

# Populacije sitnih glodavaca na području Uprava šuma Zagreb i Sisak

---

Horvat, Ivan

Master's thesis / Diplomski rad

2023

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:108:789553>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-30**



Repository / Repozitorij:

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



**FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE U  
ZAGREBU**

**ŠUMARSKI ODSJEK**

**ZAVOD ZA ZAŠTITU ŠUMA I LOVNO GOSPODARENJE**

**SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ**

**UZGAJANJE I UREĐIVANJE ŠUMA S LOVNIM GOSPODARENJEM**

Ivan Horvat

**POPULACIJE SITNIH GLODAVACA NA PODRUČJU  
UPRAVA ŠUMA ZAGREB I SISAK**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, rujan 2023.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE**  
**ŠUMARSKI ODSJEK**

**POPULACIJE SITNIH GLODAVACA NA PODRUČJU**  
**UPRAVA ŠUMA ZAGREB I SISAK**

**DIPLOMSKI RAD**

Diplomski studij:	Uzgajanje i uređivanje šuma s lovnim gospodarenjem
Predmet:	Zoоекoлoгija u šumskim ekosustavima
Ispitno povjerenstvo:	1. (mentor) Izv. prof. dr.sc. Marko Vucelja
	2. (član) Izv. prof. dr.sc. Milivoj Franjević
	3. (član) Izv. prof. dr.sc. Kristijan Tomljanović
Student:	Ivan Horvat
JMBAG:	0128053444
Datum odobrenja teme:	29.04.2021.
Datum predaje rada:	10.09.2023.
Datum obrane rada:	27.09.2023.

Zagreb, rujan 2023.

## **TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA**

Naslov:	Populacije sitnih glodavaca na području Uprava šuma Zagreb i Sisak
Title:	Population of small rodents at Forest Administrations Zagreb and Sisak
Autor:	Ivan Horvat
Adresa autora:	Novska 32, 10 000 Zagreb
Mjesto izradbe:	Fakultet šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu
Vrsta objave:	Diplomski rad
Mentor:	Izv. prof. dr.sc. Marko Vucelja
Izradu rada pomogao:	Izv. prof. dr.sc. Marko Vucelja
Godina objave:	2023.
Opseg:	Broj stranica: 51 Broj tablica: 2 Broj slika: 25 Broj navoda literature: 96
Ključne riječi:	sitni glodavci, populacije, štete, monitoring, poljski jasen
Key words:	small rodents, populations, damage, monitoring, narrow-leaved ash
Sažetak:	Sitni glodavci nezaobilazna su biotička komponenta nizinskih šumskih ekosustava kontinentalne Hrvatske koji periodično značajno otežavaju prirodnu obnovu; osobito hrastovih i jasenovih sastojina. U okviru predloženoga rada utvrditi će se struktura i sastav populacija sitnih glodavaca na području Uprava šuma podružnica Zagreb i Sisak (jesen 2021.g) te mogućnosti prevencija šteta od istih. Relativna brojnost te struktura populacija sitnih glodavaca na odabranim lokalitetima utvrđena je metodom lovne linije (transekt) primjenom mrtvolovki te uz primjenu kikiriki maslaca kao mamca. Lovna mjesta su označavana markirnim bambusovim štapovima. Vizualna determinacija ulovljenih jedinki izvršena je pomoću stručne literature utemeljene na morfološkim obilježjima sitnih glodavaca, do razine podporodice ili vrste. Na području uprave šuma podružnica (UŠP) Zagreb unutar istraživanih lokaliteta utvrđena je ukupna relativna brojnost (RB%) od 18%, dok je na području UŠP Sisak iznosila 26%. Uzorkovanjem su ustanovljene slijedeće vrste sitnih glodavaca iz podporodica Murinae i Arvicolinae: <i>Apodemus flavicollis</i> ; <i>Apodemus agrarius</i> ; <i>Apodemus sylvaticus</i> ; <i>Clethrionomys glareolus</i> te jedna

	<p>jedinka iz podporodice Arvicolinae koju nije bilo moguće determinirati do razine vrste. Sustavno praćenje brojnosti sitnih glodavaca od iznimne je važnosti zbog prevencije nastanka značajnih šteta u sastojinama ekološki i gospodarski važnih drvenastih vrsta: hrasta lužnjaka (<i>Quercus robur</i> L.) i poljskog jasena (<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl.). Rezultati istraživanja, osobito kroz aspekt utvrđene brojnosti, strukture i zastupljenosti vrsta glodavaca, pomažu boljem razumijevanju aktivnosti, dinamike, potencijalnih ugroza, odnosno planiranja mjera zaštite od nepovoljnih utjecaja sitnih glodavaca u kritično ugroženim nizinskim šumskim sastojinama.</p>
<p>Abstract:</p>	<p>Small rodents are an indispensable biotic component of the lowland forest ecosystems of continental Croatia, which periodically significantly complicate natural restoration; especially oak and ash stands. Within the framework of the proposed work, the structure and composition of small rodent populations in the area of the Zagreb and Sisak branches of the Forest Administration will be determined (autumn 2021) and the possibilities of preventing damage from them. The relative abundance and population structure of small rodents in selected localities was determined by the hunting line (transect) method using dead traps and using peanut butter as bait. Hunting microlocations/spots within transect were marked with bamboo sticks. Visual determination of caught individuals was carried out using professional literature based on the morphological characteristics of small rodents, up to the level of subfamily or species. In the area of the Branch Forest Administration (UŠP) Zagreb within the investigated localities, the total relative abundance (RB%) was determined to be 18%, while in the area of UŠP Sisak it was 26%. Sampling revealed the following species of small rodents from the Murinae and Arvicolinae subfamilies: <i>Apodemus flavicollis</i>; <i>Apodemus agrarius</i>; <i>Apodemus sylvaticus</i>; <i>Clethrionomys glareolus</i> and one individual from the Arvicolinae subfamily that could not be determined to the species level. Systematic monitoring of the number of small rodents is extremely important because of the prevention of significant damage in the stands of ecologically and economically important tree species: pedunculate oak (<i>Quercus robur</i> L.) and narrow-field ash (<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl.). The results of this research, especially through the aspect of determined number, structure and representation of rodent species, help to better understand the</p>

	activities, dynamics, potential threats, i.e. the planning of protection measures against the adverse effects of small rodents in critically endangered lowland forest stands.
--	--



## IZJAVA O IZVORNOSTI RADA

OB FŠDT 05 07

Revizija: 2

Datum: 29.04.2021.

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

*U Zagrebu, 25. rujna 2023.*

---

*vlastoručni potpis*

*Ivan Horvat*

## **ZAHVALE**

*Zahvaljujem Izv.prof.dr.sc. Marku Vucelji kao mentoru, kolegi i prijatelju na pomoći pri izradi ovoga rada, na ogromnoj količini strpljenja, profesionalizma i korisnih savjeta tijekom studiranja, bez kojih bi moj akademski put izgledao puno drugačije. Također, hvala i svim drugim profesorima i zaposlenicima Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije u Zagrebu na kolegijalnosti i prijateljstvu.*

*Veliko hvala mojim prijateljima i kolegama na iskazanom povjerenju, podršci i lijepim trenucima koje ću zauvijek pamtiti.*

*Najveća hvala mojoj velikoj obitelji koja me uvijek u svemu podržavala, dijelila sa mnom teške i radosne trenutke te najvažnije, vjerovala u mene onda kada je to bilo najpotrebnije.*

*Hvala Vam!*



# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. PREDMET ISTRAŽIVANJA .....	3
2.1. Uvod u problematiku.....	3
2.2. Temeljna obilježja i sistematika gospodarski značajnih vrsta sitnih glodavaca .....	4
2.3. Karakteristike gospodarski značajnih vrsta sitnih glodavaca u šumskim ekosustavima nizinske Hrvatske.....	7
2.4. Koristi i štete od sitnih glodavaca .....	16
2.5. Rasprostranjenost, prehrana i razmnožavanje sitnih glodavaca.....	19
2.6. Utvrđivanje i praćenje brojnosti i dinamike populacija sitnih glodavaca.....	19
2.7. Metode zaštite od sitnih glodavaca .....	21
2.8. Sitni glodavci kao prijenosnici zoonoza .....	22
3. MATERIJALI I METODE.....	26
3.1. Područje istraživanja .....	26
3.2. Uzorkovanje sitnih glodavaca .....	30
4. REZULTATI .....	33
4.1. Rezultati istraživanja brojnosti glodavaca na području GJ Kutinske nizinske šume .....	36
4.2. Rezultati istraživanja brojnosti glodavaca na području GJ Posavske šume – Sunja.....	37
5. RASPRAVA .....	38
6. ZAKLJUČAK.....	42
7. POPIS LITERATURE.....	43

## **Popis slika:**

**Slika 1.** Šumska (riđa) voluharica – *Clethrionomys (Myodes) glareolus* (Schreber, 1780.)

**Slika 2.** Područje rasprostranjenosti šumske voluharice (*Clethrionomys (Myodes) glareolus*) u Europi

**Slika 3.** Livadna voluharica - *Microtus agrestis* (Linnaeus, 1761.)

**Slika 4.** Područje rasprostranjenosti livadne voluharice (*Microtus agrestis*) u Europi

**Slika 5.** Poljska voluharica - *Microtus arvalis* (Pallas, 1778.)

**Slika 6.** Područje rasprostranjenosti poljske voluharice (*Microtus arvalis*) u Europi

**Slika 7.** Žutogrli šumski miš - *Apodemus flavicollis* (Melchior, 1834.)

**Slika 8.** Područje rasprostranjenosti žutogrllog miša (*Apodemus flavicollis*) u Europi

**Slika 9.** Šumski miš - *Apodemus sylvaticus* (Linnaeus, 1758.)

**Slika 10.** Područje rasprostranjenosti šumskog miša (*Apodemus sylvaticus*) u Europi

**Slika 11.** Poljski miš - *Apodemus agrarius* (Pallas, 1771.)

**Slika 12.** Područje rasprostranjenosti poljskog miša (*Apodemus agrarius*) u Europi

**Slika 13.** Šteta od glodavaca na žiru

**Slika 14.** Izgriženi korijen biljke

**Slika 15.** Oštećeni pomladak biljke

**Slika 16. i Slika 17.** Optimalno stanište za razvoj i život glodavaca

**Slika 18.** Prikaz GJ Kutinske nizinske šume s označenim područjima uzorkovanja

**Slika 19.** Područje uzorkovanja – šumarija Kutina, GJ Kutinske nizinske šume, 26./27.10.2021.g.

**Slika 20.** Prikaz GJ Posavske šume – Sunja (Sunjske šume) s označenim područjima

**Slika 21.** Područje uzorkovanja - odsjek 53d, šumarija Sunja, GJ Posavske šume – Sunja

**Slika 22.** Zajednica poljskog jasena s kasnim drijemovcem u jesen 2021.godine na području UŠP Sisak, šumarija Sunja, GJ Posavske šume – Sunja

**Slika 23.** Primjer lovne linije (transekta)

**Slika 24.** Postavljena ploha (štapovi = vrhovi označeni crvenom bojom) unutar odabranih odsjeka u kojima je proveden monitoring glodavaca

**Slika 25.** Ulovljene jedinice glodavaca podporodice voluharica (Arvicolinae) i miševa (Murinae) na istraživanom području (gore lijevo: VŠ, gore desno: MŽ, dolje lijevo MP, dolje desno MŠ)

## **Popis tablica:**

**Tablica 1.** Morfološke razlike podporodica Arvicolinae i Murinae

**Tablica 2.** Ulovi sitnih glodavaca (po vrstama) i lokalitetima uzorkovanja te utvrđena relativna brojnost (RB,%)

## **Popis grafova:**

**Graf 1.** Dinamika pojave lajmske borelioze među ljudskom populacijom u RH u razdoblju od 2008. - 2021. godine

**Graf 2.** Dinamika pojave tularemije među ljudskom populacijom u RH u razdoblju od 2008. – 2021. godine

**Graf 3.** Prikaz broja oboljelih / umrlih od posljedica KME-a u periodu od 2008. - 2021. godine

**Graf 4.** Prikaz broja oboljelih / umrlih od posljedica hemoragijske vrućice s bubrežnim sindromom u periodu od 2008. - 2021. godine

**Graf 5.** Struktura ulova sitnih glodavaca u jesen 2021. godine prema utvrđenim vrstama iz podporodica Murinae i Arvicolinae na području šumarija Kutina i Sunja

**Graf 6.** Zastupljenost predstavnika podporodica Murinae (pravi miševi) i Arvicolinae (voluharice) na području šumarija Kutina i Sunja

**Graf 7.** Brojnost uzorkovanih glodavaca (prema podporodici) u GJ Kutinske nizinske šume po odsjecima (40b i 19a)

**Graf 8.** Brojnost uzorkovanih glodavaca (prema podporodici) u GJ Posavske šume - Sunja po odsjecima (53d i 39b)

**Popis kratica:**

MŽ – miš žutogrli

MŠ – miš šumski

MP – miš poljski

M? – nedeterminirani miš

VŠ – voluharica šumska

VP – voluharica poljska

VL – voluharica livadna

V? – nedeterminirana voluharica

RB (%) – relativna brojnost

# 1. UVOD

Poplavni nizinski ekosustavi odlikuju se velikom raznolikošću, produktivnošću i heterogenošću stanišnih prilika na relativno maloj geografskoj površini, zbog čega su prikladni za brojne biljne i životinjske vrste (Schnitzler i dr. 2005). Nizinske poplavne šume Hrvatske trajno nastanjuju sitni glodavci čija se negativna uloga u obnovi šumskih sastojina očituje u štetama koje godišnje nanose šumskome sjemenu i pomlatku gospodarski važnih vrsta drveća, osobito hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) i poljskoga jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) na površini od približno 4000 ha (Vucelja i dr. 2019).

Jedan od biotskih čimbenika – čije se sprečavanje prekobrojnosti nameće kao imperativ u cilju izbjegavanja rizika koji mogu dovesti do propadanja šuma – jesu glodavci (Rodentia) i to predstavnici podporodica Murinae (Illiger, 1811) - (pravi miševi) i Arvicolinae (Gray, 1821.) - (voluharice) (Maron i Kauffman 2006, Harapin i Androić 1996, Glavaš i Margaletić 2003, Pelz 2003). Uzrokujući štete na šumskom sjemenu te kori i korijenu mladih biljaka, ali ujedno predstavljajući rezervoare brojnih zoonotičkih patogena, glodavci mogu biti uzročnici otežane obnove hrastovih i jasenovih sastojina jednako kao i uzročnici niza zaraznih bolesti (leptospiroza, hemoragijska vrućica s bubrežnim sindromom (HVBS) tzv. mišja groznica, tularemija i dr.) ljudi, divljači i domaćih životinja. Pokušaji kontrole glodavaca u šumarstvu i poljoprivredi Europe u najvećoj se mjeri još uvijek svode na upotrebu rodenticida (pretežito antikoagulanata) namjenjenih trovanju glodavaca. Njihova upotreba započinje još 40-tih godina 20. st. i traje do danas, a razlog tome jest što se smatra da izazivaju ugibanje glodavaca već nakon jednokratne konzumacije otrova (Myllymäki, 1975, Lund 1981, Meehan 1984). U posljednjem petogodišnjem razdoblju (2018. – 2023.g.) važeća je bila privremena dozvola (tj. derogacija; izuzeće od zabrane) primjene djelatne tvari cink fosfid prisutne u akutnim (ne kumulativnim) rodenticidima za smanjenje broj populacija štetnih glodavaca u državnim šumama Hrvatske.

Prema Vucelji i dr. (2020) monitoring sitnih glodavaca u državnim šumama Hrvatske sustavno se provodi već 40 godina. Od početka 1980-ih do 2016. godine uključivao je procjenu intenziteta napada glodavca (%) i evidentiranje veličine šumskih površina (ha) sa uočljivim štetama na sjemenu i pomlatku gospodarski važnih vrsta drveća. Od 2017. godine monitoring glodavaca proširen je na utvrđivanje relativne brojnosti (RB; %) poduzimanjem njihova izlova, kao i na utvrđivanje udjela oštećenoga sjemena i pomlatka (%).

Također, Vucelja i dr. 2023a. (izvor DDD i ZUPP 2023) navode: „Kao biotski štetnici, sitni glodavci u šumama Hrvatske, tijekom posljednjih 40-tak godina, uzrokuju štete na šumskim površinama od približno 2 800 ha (5 - 7200 ha) godišnje i to dominantno u 10 Uprava šuma kontinentalne Hrvatske (Vinkovci, Zagreb, Nova Gradiška, Bjelovar, Osijek, Požega, Našice, Karlovac, Koprivnica i Sisak) (IPP 1980 – 2022). Ekonomske štete, tj. trošak uzgojnih i sanacijskih radova - zbog posljedica sanacije šteta od glodavaca nastalih u trogodišnjem razdoblju (2009. - 2012.) na 384 ha površine, na području samo jedne šumarije (Lipovljani), iznosili su približno 1 mil. €.“

Svrha ovoga rada je ustanoviti i prikazati relativnu brojnost te strukturu vrsta unutar populacije sitnih glodavaca iz podporodica Murinae (pravi miševi) i Arvicolinae (voluharice) unutar srednjedobnih nizinskih sastojina (hrasta lužnjaka) i poljskoga jasena na području Uprava šuma Zagreb i Sisak tijekom jeseni 2021. godine.

## 2. PREDMET ISTRAŽIVANJA

### 2.1. Uvod u problematiku

Poplavne nizinske ekosustave pronalazimo u svim biogeografskim regijama svijeta, uglavnom na aluvijalnim depozitima velikih rijeka s kojima su u konstantnoj hidrološkoj interakciji preko oborinske, poplavne i podzemne vode (Machar 2008). Prema posljednjim procjenama površina poplavnih šuma u svijetu iznosi svega oko  $2,24 \times 10^6$  km<sup>2</sup> (Tockner i Stanford 2002). Samo u posljednjem stoljeću u Europi je površina poplavnih šuma smanjena za gotovo 90% u odnosu na prvotnu površinu (Hughes i dr. 2003, Yon i Tendron 1981). Relativno prirodna poplavna područja mogu se pronaći još samo u istočnoj i jugoistočnoj Europi (Schneider - Jacoby 2006, Klimo i dr. 2008, Anić 2008).

