M. i sur., 2011. Dinamika plodonošenja i kvaliteta uroda sjemena hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u narušenim ekološkim uvjetima. *Šumarski list*, 135(13), str.169-180.
- Heroldová, M. i sur., 2012. Rodent Damage to Natural and Replanted Mountain Forest Regeneration, *The Scientific World Journal*, 872536. <https://doi.org/10.1100/2012/872536>
- Hoogenboom, I. i sur., 1984. Seasonal change in the daily timing of behaviour of the common vole, *Microtus arvalis*, *Oecologia*, 61(1), str. 18–31. doi:10.1007/bf00379084.
- Horne, T. J. i Ylönen, H. 1998. Heritabilities of dominance-related traits in male bank voles (*Clethrionomys glareolus*). *Evolution*, 52(3), str. 894-899. [10.1111/j.1558-5646.1998.tb03714.x](https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.1998.tb03714.x)
- Hörmfeldt, B., 2004. Long-Term Decline in Numbers of Cyclic Voles in Boreal Sweden: Analysis and Presentation of Hypotheses. *Oikos*, 107(2), str. 376–392. <http://www.jstor.org/stable/3548221>
- Horvat, I., 2023. Populacije sitnih glodavaca na području Uprava šuma Zagreb i Sisak. Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Sveučilište u Zagrebu. Diplomski rad.
- Hansson, L. i Henttonen, H., 1985. Gradients in density variations of small rodents: the importance of latitude and snow cover. *Oecologia* 67, str. 394–402. <https://doi.org/10.1007/BF00384946>
- Izveštajno prognozni poslovi u šumarstvu za 2017./18. godinu, 2018. Hrvatski Šumarski Institut, Ministarstvo poljoprivrede i održivog razvoja.

- Izveštajno prognozni poslovi u šumarstvu za 2018./19. godinu, 2019. Hrvatski Šumarski Institut, Ministarstvo poljoprivrede i održivog razvoja.
- Izveštajno prognozni poslovi u šumarstvu za 2019./20. godinu, 2020. Hrvatski Šumarski Institut, Ministarstvo poljoprivrede i održivog razvoja.
- Izveštajno prognozni poslovi u šumarstvu za 2020./21. godinu, 2021. Hrvatski Šumarski Institut, Ministarstvo poljoprivrede i održivog razvoja.
- Izveštajno prognozni poslovi u šumarstvu za 2021./22. godinu, 2022. Hrvatski Šumarski Institut, Ministarstvo poljoprivrede i održivog razvoja.
- Izveštajno prognozni poslovi u šumarstvu za 2022./23. godinu, 2023. Hrvatski Šumarski Institut, Ministarstvo poljoprivrede i održivog razvoja.
- Jurišić, A., i sur., 2022. Surveillance strategies of rodents in agroecosystems, forestry and Urban Environments. *Sustainability*, 14(15), str. 9233. doi:10.3390/su14159233.
- Kamler, J. i sur., 2010. Rodent-caused damage to forest trees from the viewpoint of Forestry Practice. *Journal of Forest Science*, 56(6), str. 265–270. doi:10.17221/70/2009-jfs.
- Kamler, J. i sur., 2011. Inventory of rodent damage to forests. *Journal of Forest Science*, 57(5), str. 219–225. doi:10.17221/115/2010-jfs.
- Katranovski, D., i Katranovski, M., 2021: Štetni glodari - biologija, epizootologija, ekologija i kontrola brojnosti. Suizdavaštvo I.P. NNK INTERNACIONAL i IBISS.
- Koehler, A. E. i sur., 1990. Frightening methods and devices/stimuli to prevent mammal damage - a review. *Proceedings of the Vertebrate Pest Conference* (Vol. 14, Br. 14).
- Kišasondi, A., 2006. Ponašanje i ishrana vrsta *Clethrionomys glareolus* (Schr.), *Apodemus sylvaticus* (L.) i *Apodemus flavicollis* (Melch.), Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Sveučilište u Zagrebu. Diplomski rad.
- Kozakiewicz, M. i sur. 1999. Effects of habitat fragmentation on four rodent species in a Polish farm landscape. *Landscape Ecology*, 14, str. 391–400.
- Kryštufek, B. i sur. 2019. Back to the future: The proper name for red-backed voles is *Clethrionomys Tilesius* and not *Myodes* Pallas. *Mammalia*, 84(2), str. 214–217. doi:10.1515/mammalia-2019-0067
- Kuzele, T., 2011. Sitni glodavci kao dio šumske zoocenoze na području Šumarije Gerovo. Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Sveučilište u Zagrebu. Dipmoski rad.
- Lesiński, G. i sur., 2021. Population increase and synurbization of the yellow-necked mouse *Apodemus flavicollis* in some wooded areas of Warsaw agglomeration, Poland, in the years 1983–2018. *Urban Ecosyst* 24, str. 481–489. <https://doi.org/10.1007/s11252-020-01046-7>