Prema Mikcu (2019) poljski jasen (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) široko je rasprostranjen u srednjoj i južnoj Europi i sjeverozapadnoj Africi. Heliofilna je vrsta koja vrlo dobro uspijeva u blagoj klimi gdje je godišnja količina oborina između 400 i 1200 mm. Raste na vlažnom tlu, u poplavljenim nizinama, ali i na dobro isušenim padinama gdje podnosi veću konkurenciju drugih vrsta. U srednjoj Europi, panonskom bazenu i na Balkanu uglavnom se javlja u nizinama te u priobalnim i poplavnim šumama uz velike rijeke (Sava, Drava, Dunav, Kupa). U Hrvatskoj je poljski jasen uglavnom vezan uz poplavne šume i specifičan mikroreljef savske nizine. Pojavljuje se u rasponu od barskih staništa do vlažnih greda. U barskom staništu tvori barsku granicu šume prema močvari te tu postiže svoj ekološki optimum (Anić 2001). Na tim područjima zbog visoke koncentracije poplavne i podzemne vode druge vrste ne uspijevaju pa poljski jasen tvori čiste sastojine.

Nekoliko je zajednica u kojima je prisutan poljski jasen. U nekima je prateća vrsta, dok je u drugima jedna od glavnih vrsta i tu postiže optimum razvoja. U zajednici hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom (*Genisto elatae* - *Quercetum roboris* Horvat 1938), koja se javlja u dolinama velikih rijeka tvoreći velike šumske komplekse, što je jedinstveno u svijetu (Spačva, Lonjsko polje, Repaš...), jasen čini oko 30% volumena sastojine. Sljedeća važna zajednica jest zajednica hrasta lužnjaka i običnog graba (*Carpino betuli* – *Quercetum roboris* Anić 1959 ex Rauš 1969). Ta je zajednica rasprostranjena u čitavom arealu hrasta lužnjaka u panonskom dijelu Hrvatske, a poljski jasen u njoj čini oko 10% smjese sastojine. Zajednica poljskog jasena s kasnim drijemovcem (*Leucojo aestivi* – *Fraxinetum angustifoliae*, Glavač 1959) tvori najveće komplekse jasenovih šuma (Mikac 2019).

Tikvić i Seletković (2004) navode kako se poljski jasen smatra vrstom dobrog zdravstvenog stanja sve do 1991. godine kada se u Hrvatskoj bilježi najintenzivnije sušenje poljskoga jasena u Europi (Harapin 1991). Od toga vremena klimatske promjene (poplave) i negativni antropogeni utjecaji (melioracije), zajedno sa sve češćim i jačim napadima raznorodnih štetnika (jasenova pipa - *Stereonychus fraxini* Deg.; veliki i mali jasenov potkornjak - *Hylesinus crenatus* Fab. i *Hylesinus fraxini* Panz.; fitopatogenih gljiva *Hymenoscyphus fraxineus*) uzrokuju masovno sušenje i odumiranje jasenovih sastojina na većem dijelu europskoga kontinenta (Bakys i sur. 2009, Kräutler i Kirisits 2012, Gross i sur. 2014, Kjaer i sur. 2012).

Uz navedene šumske štetnike u jasenovim sastojinama, veliku ulogu imaju i sitni glodavci čija se štetnost može uvidjeti u periodičnom oštećivanju sjemena, grizenjem kore i korijenja mladih biljaka, čime otežavaju već ionako narušenu stabilnost prirodne obnove tih šuma. Intenzitet napada varira u ovisnosti od njihove brojnosti, ali i od brojnih drugih čimbenika kao što su udio vrsta u populaciji, prostorni raspored jedinki, raspoloživi izvori hrane, klimatski uvjeti, struktura okoliša, prirodni predatori, načini gospodarenja, uzgojni, zaštitarski i ostali antropogeni zahvati poduzeti u staništu (Bjedov i dr. 2016). Primjerice u godinama kulminacije brojnosti glodavci mogu uzrokovati masovne štete, i to na pomlatku ne samo hrasta lužnjaka i poljskog jasena već i johe, graba, vrbe i topole (Margaletić 1997). Naime, Margaletić i sur. (2005., 2007.), ispitujući negativan utjecaj sitnih glodavaca na sanaciju i obnovu sastojina hrasta lužnjaka sadnicama poljskoga jasena, navode kako glodavci grizući jasenov pomladak uzrokuju smanjenje njegova radijalnog prirasta od 70 do 90% u odnosu na neoštećena stabalca.

## **2.2. Temeljna obilježja i sistematika gospodarski značajnih vrsta sitnih glodavaca**

Glodavci (Red: Rodentia) predstavljaju najbrojniju skupinu sisavaca s preko 2000 opisanih vrsta (Wilson i Reeder 2005), prepoznatljivu po dva para trajno rastućih sjekutića (glodnjaka) u gornjoj i donjoj čeljusti. (Wilson i Reeder 2005). Vanjsku tjelesnu građu glodavaca karakterizira cilindrični oblik tijela, zakržljala vanjska uška te spomenuti parovi sjekutića, s vanjske strane presvućeni zubnom caklinom, koja osigurava zubima oštrinu (Kowalski 1976). Na nogama imaju najčešće po pet prstiju s razvijenim pandžama. Rep je prekriven rožnatim ljuskama ili dlakama. Male su moždane i duge nosne šupljine te otvorene očne šupljine. Čeljust im je čvrsta u njihovom stražnjemu dijelu što omogućuje usitnjavanje hrane kružnim pokretima.



Predstavnici podporodica Murinae (pravi miševi) i voluharica (Arvicolinae) pripadaju grupi „sitnih sisavaca“ (Micromammalia), odnosno „sitnih glodavaca“ tj. svih predstavnika razreda sisavaca (Mammalia), reda glodavaca Rodentia čija je tjelesna masa adultnih jedinki veća od dva, a manja od 120 grama (Delany 1974). U nastavku je navedena taksonomska pripadnost vrsta glodavaca iz podporodica miševa i voluharica koji obitavaju u nizinskim šumskim ekosustavima Hrvatske periodično otežavajući njihovu prirodnu obnovu.

### **Sistematika glodavaca**

**Carstvo: Animalia Linnaeus, 1758 | 1 552 319 vrsta**

Koljeno: Chordata | Craniata Linnaeus, 1758 | 64 832 vrsta

Podkoljeno: Vertebrata, Cuvier, 1812 | 64 000 vrsta

Razred: Mammalia, Lineaus 1758. | 5,702 vrsta

**Red: Rodentia, Bowdich, 1821. | 2 277 vrsta**

Podred: Myomorpha, Brandt, 1855

Nadporodica: Muroidea, Illiger, 1811.

Porodica: Cricetidae, Fischer, 1817. | 681 vrsta

**Podporodica: Arvicolinae, Gray, 1821. | 151 vrsta**

Rod: *Microtus*, Schrank, 1798.

Podrod: *Microtus*, Schrank, 1798.

Vrsta: *Microtus agrestis*, Linnaeus, 1761.

Vrsta: *Microtus arvalis*, Pallas, 1778.

Rod: *Myodes*, Schreber, 1780. (sinonim: *Clethrionomys*, Tilesius, 1850.)

Vrsta: *Clethrionomys (Myodes) glareolus*, Schreber, 1780.

Porodica: Muridae, Illiger, 1811. | 730 vrsta

**Podporodica: Murinae, Illiger, 1811. | 561 vrsta**



Rod: *Apodemus*, Pallas, 1771.

Vrsta: *Apodemus agrarius*, Pallas, 1771.

Vrsta: *Apodemus flavicollis*, Melchior, 1834.

Vrsta: *Apodemus sylvaticus*, Linnaeus, 1758.

Tablica 1. Morfološke razlike podporodica Arvicolinae i Murinae, Izvor: (Bjedov i sur. 2016)

<b>CARSTVO: <u>Animalia</u></b>	
<b>RED: <u>Rodentia</u></b>	
<b>Podporodica: <u>Arvicolinae</u> (voluharice)</b>	<b>Podporodica: <u>Murinae</u> (pravi miševi)</b>
<b>Morfološke razlike</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- sitne oči</li> <li>- kratak rep (1/2 dužine tijela)</li> <li>- zdepasto tijelo</li> <li>- male uši (dijelom ili potpuno prekrivene krznom)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- velike, ispupčene oči</li> <li>- dugi rep (oko dužine tijela), tanko tijelo</li> <li>- duga zadnja stopala</li> <li>- velike, jasno vidljive uši</li> </ul>
	

Sitni su glodavci globalno rasprostranjene, inteligentne, djelomično podzemne, pretežno noćne, polifagne životinje široke ekološke valencije, izrazitog potencijala razmnožavanja te promjenjive dinamike populacija (Henttonen 2000, Gliwicz 1980, Lambert 1985). Upravo su visok reprodukcijski potencijal i brojnost, odnosno gustoća populacija sitnih glodavaca od presudnog značenja za narušavanje stabilnosti šumskih ekosustava. Stoga je razumijevanje reproduktivne biologije glodavaca, uvažavanje složenosti međuodnosa čimbenika koji uvjetuju fluktuacije njihovih populacija te poznavanje brojnog stanja populacije temelj integriranog pristupa zaštiti šuma od negativnih posljedica prenamnoženja i šteta (Vucelja i dr. 2019).

### 2.3. Karakteristike gospodarski značajnih vrsta sitnih glodavaca u šumskim ekosustavima nizinske Hrvatske

#### Šumska ili riđa voluharica - *Myodes glareolus* (sin. *Clethrionomys glareolus*) (Schreber, 1780.)

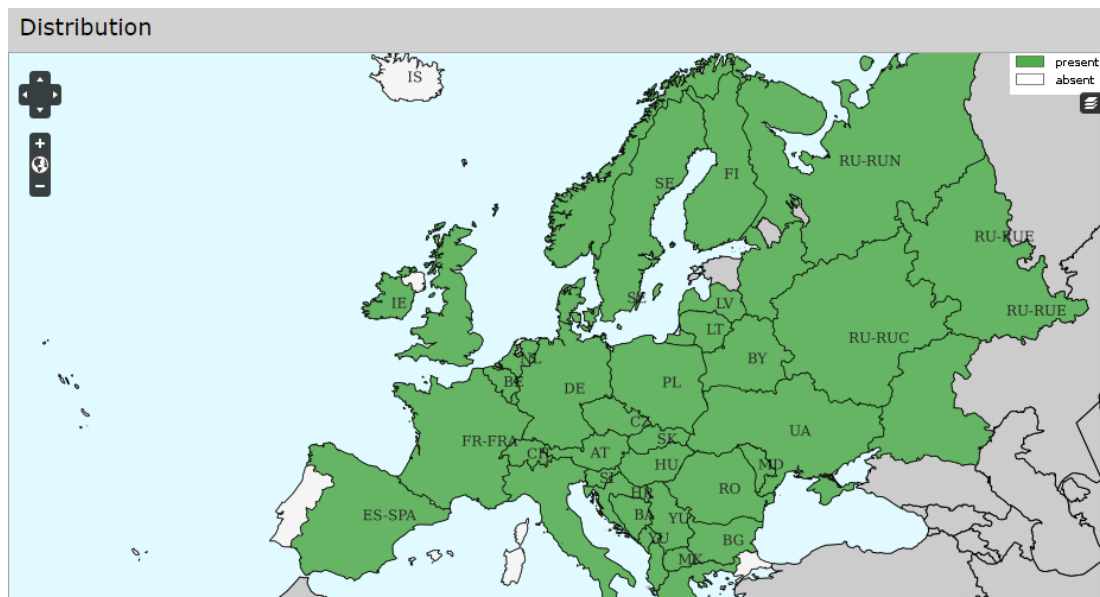
Najrasprostranjenija je vrsta unutar podporodice voluharica. Veličina tijela od 8 - 11 cm; rep 3,5 - 7 cm. Tipičan je stanovnik šuma i šumskih rubova. Za razliku od drugih voluharica ova vrsta je arborealna te često traži hranu na drveću i u krošnjama. Visinski pridolazi sve do 2400 m.n.v. (Spitzenberger 1999). Aktivna je tijekom noći, sumraka i zore. Razmnožavanje traje od travnja do listopada (4 - 5 legla godšnje s 3 – 5 mladunčadi). Brlog se najčešće nalazi pod zemljom i često se nalazi ispod panjeva i korijena prevrnutog drveća. Hrani se zeljastim biljem, travom, lišćem, korom, pupovima, bobicama, sjemenkama, gljivama, beskralješnjacima. Najveću štetu čini na kori drvenastih vrsta, najviše na pomlatku. Lako se raspoznaje od drugih voluharica svojom specifičnom crvenkastosmeđom obojenošću i dugim repom (Slika 1). Brojnost populacije ove vrste u šumama ovisi o urodu šumskog sjemena (Bjedov, 2015). Na našim prostorima Kovačić (1988) bilježi brojnost od 138 jedinki/ha. Ugrožava biljne vrste poput zanovijeta, bukve, crnog bora, popove kapice, jele, lipe, javora, jasena, običnog bora, smreke, trepetljike, vrbe ive (Vajda 1974). Prema IUCN-u<sup>1</sup> nije ugrožena vrsta, stoga je svrstana u kategoriju LC (least concern) (<https://www.iucnredlist.org>).



Slika 1. Šumska (riđa) voluharica – *Clethrionomys* (*Myodes*) *glareolus* (Schreber, 1780.)

Izvor: (<https://www.mammal.org.uk/>)

<sup>1</sup> IUCN Red List of Threatened Species™ - je najopsežniji izvor informacija na svijetu o statusu rizika od globalnog izumiranja životinjskih, gljivičnih i biljnih vrsta.



Slika 2. Područje rasprostranjenosti šumske voluharice (*Clethrionomys (Myodes) glareolus*) u Europi (izvor: [www.fauna-eu.org](http://www.fauna-eu.org))

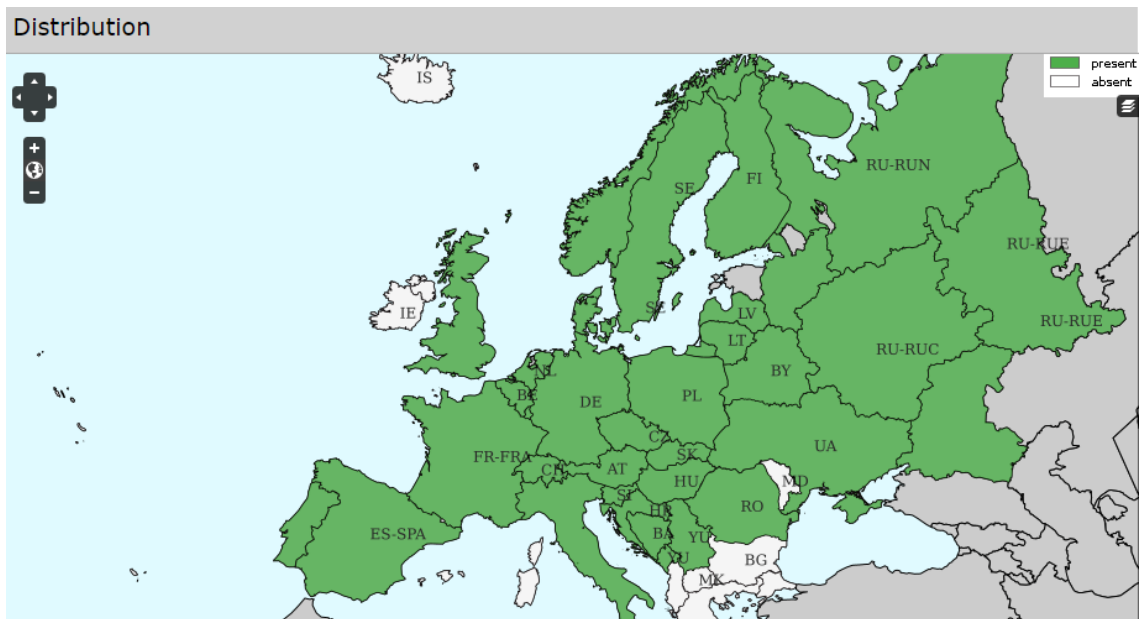
### Livadna voluharica - *Microtus agrestis* (Linnaeus, 1761.)

Ova vrsta preferira vlažna staništa bogata vegetacijom. Često ju se može naći i u šumama, na otvorenim površinama gusto obraslima travom. Najbitniji čimbenik koji utječe na rasprostranjenost livadne voluharice, vrlo gust sloj prizemnog rašća (Vucelja 2013). Visinski pridolazi od razine mora do 2100 m.n.v. u Alpama (Spitzenberger 2002a). Veličina tijela od 8 – 12 cm; rep 2 – 5cm. Za razliku od poljske voluharice (*M. arvalis*), koja joj je izgledom jako slična, ova vrsta ima uške do pola ili u potpunosti pokrivene krznom (Slika 3). Aktivna je i noću i danju, a najveću aktivnost pokazuje u sumrak i zoru. Karakterizira ih mošusni miris koji nije tipičan za ostale srednjeeuropske voluharice. Također, od ostalih voluharica se razlikuju i po karakterističnim višesložnim zvukovima kakvima se glasaju u slučajevima zastrašenosti i opasnosti (Vucelja 2013). Hrani se zeljastim biljem, korijenom, gljivama, korom, bobicama, inскетima. Čini štete na korijenu i bazi drvenastih vrsta. Može uzrokovati uništenje pupova i kore mekih drvenastih vrsta, guliti mlada stabalca u visini 10-20 cm od korijenovog vrata ili ih prstenovati. Često pregrize i do prst debela stabalca, ponik i jednogodišnje borove u rasadnicima i to tik nad korijenovim vratom te ih pojede zajedno s iglicama. Hrastova stabla oštećuju do 1.2m visine (Vucelja 2013). Razmnožavanje traje od ožujka do listopada (3 – 7 legla godišnje s 2 – 6 mladunčadi). Gradi kuglasta gnijezda od izgrizene trave. Gnijezda se nalaze na površini u travi tijekom suhih ljeta, a za vrijeme hladnih i vlažnih perioda ispod zemlje (Bjedov i dr. 2016). Nije ugrožena vrsta stoga joj status nije zabrinjavajući.



Slika 3. Livadna voluharica - *Microtus agrestis* (Linnaeus, 1761.)

Izvor: (<https://eunis.eea.europa.eu/>)



Slika 4. Područje rasprostranjenosti livadne voluharice (*Microtus agrestis*) u Europi (izvor:

[www.fauna-eu.org](http://www.fauna-eu.org))



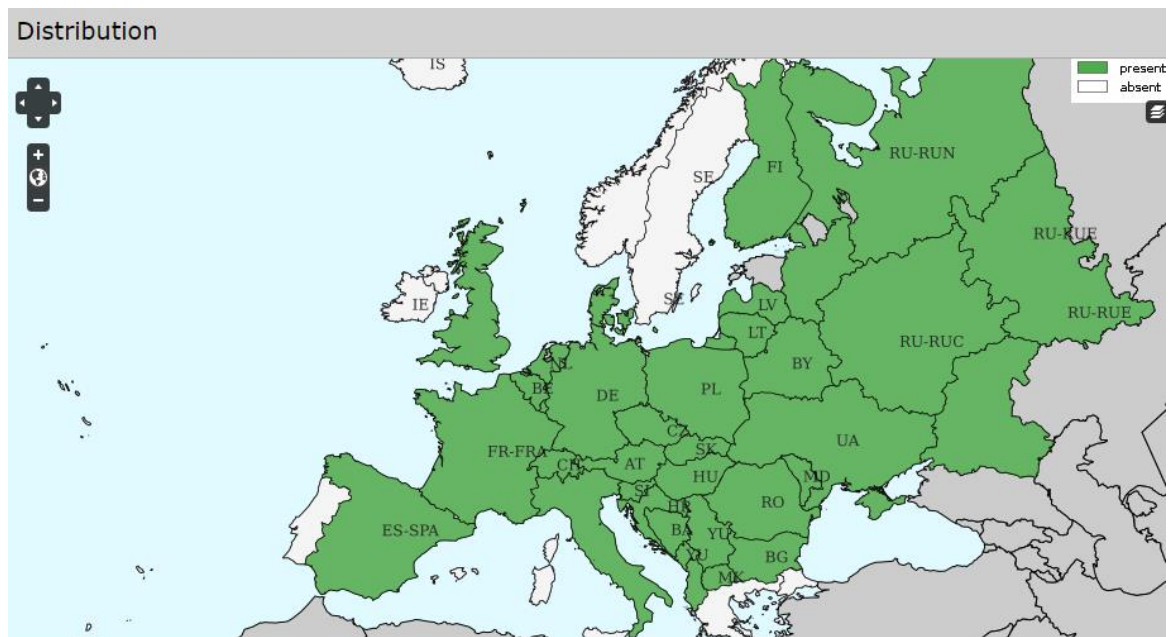
### Poljska voluharica - *Microtus arvalis* (Pallas, 1778.)

Za ovu vrstu specifično je prenamnožavanje u godinama kada su povoljni stanišni uvjeti koji mogu rezultirati ogromnim gubicima na poljoprivrednim površinama. Visinski pridolazi od razine mora pa sve do 2600 m.n.v. (Spitzenberger 2002a). Veličina tijela od 9 – 12 cm; rep 3 – 4 cm. Izgledom slična livadnoj voluharici, stručnjaci ih razlikuju po leđnoj strani koja je kod poljske voluharice žućkasta do sivo smeđa, a kod livadne sivo smeđa do crna. Ova vrsta ne nastanjuje šumska staništa, ali ju se u malom broju može naći na šumskim površinama koje graniče s poljoprivrednima (Vucelja i dr. 2016). Poljska voluharica je manja i radi manje štete, ali je izuzetno plodna, odnosno razmnožava se u većem broju. Većinom glođe koru prizemno iznad zemlje, a katkada se i penje na voćku. Nerijetko naglođe ili oglode biljke i pod zemljom. Ugrožene biljne vrste su grab, bukva, lijeska, jasen, vrba iva, manje smreka, bor, ariš (Vajda 1974). Također radi štete na ozimim usjevima. Budući da ne skuplja hranu za zimu, najveće štete čini u jesen, zimu i rano proljeće. Naročito radi štete ispod snijega. U vrijeme jakog napada po metru kvadratnom nalazi se jedna ili više aktivnih rupa (<https://www.agroportal.hr>). Hrani se travom, zeljastim biljem, korijenom, sjemenkama, žitaricama, djetelinom. Štete na drvenastim vrstama uzrokuje u rasadnicima i voćnjacima. Aktivna je danju i noću te gradi podzemni brlog (do 50 cm dubine) koji ima do 6 izlaznih rupa i nekoliko prostorija. Razmnožavanje traje od ožujka do listopada (2 – 4 legla godišnje s 2 – 12 mladunčadi). Također, nije ugrožena vrsta.



Slika 5. Poljska voluharica - *Microtus arvalis* (Pallas, 1778.)

Izvor: (<https://observation.org/>)



Slika 6. Područje rasprostranjenosti poljske voluharice (*Microtus arvalis*) u Europi (izvor: [www.fauna-eu.org](http://www.fauna-eu.org))

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

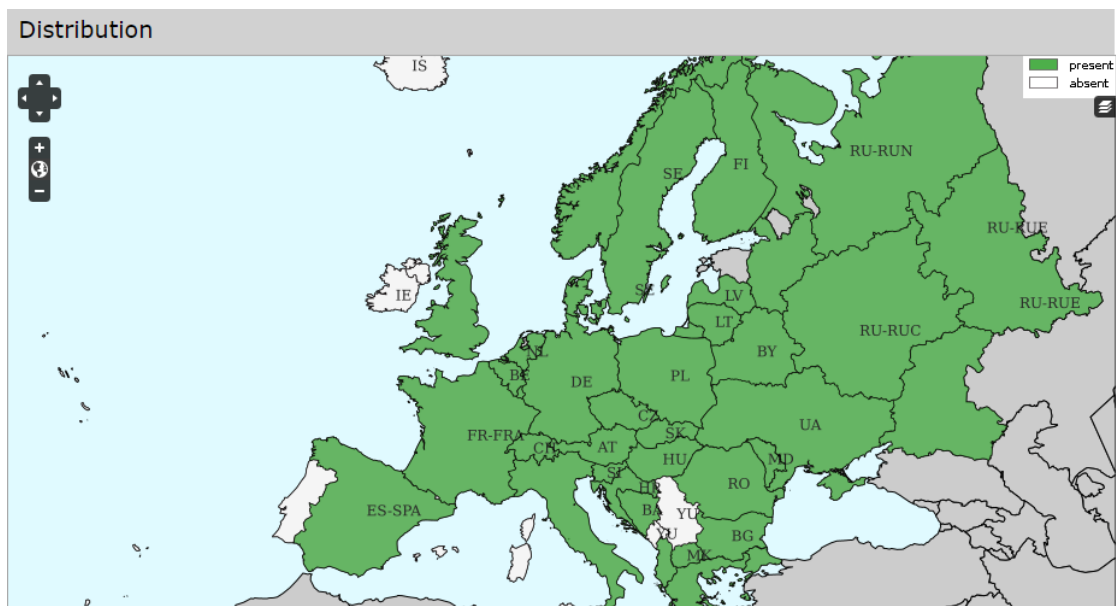
Ovo je tipična šumska vrsta glodavca i kod nas se pojavljuje u svim tipovima šuma. Visinska granica rasprostiranja mu je 1850 m (Spitzenberger 2002b). Veličina tijela od 9 – 12 cm; rep 9 – 13 cm. Može se razlikovati od šumskog miša (*A. sylvaticus*) nešto većom građom, žutom ogrlicom ispod vrata i repom često dužim od tijela. Aktivan je noću i danju, izvrstan je penjač i često se hrani u krošnjama. Hrani se sjemenom, bobicama, gljivama, beskralješnjacima. Živi u napuštenim podzemnim brlozima drugih glodavaca, rupama u panjevima i deblima. Razmnožavanje traje od veljače do rujna (3 – 4 legla godišnje s 3 - 8 mladunčadi). U šumarstvu čini štetu na šumskom sjemenu. Kao i kod šumske voluharice (*C. glareolus*) s kojom dijeli stanište brojnost populacije ove vrste ovisi o urodu šumskog sjemena (Bjedov i dr. 2016). Kovačić (1988) na našim prostorima (šumarija Velika Gorica) bilježi gustoće populacija žutogrlog šumskog miša od minimalno 6 i maksimalno 88 jedinki/ha. Pretežito noćna životinja, rijetko izlazi na otvorena područja pa ga je teško uočiti tokom dana. Nimalo ugrožena vrsta, iako neoprezno i sustavno uništavanje zrelih i zdravih sastojina s mnoštvom vegetacijskog pokriva pod kojim se može skloniti od predatora izravno šteti njegovom staništu. Pretpostavlja se da bi broj žutogrlih miševa mogao biti u porastu zbog sve većih temperaturnih oscilacija, tj. klimatskih promjena koje dovode do znatno veće temperature zraka, a sukladno tome i većim količinama dostupne hrane (<https://www.woodlandtrust.org.uk/>).

Zanimljivost: prilikom bježanja od predatora, ovi miševi su spremni odbaciti dio kože s repa kako bi izbjegli direktni napad. Nažalost, to mogu učiniti samo jednom tijekom života jer im koža ne raste ponovno.



Slika 7. Žutogrli šumski miš - *Apodemus flavicollis* (Melchior, 1834.)

Izvor: (<https://stetnici.sumins.hr/>)



Slika 8. Područje rasprostranjenosti žutogrlog miša (*Apodemus flavicollis*) u Europi (izvor:

[www.fauna-eu.org](http://www.fauna-eu.org))



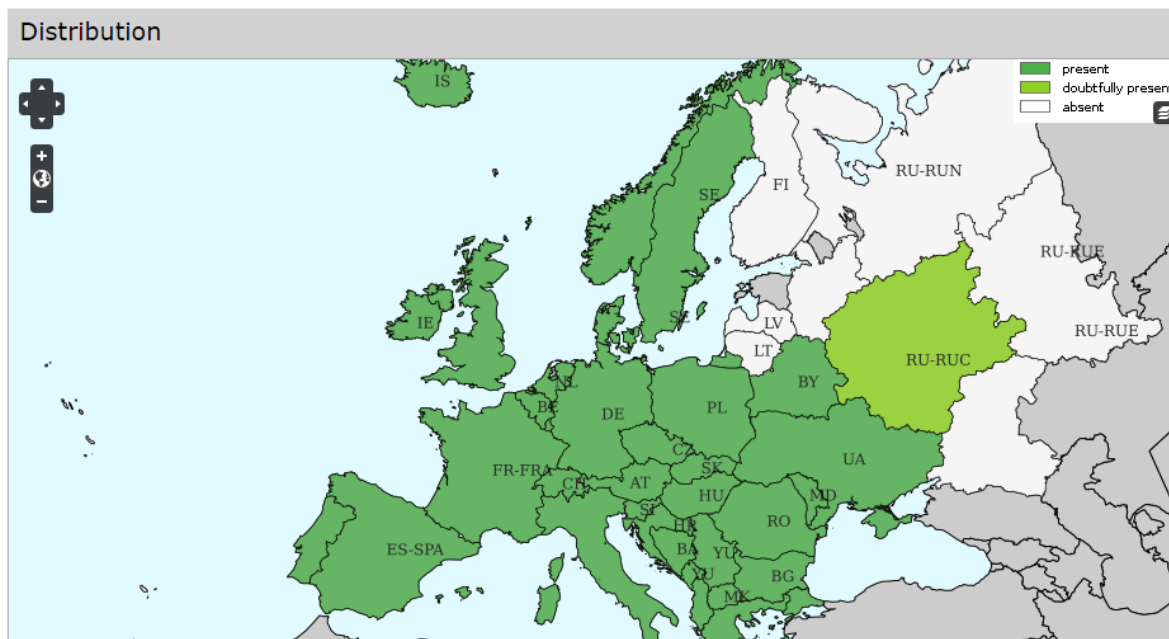
### Šumski miš - *Apodemus sylvaticus* (Linnaeus, 1758.)

Izgledom slična vrsta žutogrlom šumskom mišu (*A. flavicollis*). Nešto je manja i rep ne prelazi dužinu tijela, dok na vratu nedostaje ili je prisutna žuta pjega. Visinski se rasprostire i do 3300m (Panteleyev 1998, Montgomery 1999, Wilson i Reeder 2005). Veličina tijela od 8 – 11 cm; rep 7 – 9 cm. Iako samo ime šumski miš naglašava njeno stanište, za razliku od žutogrllog šumskog miša ova vrsta nastanjuje i druge tipove staništa. Iznimno je prilagodljiva vrsta. Aktivna je noću i izvrstan je penjač. Razmnožavanje traje od veljače do rujna (3 – 4 legla godišnje s 3 – 8 mladunčadi). Hrani se sjemenom, bobicama, gljivama, beskralješnjacima. U šumarstvu štete čini na šumskom sjemenu (Bjedov i dr. 2016). Od listopada do veljače 90% hrane čini sjemenje. Od ožujka do svibnja glavninu prehrane čine zeleni dijelovi biljaka. U godinama prenamnoženja, osobito u listopadnim šumama, uništenjem dijela šumskoga sjemena, može biti uzrokom otežanog prirodnog pomlađivanja (Vucelja 2013). Vucelja (2013) tvrdi kako štete može uzrokovati u rasadnicima i kulturama nagrivanjem i oštećivanjem kore, korijena i pupova drveća (bukva, grab, jasen, hrast lužnjak, hrast cer, hrast kitnjak, javor). Svrstan u kategoriju LC prema IUCN-u, dakle, nije ugrožena vrsta.



Slika 9. Šumski miš - *Apodemus sylvaticus* (Linnaeus, 1758.)

Izvor: (<https://www.mammalweb.org/>)



Slika 10. Područje rasprostranjenosti šumskog miša (*Apodemus sylvaticus*) u Europi (izvor: [www.fauna-eu.org](http://www.fauna-eu.org))

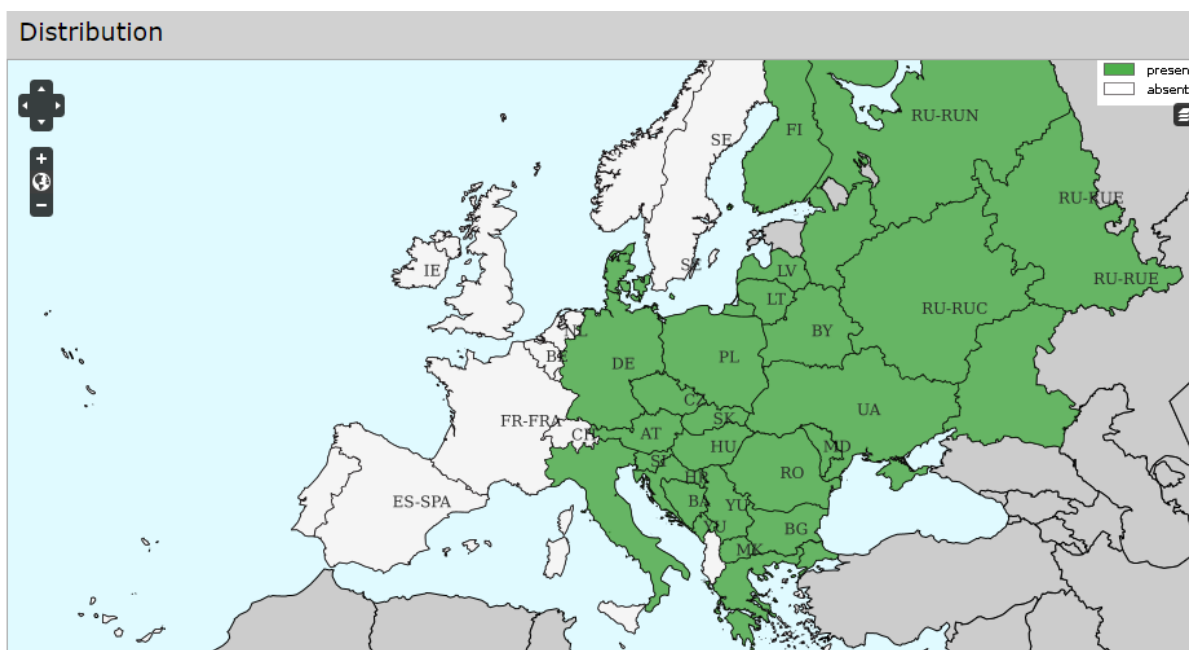
### Poljski miš - *Apodemus agrarius* (Pallas, 1771.)

Ovu vrstu karakterizira jasna crna linija preko cijelih leđa i nemoguće ju je zamijeniti s drugim pripadnicima roda *Apodemus* (Slika 11). Veličina tijela od 8 – 12 cm; rep 7 – 8 cm. Aktivna je danju i loš je penjač. Razmnožavanje traje skoro cijelu godinu (od veljače do prosinca). Ovi miševi podižu 3 – 5 legla godišnje s 4 – 12 mladunčadi. Nastanjuje nizinska područja obrasla drvećem, šumske rubove, vrtove, vlažne livade, polja, parkove. Osim na navedenim staništima ovu vrstu možemo naći u kućama, podrumima i napuštenim objektima. Pronalazimo ju između ostaloga u nizinskim šumama i to posebice u godinama intenzivnijeg uroda šumskog sjemena. Hrani se travom, zeljastim biljem, žitaricama, bobicama, beskralješnjacima i šumskim sjemenjem na kojem čini ozbiljne štete (Bjedov i dr. 2016). U šumskim sastojinama najugroženiji su hrast, lipa, topola, bukva, javor, tj. sjemenke ariša, smreke, bora, breze, lipe i lijeske (Vucelja 2013). Poljski miš čest je poljoprivredni i šumski štetnik unutar svog areala, osobito u godinama izbijanja populacije, te prirodni vektor bolesti (zoonoza) koje se obično povezuju s većinom sitnih glodavaca (leptospiroza, hemoragijska vrućica s bubrežnim sindromom (HVBS) tzv. mišja groznica, tularemija i dr.) Ova vrsta glodavca nije ugrožena.