- Lešo, P. i sur., 2016. Response of the dominant rodent species to close-to-nature logging practices in a temperate mixed forest. *Annals of Forest Research*, 59(1). doi:10.15287/afr.2016.620.
- Margaletić, J. i sur., 2002. The development of mice and voles in an oak forest with a surplus of acorns. *Anzeiger für Schädlingkunde*. 75. str. 95 - 98. 10.1034/j.1399-5448.2002.02028.x.
- Margaletić, J., 2006. Sitni glodavci kao rezervoari zoonoza u šumama Hrvatske. *Radovi*, 41(1/2), str. 133-140. <https://hrcak.srce.hr/16922>
- Marini, G., i sur., 2023. Estimating rodent population abundance using early climatic predictors. *Eur J Wildl Res* 69, 36. <https://doi.org/10.1007/s10344-023-01666-2>
- Mathias, M. da L. i sur., 2017. Erratum: *Microtus Agrestis* (rodentia: Cricetidae). *Mammalian Species*, 49(944), str. 1–1. doi:10.1093/mspecies/sey005.
- Meffe, G. K. i Carrol, C. R., 1994. *Principles of Conservation Biology*. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, 600 str.
- Michał, B. i Rafał, Z., 2013. Responses of small mammals to clear-cutting in temperate and boreal forests of Europe: A meta-analysis and Review. *European Journal of Forest Research*, 133(1), str. 1–11. doi:10.1007/s10342-013-0726-x.
- Mujezinović, O., 2010. Sitni glodari u šumskim ekosistemima Bosne i Hercegovine. Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Sveučilište u Zagrebu. Doktorska disertacija.
- Perić, S. i sur., 2009. 'RASADNIČKA PROIZVODNJA I VAŽNOST ŠUMSKOGA REPRODUKCIJSKOG MATERIJALA U RH. *Radovi*, 44(1):17-26. <https://hrcak.srce.hr/93151>
- Petrosyan, V. i sur., 2023. Range Dynamics of Striped Field Mouse (*Apodemus agrarius*) in Northern Eurasia under Global Climate Change Based on Ensemble Species Distribution Model. *Biology (Basel)*, 12(7):1034. doi: 10.3390/biology12071034.
- Posarić, D., 2010. Najvažniji razlozi gubitka hrasta lužnjaka (*Quercus robur* l.) iz sastojina do dobi prvih proreda. *Šumarski list*, 134(3-4), str. 151-158. <https://hrcak.srce.hr/56997>
- Pucek, Z. i sur., 1993. Rodent population dynamics in a primeval deciduous forest (Białowieża National Park) in relation to weather, seed crop, and predation. *Acta Theriologica*, 38, str. 199–232. doi:10.4098/at.arch.93-18.
- Saitoh, T. i Nakatsu, A., 1997. The impact of forestry on the small rodent community of Hokkaido, Japan. *Mammal Study*, 22(1/2), str. 27–38. doi:10.3106/mammalstudy.22.27.
- Simunić, A.M., 2019. T-stajalište koa sredstvo pogodovanja predatorskoj aktivnosti ptica grabljivica nad poljskim glodavcima u lucerištu. Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek. Diplomski rad.