Slika 11. Poljski miš - *Apodemus agrarius* (Pallas, 1771.)

Izvor: (<https://www.inaturalist.org/>)



Slika 12. Područje rasprostranjenosti poljskog miša (*Apodemus agrarius*) u Europi (izvor: [www.fauna-eu.org](http://www.fauna-eu.org))



## 2.4. Koristi i štete od sitnih glodavaca

Uloga glodavaca u šumskim staništima je kompleksna te se ogleda kroz njihov doprinos održavanju delikatne ravnoteže i biološke raznolikosti šumskih ekosustava. Glodavci, s jedne strane, pozitivno utječu na mikroklimu listinca i gornjih slojeva tla, prirodu tla, njegovo prozračivanje i humifikaciju, protok anorganskih i organskih tvari, razgradnju organskih tvari, strukturu sastojina, prizemnog rašća i drveća, brojnost štetnih kukaca, održavanje populacija raznih šumskih predatora kojima služe za prehranu te sukcesiju na sječinama (Turček 1968). S druge strane, sitni su glodavci u šumskim ekosustavima, rasadnicima, kulturama te skladištima biljnog materijala trajno prisutni uzročnici šteta na sjemenu, stabljici i korijenu mladih biljaka čiji intenzitet varira u ovisnosti od njihove brojnosti, ali i od brojnih drugih čimbenika kao što su udio vrsta u populaciji, prostorni raspored jedinki, raspoloživi izvori hrane, klimatski uvjeti, struktura okoliša, prirodni predatori, načini gospodarenja, uzgojni, zaštitarski i ostali antropogeni zahvati poduzeti u staništu itd. (Vucelja i dr. 2016).



Slika 13. Šteta od glodavaca na žiru

Autor: (M. Boljfećić)

Pojava šteta učestalija je na listopadnom, nego na crnogoričnome drveću i to osobito onom starosti od druge do petnaeste godine. Generalno se štete na sjemenu većim dijelom pripisuju miševima, a štete na pomlatku voluharicama, no postoje i navodi prema kojima su neke vrste miševa uvelike zaslužne za štete na korijenovu sustavu mladih biljaka. Štete na sjemenu su posebno izražene u godinama obilnog uroda sjemena (Slika 13). Dostupnost visoko kaloričnog izvora hrane u velikim količinama okida razmnožavanje glodavaca. Tako u jesen kada zrelo šumsko sjeme pada sa stabla počinje razmnožavanje glodavaca unatoč hladnijim temperaturama (Bjedov i dr. 2016). Glodavci svojim hranjenjem korijenjem biljaka (Slika 14) unište i do 77% njegova volumena, do 96% korijenovih vrhova te smanjenje duljine korijena i do 97% onemogućavajući preživljavanje takvih biljaka (Vucelja i sur. 2016). Glavnina šteta na korijenju šumskoga bilja nastaje tijekom jesenskih i zimskih mjeseci, u vrijeme nedostatka kaloričnijeg izvora hrane. Poznato je kako uništenje preko polovice ukupnog broja mladih biljaka na pomladnim površinama može biti posljedica hranjenja glodavaca čak i tijekom njihove relativno niske relativne brojnosti (<20%), osobito ako u populaciji glodavaca dominiraju voluharice (Vucelja i sur. 2016).



Slika 14. Izgriženi korijen biljke

Autor: (M. Boljfetić)





Slika 15. Oštećeni pomladak biljke

Autor: (M. Boljfećić)

Povećanju rizika od nastanka šteta od glodavaca pogoduje gusti sloj prizemnog rašća (Slika 16) te travnata vegetacija kao izvor prirodnog zaklona glodavcima, ostaci granjevine te drvnog materijala koji nakon sječa ostaju razasuti (ili uhrpani) u sastojini (Slika 17), nedostatak alternativnih izvora hrane te dužina trajanja snježnog pokrivača tijekom zimskih mjeseci te brojni drugi čimbenici (Vucelja i dr. 2022c).



Slike 16. i 17. Optimalno stanište za razvoj i život glodavaca

(Gust vegetacijski pokrov (lijevo); Ostaci granjevine, raspadnutog i polegnutog drvnog materijala u sastojini (desno))

Autor: (I. Horvat)

## 2.5. Rasprostranjenost, prehrana i razmnožavanje sitnih glodavaca

Glodavci su rasprostranjeni na svim kontinentima izuzevši Antarktiku. Europu nastanjuje oko 60 vrsta glodavaca od kojih je 8 vrsta introducirano, a ukupno 28 ih se vodi pod ugrožene vrste (Niethammer i Krapp 1978, Corbet 1980, Smit i Wijngaarden 1981, Niethammer i Krapp 1982, Singleton i dr. 2007). Glodavci naseljavaju širok raspon nadmorskih visina. Nastanjuju sve tipove staništa (šume, pašnjaci, močvare, poljoprivredne površine), a mnoge vrste žive u bliskim asocijacijama s čovjekom (Bjedov 2015). Prilagođenost konzumiranju hrane biljnog i životinjskog porijekla (polifagnošću) uz malu tjelesnu dimenziju i kratak ciklus razmnožavanja, temeljni su razlog eurivalentnosti sitnih glodavaca. Miševi (vrste roda *Apodemus*) slove kao tipično granivorne (u prehrani prevladavaju sjemenke raznih vrsta), a voluharice (vrste rodova *Clethrionomys* i *Microtus*) između granivornih i herbivornih (u prehrani zastupljeni zeleni biljni dijelovi) (Madsen 1995, Margaletić 2001). Izrazito visok reproduktivni potencijal, izražena poligamija i promiskuitetno ponašanje sitnih glodavaca uvelike otežavaju stabilnost šumskih ekosustava. Prema Vucelji (2013) specifičnost tih karakteristika uvjetovana je ranim postizanjem spolne zrelosti, (2 - 4 mjeseca), kratkim razdobljem graviditeta ženki (oko 20 dana), mogućnošću uspješnog ponovnog parenja na dan okota ili već slijedećeg dana, mogućnošću koćenja nekoliko puta godišnje (do 4 puta) te relativno brojnim potomstvom po leglu (3 - 6). Uzevši u obzir da je reprodukcija moguća tokom cijele godine, nije čudno zamisliti koliku štetu ovi sisavci mogu učiniti, pogotovo u godinama obilnog uroda sjemena i dostupne hrane, kada dolazi do masovnih pojava.

## 2.6. Utvrđivanje i praćenje brojnosti i dinamike populacija sitnih glodavaca

Bjedov (2015) utvrđuje kako su gustoće populacija sitnih glodavaca, osobito u godinama masovne pojave, od velikog značaja u smislu potencijalnog narušavanja stabilnosti šumskih ekosustava. Kretanje gustoće populacije glodavaca teško je predvidivo i fluktuiraju unutar jedne, ali i tijekom više godina te je rezultat ovisnosti i uzajamnog djelovanja brojnih faktora (Pietsch 1978, Andorić 1981, Gliwicz 1980, Henttonen 2000, Huitu i dr. 2013). Povećanje brojnosti glodavaca ovisi i o fiziologiji, odnosu spolova, socijalnim odnosima, unutarvrstnoj kompeticiji, genetičkoj predispoziciji i stupnju mortaliteta. Povoljni meteorološki uvjeti pridonoseći će masovnoj pojavi glodavaca, no također će biti predispozicija plodonošenju drvenastih biljaka (Solonen 2001, Solonen 2004, Kausrud i dr. 2008, Bilodeau i dr. 2013). Prisutnost korovske vegetacije pogoduje glodavcima te njena redukcija može pogodovati smanjenju opasnosti od

pojave šteta (Capizzi i Luiselli 1996, Schreiner i dr. 2000). Osim biljnog pokrivača, sklop, broj i masa sjemenki drvenastih vrsta i prisutnost drvnih ostataka važni su faktori koji utječu na brojnost glodavaca (Marsh i Harris 2000). Promjene u strukturi i rasprostranjenosti pojedinih populacija sitnih glodavaca također mogu biti posljedice sječa (Bryja i dr. 2002). Od stanišnih elemenata, na prisutnost glodavaca također će utjecati još i količina svjetla koja dopire u područje njihova habitata, razina podzemne vode te duljina trajanja perioda poplava (Bujalska 1981). Sustavno praćenje kretanja populacija glodavaca zajedno sa pravovremenim poduzimanjem mjera za održavanje njihove brojnosti na neškodljivom minimumu, preduvjet su prevenciji nastanka šteta.

Za praćenje dinamike populacija sitnih glodavaca moguće je koristiti različite metode kojima se utvrđuje njihova apsolutna ili relativna brojnost, odnosno kojima se procjenjuje njihova prisutnost u staništu. Primarnim metodama (npr. metoda minimalnog kvadrata, Y-metoda) pripadaju one koje omogućuju utvrđivanje apsolutne gustoće populacije, sekundarnima (npr. metoda lovne površine ili linije tj. transekta) one koje omogućuju procjenu relativne brojnosti te tercijarnima (npr. brojenje aktivnih rupa na jedinici površine, postavljanje izbojaka kao mamaca, analiza tragova, prisutnost izmeta na terenu) one koje omogućuju utvrđivanje prisutnosti životinja preko znakova njihove aktivnosti (Vucelja i dr. 2023a). U nastavku slijedi prikaz primjera izračuna relativne brojnosti tj. rezultata izlova glodavaca.

**Relativna brojnost** iskazuje se kao omjer ukupnog broja ulovljenih jedinki sitnih glodavaca te broja korištenih zamki.

**Relativna brojnost (RB) (%) =  $\Sigma$  glodavaca / br. zamki**

*Primjer izračuna relativne brojnosti glodavaca:*

*Ulovljeno glodavaca: žutogrli miš = 3 kom., poljski miš = 9 kom., šumska voluharica = 4 kom., poljska voluharica = 5 kom.*

*Korišteno zamki: 100 kom.*

$$RB = 3 + 9 + 4 + 5 / 100$$

$$RB = 21 \%$$



## 2.7. Metode zaštite od sitnih glodavaca

Za redukciju brojnosti glodavaca u godinama njihove masovne pojave, (prosječno svake 3. do 4. god.) u šumarstvu Hrvatske se od 1980-ih godina koriste pretežno rodenticidi (antikoagulanti, približno 8500 kg/god.) (Vucelja i sur. 2023a). Rodenticidi se mogu primjenjivati kao probavni otrovi (akutni i antikoagulanti), plinovi (nervni i zagušljivci) te kemosterilizanti (zatrovani mamci). Aktivna tvar je antikoagulant koji može uzrokovati različite poremećaje u mehanizmu grušanja krvi (Iveković 2019). Pozitivna karakteristika akutnih rodenticida je da su vrlo toksični te u kratkom roku ispoljavaju zadovoljavajuće rezultate. Negativna strana brzodjelujućih rodenticida je što u minimalnim količinama mogu biti letalni za sve druge životinje i čovjeka koji nisu predmet suzbijanja. Neki od rodenticida koji nisu antikoagulanti, a korišteni su u Europi i SAD-u jesu cink fosfid, brometalin, kolekalciferol i strihnin (Vucelja 2023a). Djelatna tvar cink fosfid dobila je privremenu dozvolu za suzbijanje štetnih glodavaca u Hrvatskoj na period od 5 godina (od siječnja 2018. do siječnja 2023. godine). Meehan (1984) navodi kako je to sigurno najčešći preparat diljem svijeta. Cink fosfid je amorfnih prah tamne metalno-sive boje te karakterističnog mirisa na fosfor ili bijeli luk. Dobro je topljiv u slabim kiselinama te se na toj osnovi zasniva njegovo toksično djelovanje (Hrgović, Vukičević, Katranovski, 1991). U šumarstvu, najčešće se koriste mamci s cink fosfidom u obliku zrnja različitih žitarica koje se mogu kombinirati s lovnim posudama odnosno trapovima (Osmak 2019). Kemijska sredstva su najučinkovitiji i najbrži način suzbijanja prenamnoženih populacija štetnih glodavaca. Njihova prednost je što imaju široku primjenu na velikim površinama, a nedostatak što nisu uvijek opravdani s biološkog gledišta. Vucelja i sur. (2023a) tvrde kako osim upotrebe različitih tipova rodenticida - kao generalno najučestalijeg i relativno učinkovitog te donekle praktičnog, no potencijalno vrlo opasnog vida suzbijanja glodavaca (trovanje neciljanih životinjskih vrsta) – postoje mogućnosti primjene zamki za jednokratni ili višekratni ulov glodavaca, kao i mogućnosti korištenja različitih repelenata, odnosno sredstava koje okusno, mirisno, zvukovno, vizualno ili na neki drugi način djeluju odbojno na glodavce te primjene uzgojnih mjera kojima se izmjenjuju stanišni uvjeti na način da postaju manje pogodni za masovno naseljavanje glodavaca.

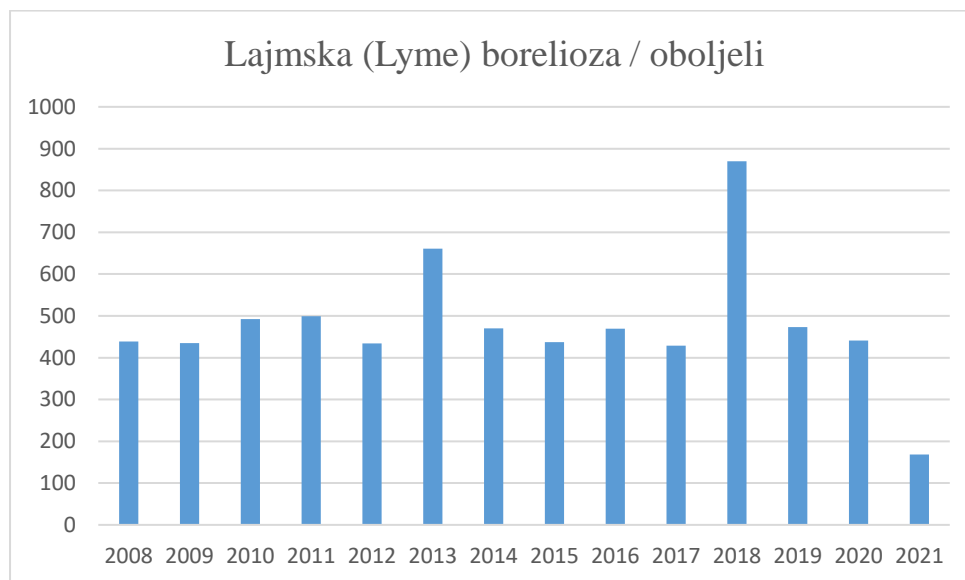
Mehaničku redukciju brojnosti glodavaca u godinama njihove masovne pojave moguće je provoditi primjenom zamki (mrtvolovki) do zatvaranja sklopa ( $\geq 8-10$  godina). Ova metoda se pokazala prezahtjevnom za primjenu u slučaju pomlađivanja velikih pomladnih površina. Primjena rastjerujućih sredstava, odnosno repelenata unatoč njihovom pozitivnom utjecaju na

smanjenje šteta od glodavaca (Mason 1997, Baxter i Hansson 2001) nailazi na svoja ograničenja, osobito pri pokušajima zaštite velikih, otvorenih površina (Koehler i sur. 1990) te iz toga razloga njihova upotreba teško pronalazi svoju praktičnu primjenu u šumarstvu (Hrgović i sur. 1991). Ipak, od odbijajućih sredstava, mirisni repelenti (eterična ulja) su se pokazali učinkoviti u zatvorenim prostorima (skladišta biljnog materijala), dok su se mirisni atraktanti za predatore glodavaca (kuna, lisica) te audio-taktilni repelenti pokazali potencijalno učinkoviti na otvorenom prostoru (Vucelja 2013, Vucelja i sur. 2019). Od šumsko-uzgojnih zahvata, uklanjanje korovske vegetacije, kao i održavanje šumskog reda izvoženjem drvnih ostataka, može značajno pomoći smanjenju udjela biljaka oštećene kore i korijena (Vucelja i dr. 2023b).

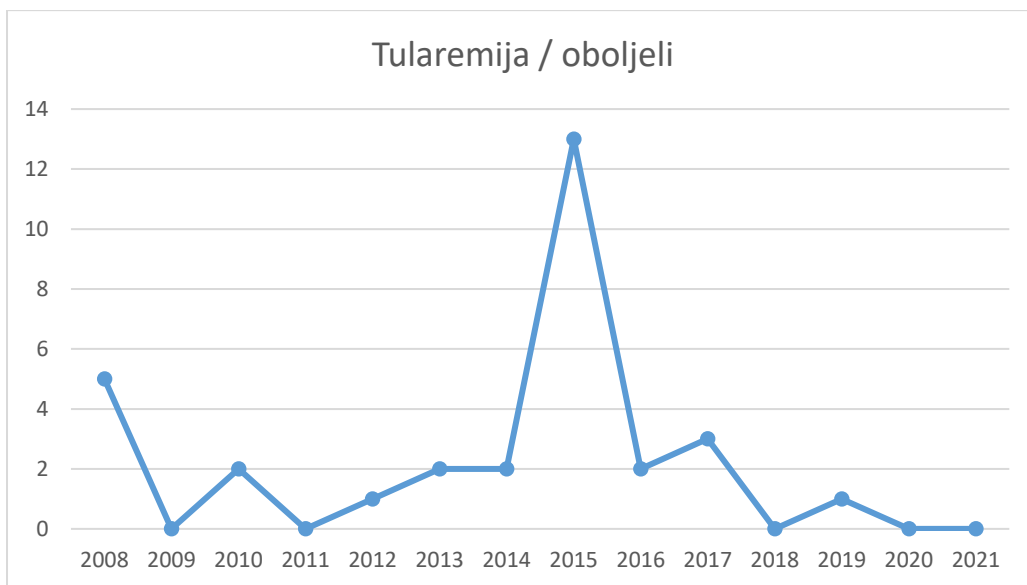
## **2.8. Sitni glodavci kao prijenosnici zoonoza**

Glodavci kao vektori služe uzročnicima bolesti za njihovo trajno održavanje u prirodi iako sami ne obolijevaju od istih, ali predstavljaju izvor infekcije za druge jedinke iste vrste te za ljude i životinje. Najčešći putevi zaraze su kontakt sa sekretom i ekskretom zaražene životinje, poput sline, urina, fecesa, ali i preko ektoparazita i endoparazita, kontakta sa kontaminiranom hranom i vodom te udisanjem zaraženog aerosola (Zeitz i dr. 1995, Crowcroft i dr. 1999, Van Loock i dr. 1999, Huitu i dr. 2001, Vapalahti i dr. 2003, Jonsson i dr. 2010). Zoonoze su zarazne bolesti zajedničke ljudima i životinjama (Aleraj 2010). Višegodišnje multidisciplinarno proučavanje zoonoza u Republici Hrvatskoj pokazalo je kako je naša zemlja endemsko žarište za brojne zoonoze, uključujući i visoko patogene i opasne uzročnike kao što su hantavirusi, virusi krpeljnog meningoencefalitisa, leptospire i sl. (Vucelja i dr. 2023b). Glodavci su rezervoari za uzročnike više od 60 različitih bolesti, među kojima su one uzrokovane bakterijama (leptospiroza, tularemija, lajmska (Lyme) borelijoza, tuberkuloza, salmoneloza, kuga i dr.), virusima i rikecijama (hemoragijska vrućica s bubrežnim sindromom (HVBS), krpeljni meningoencefalitis (KME), bjesnoća), gljivicama (dermatomikoze), protozoama (sarkocistoza, amebijaza), parazitima (kokcidioza, leishmanioza) (Lee i dr. 1990, Schmaljohn i Hjelle 1997, Brummer-Korvenkontio i dr. 1999, Fischer i dr. 2000, Olsson i dr. 2002). Potencijalne mjere zaštite uključuju opće mjere (kontrola brojnosti glodavaca, redukcija glodavaca, dezinfekcija, tretiranje glodavaca u posebnim lovkama, izbjegavanje udisanja aerosola u prostorima u kojima su primjećeni glodavci, higijena ruku, edukacija stanovništva, korištenje repelentnih sredstava i adekvatne odjeće prilikom odlaska u prirodu te pregledavanje po povratku) i specifične mjere (cijepljenje protiv uzročnika bolesti za koje postoje cjepiva)

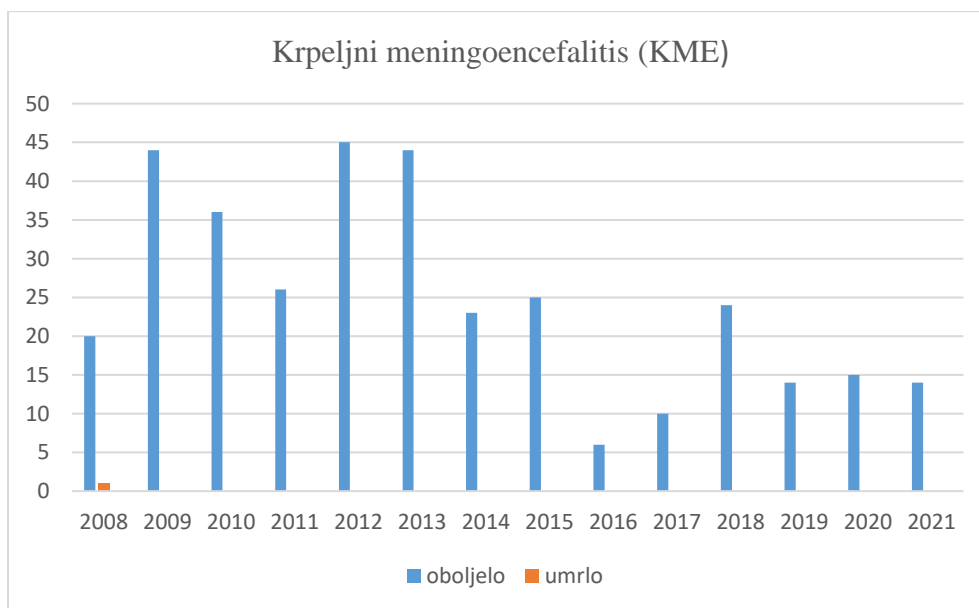
(Vucelja i sur. 2023a). Hrvatska je važno prirodno žarište mnogih zoonoza koje prenose glodavci zbog raznolikosti šumskih ekosustava i prisutnosti velikog broja vrsta glodavaca (Margaletić i dr. 2003, Markotić i dr. 2009). Preventivno se preporuča (prema Vucelji i sur. 2023a) utvrđivanje mogućih zaraženih voda i terena, deratizacija (suzbijanje glodavaca), higijensko držanje životinja, zaštita vode i hrane od kontakta sa zaraženim životinjama, kloriranje vode za piće i bazena, izbjegavanje kupanja u rijekama i potocima gdje se kupa stoka, higijensko pranje ruku, pokrivanje posjekotina i ogrebotina nepromočivim zavojem prije kontakta sa zemljom, blatom ili vodom koji bi mogli biti kontaminirani urinom zaraženih životinja, nošenje zaštitne odjeće i obuće prilikom rada s potencijalno zaraženim životinjama.



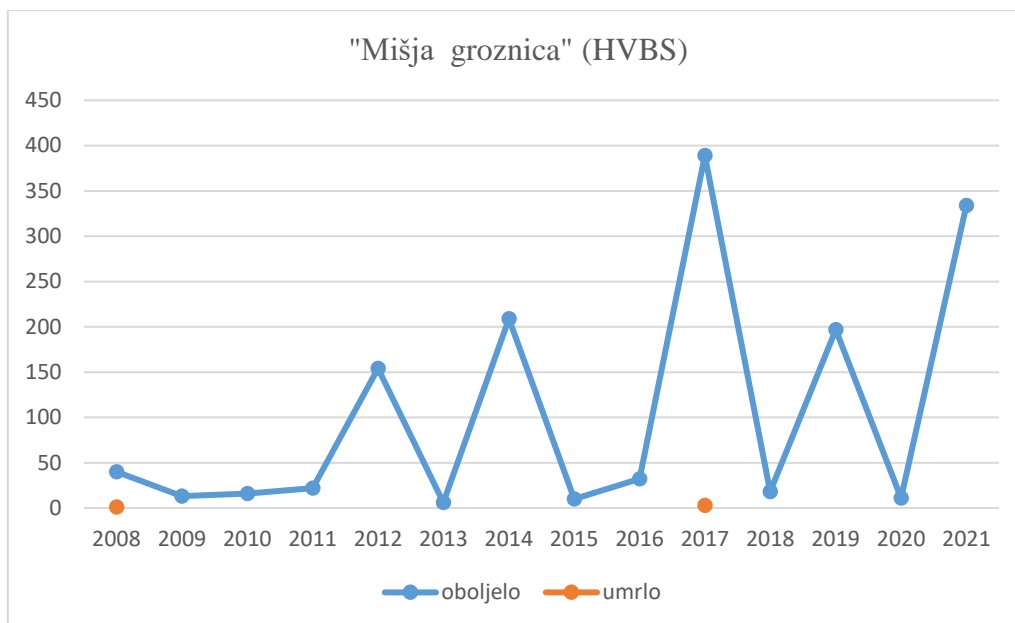
Graf 1. Dinamika pojave lajmske borelioze među ljudskom populacijom u RH u razdoblju od 2008. - 2021. godine (izvor: HZJZ, 2021)



Graf 2. Dinamika pojave tularemije među ljudskom populacijom u RH u razdoblju od 2008. – 2021. godine (izvor: HZJZ, 2021)



Graf 3. Prikaz broja oboljelih / umrlih od posljedica KME-a u periodu od 2008. - 2021. godine (izvor: HZJZ, 2021)



Graf 4. Prikaz broja oboljelih / umrlih od posljedica hemoragijske vrućice s bubrežnim sindromom u periodu od 2008. - 2021. godine (izvor: HZJZ, 2021)

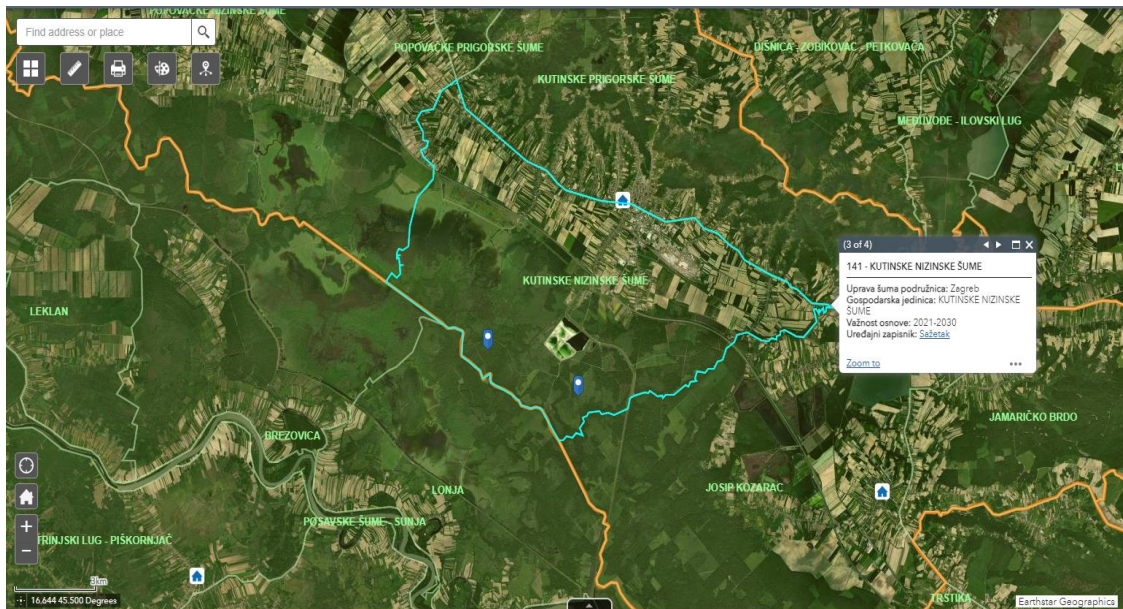
### 3. MATERIJALI I METODE

Za utvrđivanje brojnosti vrsta glodavaca, koji su poznati kao štetnici na pomlatku šumskoga drveća, životinje je moguće izlovljavati. U slučaju istraživanja poduzetih u okviru ovoga rada korištena je u tu svrhu metoda linearnog transekta, koja je, na odabranim lokalitetima, uključivala primjenu mrtvolovki, apliciranih tijekom jedne lovne noći u lovnu liniju (transekt). U praksi je praktičnija primjena mrtvolovki jer omogućuje lakšu obradu ulovljenih jedinki i eliminira opasnost od ugriza životinja. Živolov zahtjeva oprezno rukovanje sa životinjama i nešto kompliciranije označavanje ulovljenih jedinki koje se naknadno moraju pustiti. Poradi navedenog preporuča se mrtvolov i upotreba zamki visoke osjetljivosti mehanizma okidača koje se mogu višekratno koristiti. Preporučljiv mamac je kikiriki maslac (Vucelja i dr. 2016). Ulovljene jedinke glodavaca potrebno je znati determinirati zbog postavljanja točne dijagnoze i primjene adekvatnih mjera kontrole.

#### 3.1. Područje istraživanja

Istraživanje poduzeto u okviru ovoga rada provedeno je u jesen 2021. godine na području uprave šuma podružnica (UŠP) Zagreb, šumarije Kutina, unutar gospodarske jedinice (GJ) Kutinske nizinske šume (26./27.10.2021) u odsjecima 19a i 40b te na području UŠP Sisak, šumarije Sisak, GJ Posavske šume - Sunja (11./12.11.2021) u odsjecima 39b i 53d. Glavne šumske zajednice u svim navedenim odsjecima gospodarskih jedinica tvore srednjedobne sastojine poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) s primjesama hrasta lužnjaka. U nastavku su istaknute značajke istraživanih lokaliteta.

Gospodarska jedinica „Kutinske nizinske šume“ (Slika 18) nalazi se na području gradova Kutine i Siska, te općine Popovača, odnosno na području Sisačko-Moslavačke županije. Najmanji odsjek je 21d površine 0,71 ha, dok je **najveći odsjek 19a površine 47,64 ha** (<https://webgis.hrsume.hr/>). Jednim svojim dijelom nalazi se u Parku prirode "Lonjsko polje" s površinom 2194,63 ha ili 67,26 % od ukupne površine gospodarske jedinice koja iznosi 3262,44 ha. Prema podacima iz O – 2 obrasca odsjek 19a nalazi se na području općine Kutina, površine 47,64 ha, tip tla je močvarno-glejno (euglej) - epiglej, a fitocenoza je šuma poljskog jasena s kasnim drijemovcem, starosti 25 godina. Odsjek 40b se također nalazi na području općine Kutina, površine 10,79 ha, tip tla je močvarno glejno (euglej) – amfiglej, a fitocenoza šuma poljskog jasena s kasnim drijemovcem, starosti 75 godina.



Slika 18. Prikaz GJ Kutinske nizinske šume s označenim područjima uzorkovanja

(izvor:<https://webgis.hrsume.hr/>)



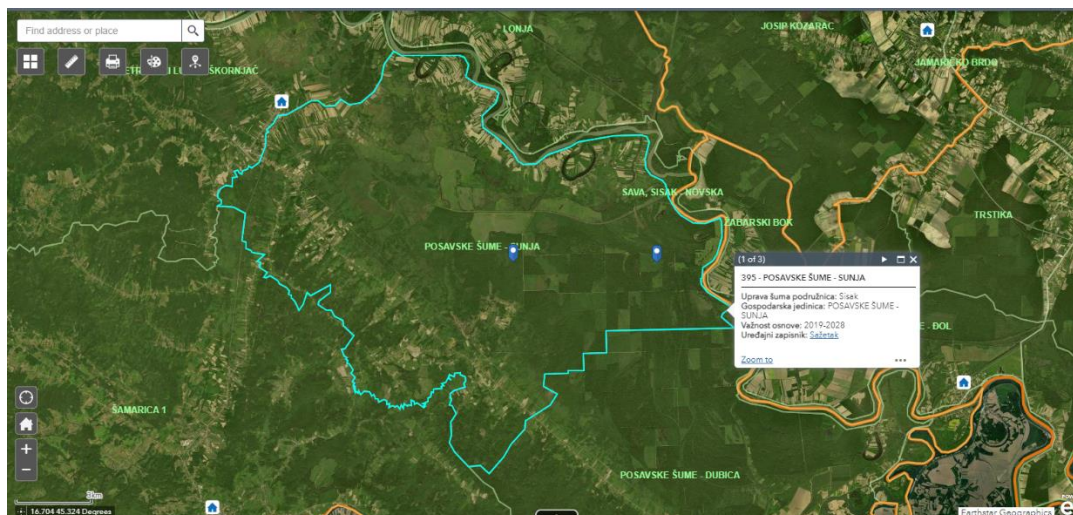


Slika 19. Područje uzorkovanja – šumarija Kutina, GJ Kutinske nizinske šume,  
26./27.10.2021.g.

Autor: (I. Horvat)

Za gospodarsku jedinicu Posavske šume – Sunja (Sunjske šume) (Slika 20), nadležna je šumarija Sunja (UŠP Sisak) i zauzima površinu od 4864,10 ha. Nalazi se na području Sisačko-Moslavačke županije, zapadno od grada Siska te južno od GJ Kutinske nizinske šume. Prema podacima iz O – 2 obrasca, odsjeci 53d i 39b nalaze se na području općine Sisak, obilježava ih ista fitocenoza (poljski jasen s kasnim drijemovcem) te identičan tip tla, močvarno glejno (euglej) – amfiglej. Razlikuju se u starosti i površini sastojina, odsjek 53d (26 g., 9,03 ha), a odsjek 39b (68 g., 11,05 ha). Obilježavaju ga prije svega šume poljskoga jasena, hrasta lužnjaka, crne johe, vrba i topola, slično kao i u GJ Kutinske nizinske šume, a nastanak i opstanak je manje više u svezi s površinskom i podzemnom vodom.