- Santini, L. A., 1986. Agriculture and forest rodent problems and control in Italy. Proceedings of the Vertebrate Pest Conference, 12.
- Singleton, G.R., 2010. Rodent outbreaks: Ecology and impacts. Metro Manila, Philippines: IRRI.
- Suchomel, J. i sur., 2021. Bark gnawing of forest trees by voles during the growing season. Eur J Forest Res 140, str. 1431–1440. <https://doi.org/10.1007/s10342-021-01410-y>
- Videc, G., 2006. Suzbijanje mišolikih glodavaca u šumskim ekosustavima. Šumarski list, 130(11-12), str. 533-544. <https://hrcak.srce.hr/21243>
- Vodopija, R., i sur., 2008. Ugrizi glodavaca u gradu Zagrebu i Zagrebačkoj županiji u 2007. godini. Infektološki glasnik, 28(4), str. 189-193. <https://hrcak.srce.hr/43757>
- Vukićević-Radić, O. i sur., 2006. Spatial distribution of *Apodemus flavicollis* and *A. agrarius* on Mt. Avala (Serbia). Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae, 52(1), str. 81–96. doi:10.1080/13102818.2006.10817305.
- Vucelja, M., 2013. Zaštita od glodavaca (Rodentia, Murinae, Arvicolinae) u šumama hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) – integrirani pristup i zoonotički aspekt. Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Sveučilište u Zagrebu. Doktorska dizertacija.
- Vucelja, M., i sur., 2014. ŠTETE OD SITNIH GLODAVACA NA STABLJICI I KORIJENU HRASTA LUŽNJAKA (*Quercus robur* L.). Šumarski list, 138(5-6), str. 283-290.
- Vucelja, M. i sur., 2022. Forest Residue Management Impact on rodent (rodentia: Murinae, Arvicolinae) damage in pedunculate oak (*Quercus robur* L.) forests in Croatia. Croatian journal of forest engineering, 44(1), str. 121–135. doi:10.5552/crojfe.2023.2028.
- Vucelja M. i sur. 2023: Šumski glodavci kao rezervoari zoonoza i mjere zaštite. Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Sveučilište u Zagrebu, Zavod za zaštitu šuma i lovno gospodarjenje.
- Vukelić, J. i sur., 2008: Šumska staništa i šumske zajednice u Hrvatskoj: Nacionalna ekološka mreža. Državni zavod za zaštitu prirode, 263 str.
- Wegge, P. i Rolstad, J., 2018. Cyclic small rodents in boreal forests and the effects of even-aged forest management: Patterns and predictions from a long-term study in southeastern Norway. Forest Ecology and Management, 422, str. 79–86. doi:10.1016/j.foreco.2018.04.011.
- Wołk, E. i Kozłowski, J., 1989. Changes of body-weight and hematological parameters in a fluctuating population of *Apodemus flavicol.* Acta theriologica. 34. str. 439-464. 10.4098/AT.arch.89-44.
- Yalkovskaya, L. i sur., 2022. Phylogeography of the striped field mouse (*Apodemus agrarius* Pallas, 1771) in light of new data from central part of Northern Eurasia. PLOS ONE, 17(10). doi:10.1371/journal.pone.0276466.

Yoon, M. i sur. 1997. Population structure and reproductive pattern of the Korean striped field mouse, *Apodemus agrarius*. Korean Journal of Biological Sciences, 1(1), str. 53–61. <https://doi.org/10.1080/12265071.1997.9647348>

Unnsteinsdóttir, E., 2014. The wood mouse *Apodemus sylvaticus* in Iceland: population dynamics and limiting factors at the northern edge of the species. Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Iceland. 10.13140/RG.2.1.4836.9124.

### 9.1. Izvori sa interneta:

‘*Apodemus agrarius* (Pallas, 1771)’. Global Biodiversity Information Facility. <https://www.gbif.org/species/197825540> (Pristupljeno: 11.9.2024.)

‘*Apodemus flavicollis* (Melchior, 1834)’. Global Biodiversity Information Facility. <https://www.gbif.org/species/2437756/treatments> (Pristupljeno: 11.9.2024.)