Slika 20. Prikaz GJ Posavske šume – Sunja (Sunjske šume) s označenim područjima uzorkovanja (izvor: <https://webgis.hrsume.hr/>)



Slika 21. Područje uzorkovanja - odsjek 53d, šumarija Sunja, GJ Posavske šume – Sunja, 11/12.11.2021. godine

Autor: (I. Horvat)



Slika 22. Zajednica poljskog jasena s kasnim drijemovcem u jesen 2021.godine na području UŠP Sisak, šumarija Sunja, GJ Posavske šume – Sunja

Autor: (I. Horvat)

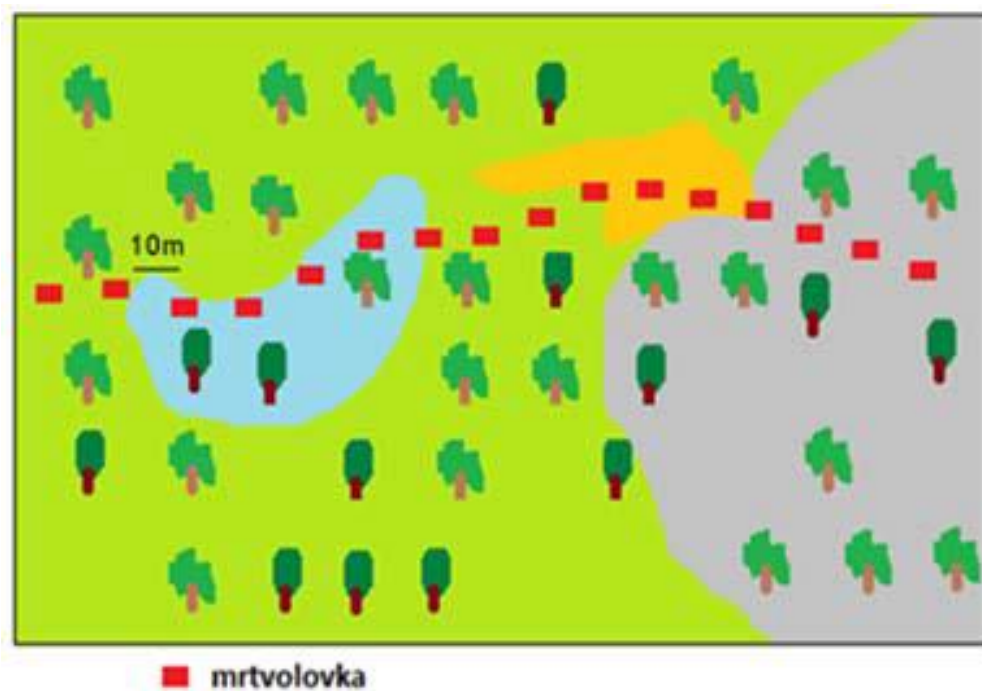
### 3.2. Uzorkovanje sitnih glodavaca

Relativna brojnost te struktura populacija sitnih glodavaca na odabranim lokalitetima utvrđena je metodom linearnog transekta, pri čemu su tijekom jedne lovne noći životinje uzorkovane uz primjenu mrtvolovki "Mini Rex, Bell Laboratories" (<https://www.belllabs.com/bell-labs/product/us/pest-control/trapper-mini-rex>) raspoređenih unutar pravca (transekta) na međusobnom razmaku od 10 metara<sup>2</sup> te uz primjenu kikiriki maslaca kao mamca. Lovna mjesta su radi lakšega pronalaska označavana markirnim bambusovim štapovima visine 1m.

---

<sup>2</sup> Lovna linija može biti postavljena i na razmaku od 2 m. Za potrebe ovoga istraživanja (rada) korišten je razmak od 10 m između mrtvolovki kako bi se uzorkovanjem obuhvatila što veća površina različitih tipova staništa glodavaca (površine gusto obrasle travom, gole površine, vlažne površine itd.).





Slika 23. Primjer lovne linije (transekta) Izvor: (Bjedov i dr. 2016)



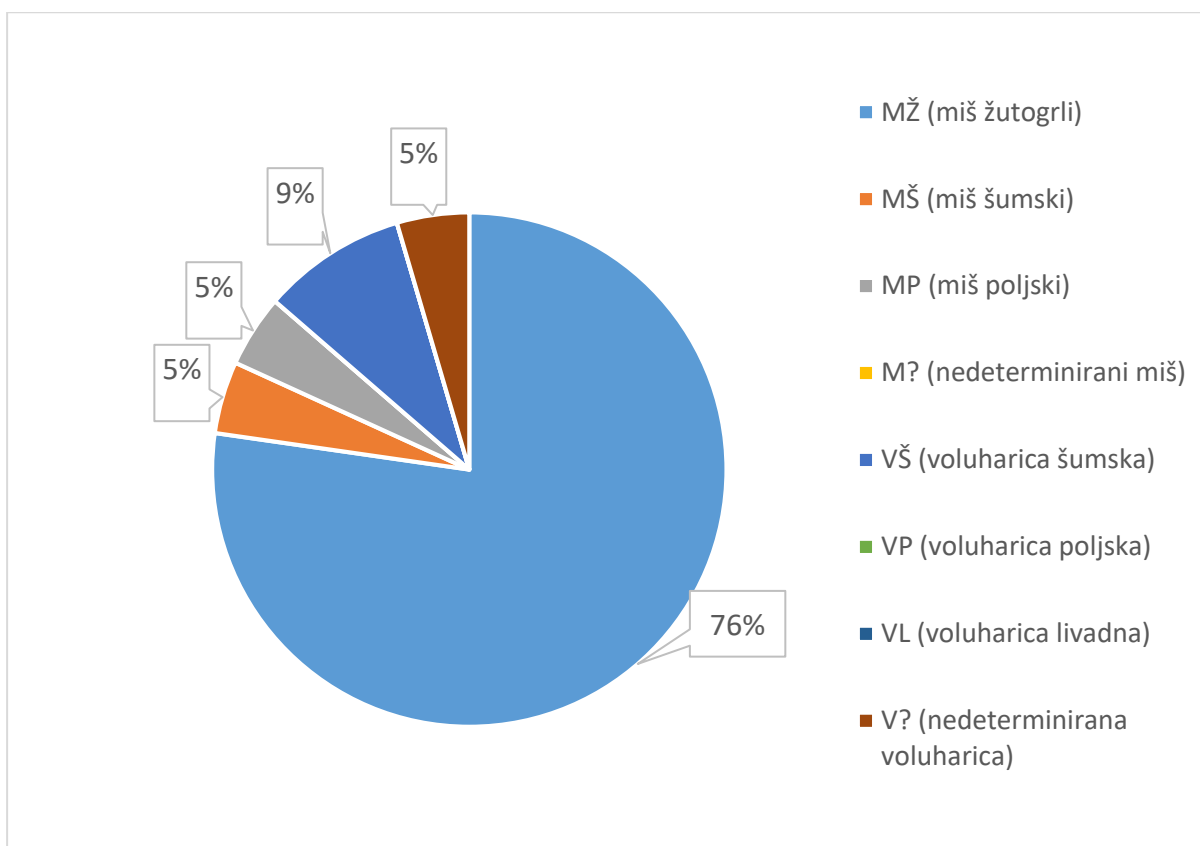
Slika 24. Postavljena ploha (štapovi = vrhovi označeni crvenom bojom) unutar odabranih odsjeka u kojima je proveden monitoring glodavaca

Autor: (I. Horvat)

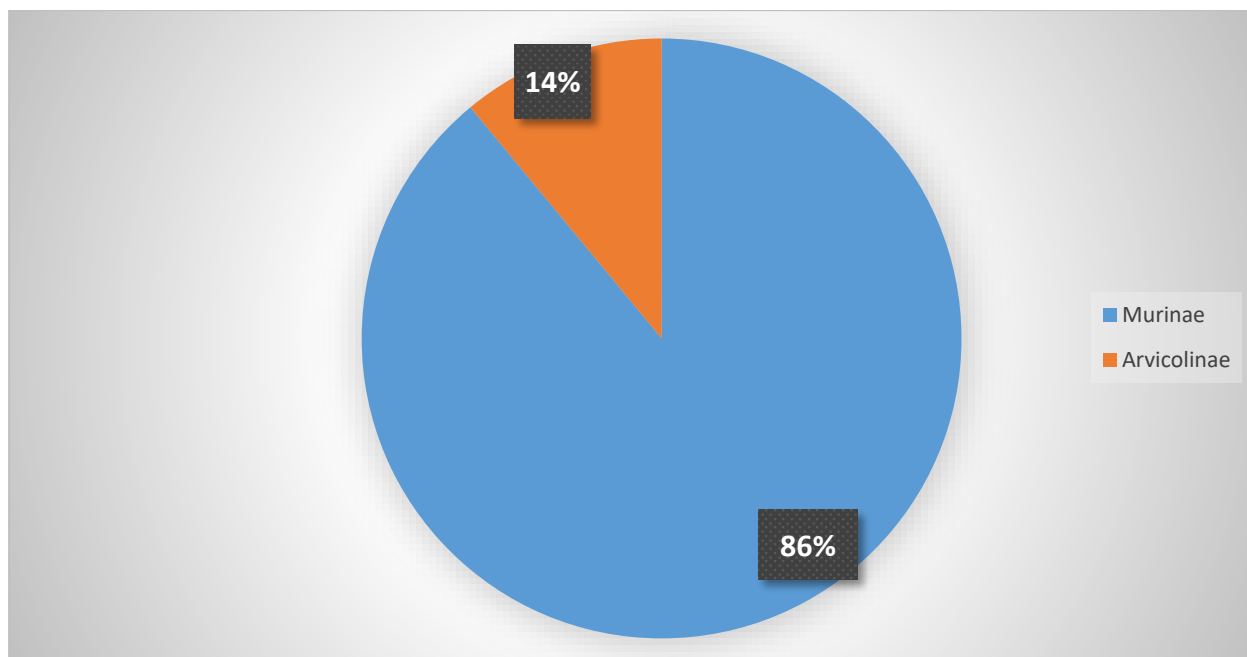
Prilikom uzorkovanja sitnih glodavaca korišteno je ukupno 200 zamki (100 zamki u svakoj šumariji, 50 zamki po istraživanom odsjeku). Transekti su položeni u prostoru na način da svojim pružanjem daju reprezentativnu sliku stanišnih prilika. Zamke su postavljane na pozicijama koja sugeriraju mogućnost prisutnosti glodavaca (Slika 24) (blizina panjeva, tranzitna mjesta i putevi glodavaca, mjesta u neposrednoj blizini aktivnih rupa od glodavaca, korovom i raslinjem zaklonjena mjesta i sl.). Georeferenciranje mjesta ulova životinja obavljeno je korištenjem GPS uređaja (Garmin Oregon 450), a analiza pozicija ulova korištenjem programskog paketa MapSource Garmin. Prilikom ulova i manipulacije životinjama poštivane su smjernice društva „American Society of Mammalogists“, a vizualna determinacija ulovljenih jedinki provedena je, sukladno mogućnostima, do razine vrsta (za one za koje ne postoji mogućnost pogrešne determinacije), odnosno do razine podporodica (Murinae: pravi miševi, Arvicolinae: voluharice) kod vrsta za koje nije bilo moguće posve pouzdano provesti vizualnu determinaciju iz razloga lošega stanja u kojem je jedinka pronađena (pr. djelomice pojedena od strane predatora ili druge jedinke glodavca) ili sličnosti sa srodnim vrstama. Dobiveni podaci o ulovu analizirani su korištenjem programskog paketa Microsoft Office Excel 365.

## 4. REZULTATI

Tijekom uzorkovanja ulovljene su ukupno 22 jedinke na području šumarija Kutina i Sunja, od čega 19 (86%) jedinki miševa i 3 (14%) jedinki voluharica. Struktura ulova prema utvrđenim vrstama na području šumarija prikazana je u Grafu 5 i Slici 25, te prema lokalitetima uzorkovanja u Tablici 2.



Graf 5. Struktura ulova sitnih glodavaca u jesen 2021. godine prema utvrđenim vrstama iz podporodica miševa (Murinae) i voluharica (Arvicolinae) na području šumarija Kutina i Sunja



Graf 6. Zastupljenost predstavnika podporodica Murinae (pravi miševi) i Arvicolinae (voluharice) na području šumarija Kutina i Sunja

Tablica 2. prikazuje detaljnije rezultate uzorkovanja glodavaca prema UŠP, odnosno šumarijama i odsjecima, zajedno sa utvrđenim vrstama sitnih glodavaca te relativnom brojnošću.

Tablica 2. Ulovi sitnih glodavaca (po vrstama) i lokalitetima uzorkovanja te utvrđena relativna brojnost (RB, %)

UŠP	Šumarija	Odsjek	Miš žutogrli MŽ	Miš šumski MŠ	Miš poljski MP	Voluharica šumska VŠ	Voluharica nedeterminirana V?	Σ	RB (%)
Zagreb	Kutina	40b	2	1	0	0	0	3	<b>6</b>
		19a	5	0	0	1	0	6	<b>12</b>
Sisak	Sunja	53d	8	0	0	1	0	9	<b>18</b>
		39b	2	0	1	0	1	4	<b>8</b>
UKUPNO			17	1	1	2	1	22	<b>11%</b>



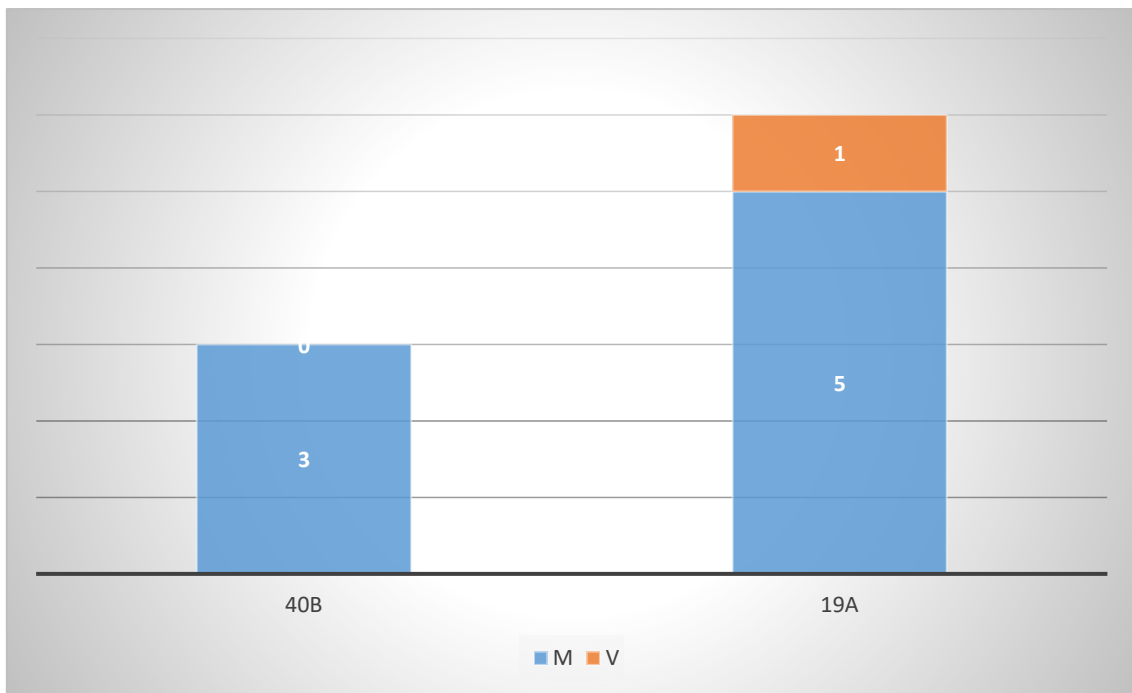


Slika 25. Ulovljene jedinice glodavaca podporodice voluharica (Arvicolinae) i miševa (Murinae) na istraživanom području (gore lijevo: VŠ, gore desno: MŽ, dolje lijevo MP, dolje desno MŠ)

Izvor: (I. Horvat)

#### 4.1. Rezultati istraživanja brojnosti glodavaca na području GJ Kutinske nizinske šume

U Grafovima 7 i 8 korištene su kratice M – miševi i V – voluharice. Iz Grafa 7 se jasno vidi kako na području GJ Kutinske nizinske šume prevladavaju jedinke sitnih glodavaca iz podporodice Murinae (pravi miševi). U odsjeku 40b uzorkovana su 3 miša, bez ulova voluharica, a u odsjeku 19a, 5 miševa i jedna voluharica.

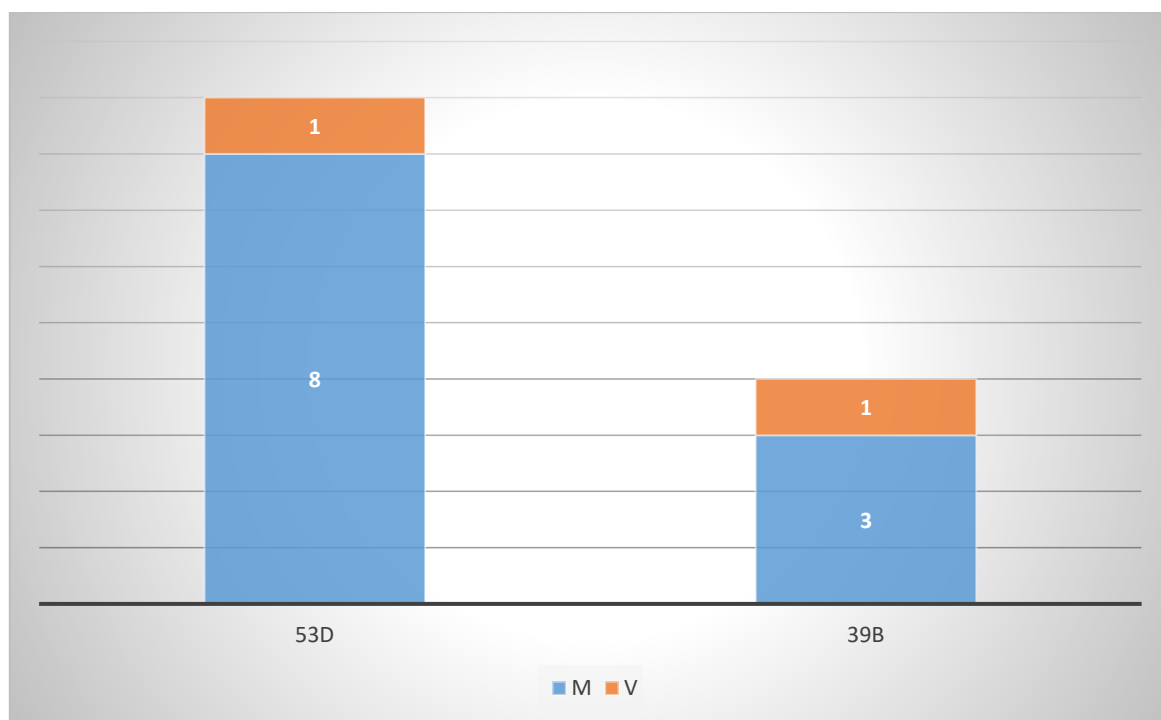


Graf 7. Brojnost uzorkovanih glodavaca (prema podporodici) u GJ Kutinske nizinske šume po odsjecima (40b i 19a)



## 4.2. Rezultati istraživanja brojnosti glodavaca na području GJ Posavske šume – Sunja

Graf 8 prikazuje kako na području GJ Posavske šume – Sunja prevladavaju jedinke sitnih glodavaca podporodice Murinae (pravi miševi), u oba odsjeka. U odsjeku 53d uzorkovano je 8 miševa i jedna voluharica, dok su u odsjeku 39b uzorkovana 3 miša i jedna voluharica koju nije bilo moguće determinirati.



Graf 8. Brojnost uzorkovanih glodavaca (prema podporodici) u GJ Posavske šume - Sunja po odsjecima (53d i 39b)

## 5. RASPRAVA

Praćenjem brojnosti sitnih glodavaca porodica Murinae i Arvicolinae u sastojinama poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) na području Uprava šuma Zagreb i Sisak u jesen 2021. godine utvrđene su slijedeće četiri vrste glodavaca: *Apodemus flavicollis* (žutogrli miš), *Apodemus agrarius* (poljski miš), *Apodemus sylvaticus* (šumski miš) i *Myodes (Clethrionomys) glareolus* (šumska voluharica). Analizom poduzetih izlova ustanovljena je relativno mala brojnost populacija. Prema podacima Hrvatskog šumarskog instituta (IPP 2021) glodavci su tijekom 2020. godine činili štete na 3522 ha kontinentalnih šuma i suzbijani su na 3418 ha. Najveći intenzitet napada dogodio se na području Uprave šuma Vinkovci (1-80%), s ukupno 2521,69 ha napadnute i tretirane površine. Značajni intenziteti napada zabilježeni su i na području UŠP Zagreb (1-60%) te na području UŠP Nova Gradiška (1-60%). UŠP Sisak (šumarija Sunja) je prema podacima IPP-a pretrpila beznačajnu štetu u odnosu na ostale, sa svega 202 ha napadnute i tretirane površine. Dovodeći taj slučaj u korelaciju s istraživanjem na području šumarije Sunja za potrebe izrade ovoga rada, zbog relativno male napadnute površine, sukladno tome i manje brojnosti glodavaca, može se zaključiti i prognozirati pozitivan ishod u vidu šteta od glodavaca na tom području.

Prilikom provedenog monitoringa sitnih glodavaca ulovljene su ukupno 22 jedinke iz porodica Murinae (pravih miševa) i Arvicolinae (voluharica) pri čemu je iskorišteno 200 mrtvolovki, što čini 11% uspješnosti ulova. Iz grafa 5. može se očitati kako najveći postotak svih ulovljenih jedinki pripada vrsti žutogrli miš (MŽ; *A. flavicollis*, 76%), dok su preostale vrste glodavaca ulovljene u značajno manjem postotku (VŠ; *M. glareolus*, 9%); (MP; *A. agrarius*, 5%); (MŠ; *A. sylvaticus*, 5%). Također, 5% ukupnog rezultata odnosi se na jedinku voluharice koju nije bilo u mogućnosti vizualno determinirati iz razloga lošega stanja u kojem je jedinka pronađena. Zastupljenost predstavnika porodica Murinae (pravi miševi) i Arvicolinae (voluharice) na području šumarija Kutina i Sunja iznosila je 86% u korist miševa, a 14% voluharica (Graf 6). Tijekom provedbe monitoringa u svim odsjecima problem su predstavljale sastojinske prilike u vidu velikog broja prisutnosti podrasta i korovske vegetacije (kupina - *Rubus* sp., čivitnjača - *Amorpha fruticosa* L.) uzrokovane progoljivanjem sastojina i ostataka (granjevine) brojnih sušaca što je rezultiralo slabijom sposobnošću utvrđivanja šteta od sitnih glodavaca u vidu grizotina na sjemenskom materijalu i pomlatku. Povećanju rizika od nastanka šteta pogoduje gusti sloj prizemnog rašća pružajući zaklon vrstama poput livadne voluharice, poljske voluharice te šumske voluharice (Heroldova i sur. 2007, Davies i Pepper

1993, Ward 1993). Isti učinak može imati i travnata vegetacija karakteristična za progale na degradiranim dijelovima šumskih površina (Borowski 2007).

Na području GJ Kutinske nizinske šume dominantnom vrstom pokazao se žutogrli miš sa ulovljenih 7 jedinki (78%), uz vrlo mali broj ostalih ulovljenih vrsta. Samo 22% ulova, odnosno po jedna jedinka svake vrste odnosila se na šumskog miša i šumsku voluharicu. Iz Grafa 7 se može vidjeti kako su se u oba odsjeka dominantnom vrstom pokazale jedinke iz podporodica Murinae (pravi miševi), s ukupno 8 uzorkovanih jedinki miševa i jednom voluharicom. Dobivenim rezultatima ustanovljena je mala prisutnost sitnih glodavaca na području odsjeka 19a i 40b vjerojatno uzrokovano nedostatkom jasenova sjemena te pomlatka kao raspoloživih izvora hrane. Budući da sjeme poljskog jasena dozrijeva u kolovozu (Drvodelić i sur. 2016), a ne u listopadu kada je istraživanje provedeno, za pretpostaviti je kako je to pridonijelo izostanku sitnih glodavaca na tom šumskom području. Izostanak jasenovog pomlatka (posljedično i šteta od glodavaca) uzrokovanog starošću samih sastojina u navedenim odsjecima može se navesti kao još jedan od uzroka male brojnosti glodavaca na istraživanom području. Prosječna temperatura zraka u odsjecima 19a i 40b iznosila je 10,4°C, prosječna vlažnost zraka 57,6% uz pretežno vedro vrijeme (podaci ranije izmjereni pri dolasku na lokaciju). Ukupna relativna brojnost istraživanih odsjeka iznosila je 18% (Tablica 2) što se smatra nedovoljnom vrijednošću za poduzimanje mjera zaštita od glodavaca. Prema Crnković (1982), u slučajevima kada je relativna brojnost < 20% smatra se kako nema potrebe poduzimanja mjera zaštite od glodavaca, kada je ona 20 – 30% moguće je poduzimanje mjera zaštite, a kada je ona > 30% potrebno je poduzimanje mjera zaštite te je na temelju toga donesen zaključak.

Na području GJ Posavske šume – Sunja ukupno je ulovljeno 13 jedinki sitnih glodavaca, od čega je 10 jedinki žutogrlog miša (76%) te je time ta vrsta najzastupljenija u ovoj gospodarskoj jedinici. Ostale ulovljene vrste zastupljene su u neznatnom broju. Samo 24% ulova čine jedinke poljskog miša, šumske voluharice i nedeterminirane voluharice (jedna jedinka svake vrste). Graf 8 prikazuje dominaciju ulovljenih jedinki miševa nad voluharicama unutar oba odsjeka. U ovoj gospodarskoj jedinici može se uočiti blagi porast broja ulovljenih glodavaca u odnosu na prethodnu, a mogući razlog tomu može biti veća količina stabala hrasta lužnjaka unutar i uz rub jasenove sastojine. Hrastov plod (žir) dozrijeva u rujnu i listopadu (Idžojtić 2013). Istraživanje za potrebe ovoga rada provedeno je početkom studenog, stoga je primjetno veća količina još kvalitetno očuvanog žira ostala na tlu, kao i mnoštvo listinca, ostataka granjevine i brojnih sušaca gdje se glodavci mogu zakloniti od opasnosti. Većoj brojnosti pogodovao je i nešto veći broj mladih stabala jasena i hrasta, sukladno tome i veći

broj lakše dostupnog korijenja na kojem mogu biti počinjene štete. Pri dolasku na lokaciju izmjerena je prosječna temperatura zraka (11,9°C), prosječna vlažnost zraka (60,2%) uz pretežno oblačno vrijeme. Na području šumarije Sunja, unutar istraživanih odsjeka, ukupna relativna brojnost iznosila je 26% što se smatra dovoljno velikom brojnošću za poduzimanjem određenih mjera zaštite (primjerice primjenom raspoloživih rodenticida).

Vucelja i sur. (2019) u znanstvenoj knjizi “Ekologija i obnova poplavnih šuma Posavine”, a u sklopu istraživanja metodologije sustavnog monitoringa sitnih glodavaca i zaštite od njihova štetnog utjecaja u poplavnim šumama Hrvatske navode kako je na području šumarije Sunja zabilježeno ukupno 26 jedinki glodavaca (korišteno ukupno 200 zamki) u rujnu 2016. godine. Istraživanjem je utvrđeno 17 jedinki miševa te 8 jedinki voluharica sa poljskim mišem i livadnom voluharicom kao najzastupljenijim vrstama. Potencijalni razlog tomu je, prema dotičnim autorima utjecaj sezonskih migracija populacija glodavaca s okolnih poljoprivrednih površina na kojima dvije navedene vrste nerijetko obitavaju, a kojima je bio okružen dio odsjeka u kojima se provodio monitoring glodavaca. Spomenuto istraživanje je provedeno u jesen 2016. godine unutar odsjeka 51c (sastojina hrasta lužnjaka iz sjemena, starosti 4 godine) i 64c (sastojina hrasta lužnjaka iz sjemena, starosti 130 godina) gospodarske jedinice Lonja. Relativna brojnost populacije iznosila je 13%. Usporedbom broja ulovljenih jedinki na području šumarije Sunja unutar toga znanstvenog rada može se uočiti relativno mala sličnost s rezultatima ulova sitnih glodavaca na području šumarije Sunja dobivenih istraživanjem u jesen 2021. godine. Ukupna relativna brojnost populacije ulovljenih glodavaca na području šumarije Sunja 2021. godine iznosila je 26% (dvostruko više nego 2016. godine) s dominantnim vrstama žutogrli miš (76%) i šumska voluharica (9%). Unutar i oko sastojina uzorkovanog područja nije bilo poljoprivrednih površina, što je vjerojatno uzrok manjem broju poljskih miševa i livadnih voluharica. Može se pretpostaviti da je upravo mala relativna brojnost sitnih glodavaca unutar srednjedobnih sastojina jedan od uzroka pomanjkanja šteta od na sjemenu i korijenju biljaka istraživanoga područja 2021. godine, dok su 2016. godine zabilježene određene štete na korijenu i kori, pogotovo na pomlatku, povezane i s dozrijevanjem žira hrasta lužnjaka (rujan, listopad). Iako se ova dva znanstvena rada međusobno razlikuju po istraživanoj vrsti drveća, međusobno su ovisna jer su hrast lužnjak i poljski jasen naše najvrijednije vrste drveća u nizinskim, poplavnim šumama Hrvatske.

U razdoblju od 2017. do 2019. godine, unaprijeđeni sustav monitoringa obuhvaćao je godišnje prosječno 10-tak uprava šuma podružnica (UŠP), 40-tak šumarija i 200 odsjeka, 3000 uzorkovanih jedinki glodavaca (82% miševa, 16% voluharica, 2% nepoznato), RB od 18% i

udjele oštećenog sjemena te biljaka oštećene kore i korijena manje od 3%. Tijekom 2020. godine, monitoring glodavaca proveden je na području šest UŠP (Vinkovci, Bjelovar, Koprivnica, Zagreb, Sisak, Karlovac, Nova Gradiška) i uključivao je 21 šumariju, odnosno 234 odsjeka. Uzorkovano je ukupno 4623 jedinki glodavaca (89 % miševi, 10 % voluharice, 1 % nepoznato), a prosjek utvrđenih RB iznosio je 22 % (Vucelja i sur. 2020). Usporedbe radi, Iveković (2019) u svome radu navodi kako je u razdoblju od 2009. do 2018. godine, uzorkovanje sitnih glodavaca na području šumarije Lipovljani kao jedne od šumarija UŠP Zagreb koja redovito trpi značajne štete od ovih štetnika u ukupno 23 odsjeka, ulovljeno 1196 jedinki glodavaca, od čega 964 jedinki miševa i 232 jedinke voluharice s maksimalnom relativnom brojnošću zabilježenom 2014. godine (56%). Iznos ovako velike brojnosti uzrokovan je najmanjim količinama oborina te godine (248,5 mm) čime su stvoreni osnovni uvjeti za masovnu pojavu glodavaca. Uzimajući u obzir i rezultate dobivene istraživanjem za potrebe ovog rada, može se primjetiti podudarnost u pogledu znatno veće zastupljenosti jedinki vrsta miševa nad voluharicama unutar istraživanih područja. S time u vidu, postavlja se pitanje jesu li se jedinke pravih miševa (Murinae) u odnosu na voluharice (Arvicolinae) bolje prilagodile sve negativnijim klimatskim čimbenicima? Koliko su izraženi konkurentski odnosi vrsta iz navedenih podporodica i jesu li pravi miševi dominantniji ili možda agresivniji ili možda vještiji oportunisti u toj kompeticiji za hranu i životni prostor, odnosno u stalnoj i uvijek dinamičnoj borbi preživljavanja. Ova su samo neka od brojnih pitanja na koja bi buduća istraživanja populacija glodavaca i stanišnih prilika u kojima pridolaze trebala moći ponuditi neke od odgovora.

## 6. ZAKLJUČAK

Iz provedenog jesenskog istraživanja populacija sitnih glodavaca na lokacijama uzorkovanja opisanima u ovome radu (šumarija Kutina i Sunja), može se jasno uočiti kako je njihova brojnost u srednjedobnim sastojinama poljskog jasena načelno mala s minimalnim, odnosno sa praktički teško uočljivim stvarnim štetama bilo na jasenovom podrastu ili općenito na drvenastom bilju te sjemenskom materijalu. U prilog navedenom govori izostanak jasenova pomlatka i sjemenja kao bitnog izvora hrane sitnim glodavcima uzrokovan činjenicom da u srednjedobnim sastojinama još uvijek nema dovoljne količine sjemenskog materijala, a ni razvijenog pomlatka na kojem bi mogli činiti značajnu štetu. S obzirom da su sastojine u fazi obnove tipično najugroženije od nepovoljnih biotskih čimbenika, upravo zbog sjemenja i pomlatka za očekivati je bilo da značajnijih šteta neće biti. Treba napomenuti kako je i prilikom provedenog uzorkovanja, zbog nepovoljnih sastojinskih prilika (gustoća prizemnog rašća, ostaci granjevine, korovska vegetacija) evidentiranje šteta od sitnih glodavaca bilo uvelike otežano. Dobiveni rezultati prikazuju kako iznos relativne brojnosti (RB %) glodavaca ne prelazi 20% što prospektivno sugerira izostanak ozbiljne ugroze od mogućih šteta na stablima poljskog jasena u budućem razdoblju. Neki odsjeci pokazuju naznake intervencija u pogledu korištenja kemijskih metoda zaštite od glodavaca (rodenticida), ukoliko se u budućnosti kroz monitoring, koji bi mogao sugerirati da je došlo do povećanja brojnosti iznad 20 (30) % ukaže potreba. Uočena je također veća pojavnost glodavaca na području šumarije Sunja možebitno uzrokovana sastojinskim prilikama koje odgovaraju sitnim glodavcima, a u vidu većeg udjela hrastovih stabala i sjemenskog materijala unutar sastojine, boljih uvjeta zaklona od predatora (gusto raslinje, brojni sušci i otpala granjevina) te većeg udjela jasenova pomlatka kao poželjnog izvora hrane. Pritom je zamijećeno i pretežno oblačno vrijeme, s naznakama kiše što uvelike pogoduje pojačanoj aktivnosti glodavaca u vidu intenzivnijeg gomilanja hrane u podzemne tunele i spremišta, što objašnjava povećan ulov glodavaca na području šumarije Sunja. Uz relativno malu brojnost i minimalne količine počinjenih šteta u istraživanim jasenovim sastojinama utvrđeno stanje sugerira izostanak značajnijih šteta, odnosno izostanak masovnih pojava sitnih glodavaca u idućih godinu ili dvije od vremena provedenog monitoringa, a što ujedno nudi relativno dobru priliku formiranja smjernica budućeg gospodarenja.

## 7. POPIS LITERATURE

1. Aleraj B., 2010. Antropozoonoze - epidemiologija i aktualno stanje u Hrvatskoj. U: Antropozoonoze: epidemiološka i klinička slika, dijagnostika, terapija i prevencija, urednici Mlinarić-Galinović, G., Aleraj, B., Vilibić-Čavlek, T.
2. Androić, M. 1981. *Priručnik Izvještajne i Dijagnostičko-prognozne službe zaštite šuma*. Beograd: Savez inženjera i tehničara šumarstva i industrije za preradu drveta Jugoslavije, 319-335.
3. Anić, I., 2001: Uspijevanje i pomlađivanje sastojina poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl) u Posavini. Disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str. 197.
4. Bakys, R.; R. Vasaitis; P. Barklund; K. Ihrmark; J. Stenlid. 2009. Investigations concerning the role of *Chalara fraxinea* in declining *Fraxinus excelsior*. *Plant Pathology* 58: 284-292.
5. Baxter R., L. Hansson, 2001. Bark consumption by small rodents in the northern and southern hemispheres, *Mammal Rev*, Vol (31):47.-59.
6. Bilodeau, F., G. Gauthier, Berteaux, D. 2013: The effect of snow cover on lemming population cycles in the Canadian High Arctic. *Oecologia* 172:1007-1016.
7. Bjedov, L. 2015. Odnosi populacija sitnih glodavaca kao rezervoara prirodno-žarišnih zoonoza u šumskim ekosustavima obične bukve (*Fagus sylvatica*) u Republici Hrvatskoj. Doktorski rad. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
8. Bjedov L., Vucelja M., Margaletić J., 2016: Priručnik o glodavcima šuma Hrvatske; (Priručnik).
9. Borowski, Z., 2007: Damage caused by rodents in Polish forests. *Int. J. Pest Manag.* 53:303-310.
10. Brummer-Korvenkontio M., Vapalahti O., Henttonen H., Koskela P., Kuusisto P., Vaheri A., 1999. Epidemiological study of Nephropathia epidemica in Finland, 1989-96. *Scand. J. Infect. Dis.*, 31: 427-435.
11. Bryja, J., Heroldova, M., Zejda, J. 2002: Effects of deforestation on structure and diversity of small mammal communities in the Moravskoslezske Beskydy Mts (Czech Republic). *Acta Theriologica*, 47(3): 295-306.