‘Forests in Croatia’. Forest Stewardship Council, FSC Adria-Balkan. <https://adria-balkan.fsc.org/en/forests-in-croatia> (Pristupljeno: 13.6.2024.)

Ivaldi, F., 1999. ‘*Apodemus sylvaticus* (long-tailed field mouse)’. Animal Diversity Web, University of Michigan. [https://animaldiversity.org/accounts/Apodemus\\_sylvaticus/](https://animaldiversity.org/accounts/Apodemus_sylvaticus/) (Pristupljeno: 20.6. 2024.)

‘Livadna voluharica (*Microtus agrestis*)’, 2017. Štetnici Hr, Hrvatski Šumarski Institut. [https://stetnici.sumins.hr/SumskiStetnici/livadna\\_voluharica\\_\(microtus\\_agrestis\)](https://stetnici.sumins.hr/SumskiStetnici/livadna_voluharica_(microtus_agrestis)) (Pristupljeno: 12.9.2024.)

Lundrigan, B. i Mueller, M., 2003. ‘*Myodes glareolus* (bank vole)’. Animal Diversity Web, University of Michigan. [https://animaldiversity.org/accounts/Myodes\\_glareolus/](https://animaldiversity.org/accounts/Myodes_glareolus/) (Pristupljeno: 13.6.2024.)

‘Muridae’, 2020. Encyclopedia Britannica, Britannica. <https://www.britannica.com/animal/Muridae> (Pristupljeno: 9.9.2024.)

Noble, S., 2017. ‘*Microtus arvalis* (common vole)’. Animal Diversity Web, University of Michigan. [https://animaldiversity.org/accounts/Microtus\\_arvalis/](https://animaldiversity.org/accounts/Microtus_arvalis/) (Pristupljeno: 13.6.2024.)

‘Poljska voluharica (*Microtus arvalis*)’, 2017. Glodavci, Štetnici Hr. [https://stetnici.sumins.hr/SumskiStetnici/poljska\\_voluharica\\_\(microtus\\_arvalis\)](https://stetnici.sumins.hr/SumskiStetnici/poljska_voluharica_(microtus_arvalis)) (Pristupljeno: 9.9.2024.)

‘Poljski miš (*Apodemus agrarius*)’, 2017. Glodavci, Štetnici Hr. [https://stetnici.sumins.hr/SumskiStetnici/poljski\\_mis\\_\(apodemus\\_agrarius\)](https://stetnici.sumins.hr/SumskiStetnici/poljski_mis_(apodemus_agrarius)) (Pristupljeno: 11.9.2024.)

- Poor, A., 2005. 'Murinae (Old World Rats and mice)'. Animal Diversity Web, University of Michigan. <https://animaldiversity.org/accounts/Murinae/> (Pristupljeno: 18.6.2024.)
- Poor, A., 2005a. 'Arvicolinae (lemmings and voles)'. Animal Diversity Web, University of Michigan. <https://animaldiversity.org/accounts/Arvicolinae/> (Pristupljeno: 13.6.2024.)
- Shefferly, N., 1999. '*Apodemus agrarius* (striped field mouse)'. Animal Diversity Web, University of Michigan. [https://animaldiversity.org/accounts/Apodemus\\_agrarius/](https://animaldiversity.org/accounts/Apodemus_agrarius/) (Pristupljeno: 18.6.2024.)
- 'Stanje i prognoza vodostaja', 2019. Hrvatske Vode. <https://voda.hr/hr/novost/stanje-i-prognoza-vodostaja-2> (Pristupljeno: 14.9.2024.)
- 'Šumska voluharica (*Myodes glareolus*)', 2017. Glodavci, Štetnici Hr. [https://stetnici.sumins.hr/SumskiStetnici/sumska\\_voluharica\\_\(myodes\\_glareolus\)](https://stetnici.sumins.hr/SumskiStetnici/sumska_voluharica_(myodes_glareolus)) (Pristupljeno: 10.9.2024.)