12. Bujalska, G., 1981: Formation of seks structure in populations of bank vole (*Clethrionomys glareolus* Schreber 1780). *Wiad. Ekol.*, 27: 37-48.
13. Capizzi, D., Luiselli, L. 1996: Ecological relationship between small mammals and age of coppice in an oak-mixed forest in central Italy. *Revue D'Ecologie-La Terre et la Vie*, 51(3): 277-291.
14. Crnković, D., 1982: Kontrola brojnosti i suzbijanje miševa na području SŠGO "Slavonska šuma" Vinkovci. *Zbornik radova*, 285–287.
15. Crowcroft, N. S., Infuso A., Ilef, D., Le Guenno, B., Desenclos, J.C., Van Loock, F., Clement, J. 1999: Risk factors for human hantavirus infection: Franco-Belgian collaborative case-control study during 1995-6 epidemic. *BMJ* 318:1737-1738.
16. Corbet, G. B. 1980: The mammals of the Palearctic region: A taxonomic review. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press.
17. Davies, R.J., Pepper, H.W., 1993: Protecting trees from field voles. *Arboriculture Research Note* 74. AAIS, Farnham: 1-3.
18. Delany, M.J., 1974: The ecology of small mammals. *Studies in biology*, 51 Edward Arnold, London: 60.
19. Drvodelić D., Oršanić M., 2016: Procjena vitaliteta svježeg i preležalog sjemena poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl). *Znanstveni članak*. <https://doi.org/10.31298/sl.140.11-12.1>
20. Fischer O., Mátlova L., Bartl J., Dvorská L., Melichárek I., Pavlík I., 2000. Findings of Mycobacteria in Insectivores and Small Rodents. *Folia Microbiol.*, 45(2): 147–152
21. Glavaš, M., Margaletić, J., 2003: Zaštita šuma hrasta lužnjaka. U: Retrospektiva I perspektiva gospodarenja hrasta lužnjaka u Hrvatskoj, *Zbornik radova*, Zagreb - Vinkovci, 2003: 175-177.
22. Gliwicz, J. 1980. Ecological aspect of synurbanization of the striped field mouse, *Apodemus agrarius*. *Wiadomosci Ekologiczne* 26: 117-124.
23. Gross, A.; O. Holdenrieder; M. Pautasso; V. Queloz; T. N. Sieber. 2014. *Hymenoscyphus pseudoalbidus*, the causal agent of European ash dieback. *Molecular Plant Pathology* 15 (1): 5-21.



24. Harapin, M. 1991. Značaj biotičkih faktora u procesu sušenja šuma. *Šumarski list* 115 (3 - 5): 193-202.
25. Harapin, M., Androić, M., 1996: Sušenje i zaštita šuma hrasta lužnjaka. U: Hrast lužnjak u Hrvatskoj, Zagreb, 227-236.
26. Henttonen, H. 2000. Long-term dynamics of bank vole *C. glareolus* at Pallasjarvi, northern Finnish taiga. *Pol. J. Ecol.* 48: 31-36.
27. Heroldova, M., Suchomel, J., Purchart, L., Homolka, M., Kamler, J., 2007: Small forest rodents: an important factor in the regeneration of forest stands. *Beskydy* 20:217-220.
28. Hrgović, N., Vukičević Z., Kataranovski, D. 1991. Deratizacija – Suzbijanje populacija štetnih glodara, Dečje Novine, Beograd, str. 81–170.
29. Hughes, T. P.; A. H. Baird; D. R. Bellwood i dr. 2003. Climate Change, Human Impacts, and the Resilience of Coral Reefs. *Science* 301: 929-933.
30. Huitu, O., Rousi, M., Henttonen, H., 2001: Integration of vole management in boreal silvicultural practices. *Pest Management Science, Special Issue: 8th European Vertebrate Pest Management Conference, Volume 69, Issue 3: 355-361.*
31. Huitu, O.; M. Rousi; H. Henttonen. 2013. Integration of vole management in boreal silvicultural practices. *Pest Management Science, Special Issue: 8th European Vertebrate Pest Management Conference, Volume 69, Issue 3: 355-361.*
32. Iveković A., 2019: Dinamika brojnosti populacija miševa (Rodentia: Murinae) i voluharica (Rodentia: Arvicolinae) na području šumarije Lipovljani od 2009. do 2018. godine. Diplomski rad. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str. 23, 42.
33. Jonsson, C.B., Figueiredo, L.T., Vapalahti, O. 2010: A global perspective on hantavirus ecology, epidemiology, and disease. *Clin Microbiol Rev* 23(2):412-441.
34. Kausrud, K.L., Mysterud, A., Steen, H., Vik, J.O., Ostbye, E., Cazelles, B., Framstad, E., Eikeset, A.M., Mysterud, I., Solhoy, T., Stenseth, N.C. 2008: Linking climate change to lemming cycles. *Nature* 456:93-97.
35. Kjar, E. D.; L. V. McKinney; L. R. Nielsen; L. N. Hansen; J. K. Hansen. 2012. Adaptive potential of ash (*Fraxinus excelsior*) populations against the novel emerging pathogen

Hymenoscyphus pseudoalbidus. *Evolutionary Applications* 5 (3): 219-228. doi: 10.1111/j.1752-4571.2011.00222.x.

36. Klimo, E.; H. Hager; S. Matić; I. Anić; J. Kulhavy. 2008. *Floodplain forests of the temperate zone of Europe*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnicka prace s.r.o.

37. Krautler, K.; T. Kirisits. 2012. The ash dieback pathogen *Hymenoscyphus pseudoalbidus* is associated with leaf symptoms on ash species (*Fraxinus* spp.). *Journal of Agricultural Extension and Rural Development* 9 (4): 261-265.

38. Koehler A.E., Marsh, R.E., Salmon, T.P., 1990 Frightening methods and devices/ stimuli to prevent mammal damage-a review. Proceedings of the Fourteenth Vertebrate Pest Conference 1990 Vertebrate Pest Conference Proceedings collection: 167-173.

39. Kovačić, D., 1988: Biologija populacije malih sisavaca u poplavnim šumama hrasta lužnjaka. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Magistarski rad, Zagreb:178.

40. Kowalski K., 1976. *Mammals An Outline of Terriology* PWN, Polish scientific Publishers Warszawa, 408-419.

41. Lambert, D. 1985. *The Field Guide to Prehistoric Life*. New York: Facts on File Publications, 1985. ISBN 0-8160-1125-7.

42. Lee H. W., Lee P. W., Baek L. J., Chu Y. K., 1990. Geographical distribution of hemorrhagic fever with renal syndrome and hantaviruses. *Arch. Virol., Suppl.* 1: 5–18.

43. Lund, M., 1981: Comparative effect of the three rodenticides warfarin, difenacoum and brodifacoum on eight rodent species in short feeding periods, *J. Hyg., Camb*: 87, 101.

44. Machar, I. 2008. Floodplain forests of Litovelske Pomoravi and their management. *J. For. Sci.* 54: 355-369.

45. Madsen, P., 1995: Effects of seedbed type on wintering of beech nuts (*Fagus sylvatica*) and deer impact on sprouting seedlings in natural regeneration. *Forest Ecology and Management*, 73(1/3): 37-43. *Mammalogy* 51: 169-171.

46. Margaletić, J. 1997. Mišoliki glodavci i njihova štetnost u Turopoljskom lugu i šumama Hrvatske. Magistarski rad, str. 20, 25-26, 80-82, 91. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

47. Margaletić J., 2001. Zaštita hrastovih nizinskih šuma od sitnih glodavaca iz podporodica Murinae i Arvicolinae. Doktorska disertacija. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str. 36, 178,179.
48. Margaletić, J. 2003: Sitni glodavci šumskih ekosustava kao rezervoari zaraznih bolesti. *Acta Medica Croatica*. 5: 421-426.
49. Margaletić, J.; M. Božić; A. Jazbec. 2005. Utjecaj oštećenja od sitnih glodavaca na visinski i debljinski prirast poljskog jasena. U: *Glasilo biljne zaštite* (ur. M. Maceljki): 136. Zagreb: Hrvatsko društvo biljne zaštite.
50. Margaletić, J. 2007. Small rodents as the cause of decrease in young narrow-leaved ash tree growth (*Fraxinus angustifolia* Vahl). *Ekologia* (Bratislava) 26, 4: 371-380.
51. Markotić, A., Cvetko Krajinović, L., Margaletić, J., Josip; Turk, N., Miletić-Medved, M., Žmak, L.J., Janković, M., Kurolt, I.C., Šoprek, S., Đaković Rode, O., Milas, Z., Puljiz, I., Ledina, D., Hukić, M., Kuzman, I. 2009: Zoonoses and vector-borne diseases in Croatia - a multidisciplinary approach. *Vet Ital*; 45:55-66.
52. Maron, J.L., Kauffman, M., 2006: Habitat-specific consumer impacts on plant population dynamics. *Ecology* 87: 113-124.
53. Marsh, A.C., Harris, S., 2000: Partitioning of woodland habitat resources by two sympatric species of *Apodemus*: lessons for the conservation of the yellow-necked mouse (*A. flavicollis*) in Britain. *Biological Conservation*, 92. 3: 275-283.
54. Mason J. R. 1997. *Repellents in Wildlife Management*, Colorado State University Press, Ft. Collins, CO. 447 pp.
55. Meehan, A. P., 1984: *Rats and mice, their biology and control*. Research and Development Division: 383.
56. Montgomery, W.I., 1999: *Apodemus flavicollis*. U: Mitchell-Jones, A.J., Amori, G., Bogdanowicz, W., Kryštufek, B., Reijnders, P.J.H., Spitzenberger, F., Stubbe, M., Thissen, J.B.M., Vohralík, V., Zima, J. (ur.), *The Atlas of European Mammals*, Academic Press, London, UK.
57. Myllymäki, A., 1975: Conventional control of field rodents and other harmful small mammals. In: Hansson L, Nilsson B (eds) *Ecological Bulletins - Biocontrol of rodents*. NFR Editorial Service, Stockholm, 113-128.

58. Niethamer J., Krapp, F. 1978: Handbuch der Säugetiere Europas. -Rodentia I ,  
Akademische Verlagsges. 1, Wiesbaden. 476pp.
59. Niethamer, J., Krapp, F., 1982: Handbuch der Säugetiere Europas: Nagetiere 2/1. Akad.  
Verlag Wiesbaden, 2: 51-491.
60. Olsson G. E., White N., Ahlm C., Elgh F., Verlemyr A. C., Juto P., Ralo R. T., 2002.  
Demographic Factors Associated with Hantavirus Infection in Bank Voles (*Clethrionomys  
glareolus*). *Emerging Infectious Diseases*, 8(9): 924–929.
61. Oršanić M., Mikac S., Ugarković D., Drvodelić D., Diminić D., Kranjec Orlović J., Milotić  
M., Hrašovec B., Franjević M., Vucelja M., Bjedov L., Margaletić J. 2019: Ekologija i obnova  
šuma Posavine, Zagreb.
62. Osmak M., 2019: Aktualni trendovi zaštite od stinih glodavaca primjenjivi u šumarstvu.  
Diplomski rad. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str. 30.
63. Panteleyev, P.A., 1998: The Rodents of the Palaearctic Composition and Areas. Pensoft,  
Moscow, Russia.
64. Pelz, H.J., 2003: Current approaches towards environmentally benign prevention of vole  
damage in Europe. U: Grant, R., Singleton, Lyn, A., Hinds, Charles, J., Krebs, Dave, M., Spratt,  
2003. Rats, mice and people: rodent biology and management. ACIAR Monograph No. 96,  
564.
65. Pietsch, M. 1978. Four-year studies on the population dynamics and home range the wood  
mouse (*Apodemus sylvaticus*), bank vole (*Clethrionomys glareolus*) and field vole (*Microtus  
agrestis*) in a young conifer plantation in the western Ruhr. *Zeitschrift für Angewandte Zoologie*  
65 (4): 461-475.
66. Schneider-Jacoby, M. 2006. Poplavna područja Save i Drave: Ugroženi ekosustavi od  
međunarodnog značenja. *Šumarski list* 130: 193-217.
67. Schnitzler, A. E.; B. W. Hale; E. Alsum, 2005. Biodiversity of floodplain forests in Europe  
and eastern North America: A comparative study of the Rhine and Mississippi Valleys.  
*Biodiversity and Conservation*: 14: 97-117.
68. Schmaljohn C. S., Hjelle B., 1997. Hantaviruses: a global disease problem. *Emerg. Infect.  
Dis.*, 3: 95–104.

69. Schreiner, M., Bauer, E.M., Kollmann, J., 2000: Reducing predation of conifer seeds by clear-cutting *Rubus fruticosus* agg. in two montane forest stands. *Forest Ecology and Management*, Vol 126, Issue 3, 22 Feb 2000: 281-290.
70. Singleton G.R., Brown P.R., Jacob, J., Aplin K.P., 2007: Unwanted and unintended effects of culling: a case for ecologically-based rodent management. *Integr. Zool.* 2:247-259.
71. Smit, C.J., Van Wijngaarden, A. 1981: Threatened mammals in Europe. Akademische Verlagsgesellschaft. Wiesbaden.
72. Spitzenberger, F., 1999: *Clethrionomys glareolus*. U: Mitchell-Jones, A.J., Amori, G., Bogdanowicz, W., Kryštufek, B., Reijnders, P.J.H., Spitzenberger, F., Stubbe, M., Thissen, J.B.M., Vohralík, V., Zima, J. (ur.), *The Atlas of European Mammals*, Academic Press, London, UK.
73. Spitzenberger, F., 2002a: Die Säugetierfauna Österreichs. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft. Umwelt und Wasserwirtschaft, Band.
74. Solonen, T. 2001. Has owl availability deteriorated due to mild winters in southern Finland?. *Linnut* 36 (2): 6-9.
75. Solonen, T. 2004. Are vole-eating owls affected by mild winters in southern Finland?. *Ornis Fennica* 81: 65-74.
76. Tikvić, I.; Z. Seletković. 2004. Propadanje stabala i poremetnja stabilnosti nizinskih šumskih ekosustava. *Bilten parka prirode Lonjsko polje* 6 (2): 58-67.
77. Tockner, K.; J. Stanford. 2002. Riverine flood plains: Present state and future trends. *Environmental Conservation* 29: 308-330.
78. Vajda, Z., 1974: Nauka o zaštiti šuma. Školska knjiga, Zagreb: 307-316.
- Vapalahti, O., Mustonen, J., Lundkvist, A., Henttonen, H., Plyusnin, A., Vaheri, A. 2003: Hantavirus infections in Europe. *Lancet Infect Dis.* 3: 653-61.
79. Van Loock, F., Thomas, I., Clement, J., Ghooos, S., Colson., P. 1999: A case-control study after a hantavirus infection outbreak in the south of Belgium: who is at risk? *Clin. Infect. Dis.* 28:834-839.

80. Vucelja, M., 2013: Zaštita od glodavaca (Rodentia, Murinae, Arvicolinae) u šumama hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.)- integrirani pristup i zoonotički aspekt, doktorska disertacija, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Zagreb.
81. Vucelja M., Bjedov L., Margaletić J., 2016: Priručnik o glodavcima šuma Hrvatske.
82. Vucelja M., Bjedov L., Miškulin A., Pernek M., Dubravac T., Matošević D., Pleskalt D., Margaletić J., 2022a: Rezultati monitoringa sitnih glodavaca provedenih u državnim šumama Hrvatske tijekom 2020. godine. Poster prezentacija. Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Sveučilište u Zagrebu; Hrvatski šumarski institut, Jastrebarsko; Hrvatske šume d.o.o., Zagreb; (Stručni skup: Natural resources, green technology & sustainable development, Zagreb 14 – 16. rujna 2022.g.)
83. Vucelja M., Bjedov L., Margaletić M., 2022b: Projekt "Očuvanje sastojina poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl) u Republici Hrvatskoj s naglaskom na biotske štetne čimbenike"; (Izvještaj).
84. Vucelja, M., Bjedov, L., Tomljanović, K., Kranjec Orlović, J., Boljfetić, M., Matijević, M., Margaletić, J., 2022c: Forest Residue Management Impact on Rodent (Rodentia: Murinae, Arvicolinae) Damage in Pedunculate Oak (*Quercus robur* L.) Forests in Croatia. Croatian journal of forest engineering. 2022.
85. Vucelja M., Margaletić J., Bjedov L., 2023a: Šumski glodavci kao rezervoari zoonoza i mjere zaštite, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Sveučilište u Zagrebu, Zavod za zaštitu šuma i lovno gospodarenje. (Izvješće, DDD i ZUPP '23).
86. Vucelja, M. Krčmar, S., Habuš, J., Mojčec-Perko, V., Boljfetić, M., Bjedov, L., Margaletić, J., 2023b: Vertical distribution, seasonal dynamics and *Borrelia burgdorferi* sensu lato infections in hard ticks (Acari: Ixodidae) at different forest communities in Croatian inland. Sustainability. 2023, 15, 4862. <https://doi.org/10.3390/su15064862>
87. Ward, D., 1993: Protective measures against the bank vole. Irish Timber Forestry 2:22.
88. Wilson D.E., Reeder D.M., 2005. Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference (3rd ed), Johns Hopkins University Press, 2:142.
89. Yon, D.; G. Tendron. 1981. *Alluvial forests of Europe*. Council of Europe.
90. Zeitz, P. S., Butler, J. C., Cheek, J. E., Samuel, M. C., Childs, J. E., Shands, L. A., Turner, R. E., Voorhees, R. E., Sarisky, J., Rollin, P. E., Ksiazek, T.G., Chapman, L. Reef, S.E.,

Komatsu, K.K., Dalton, C., Krebs, J.W.W., Maupin, G.O., Gage, K., Sewell, C.M., Breiman, R.F., Peters, C.J. 1995. A case-control study of hantavirus pulmonary syndrome during an outbreak in the southwestern United States. *J. Infect. Dis.* 171:864-870.

91. IUCN Red List of Threatened Species™, <https://www.iucnredlist.org> (Pristupljeno 5.9.2023.)

92. AGROPORTAL.HR, <https://www.agroportal.hr> (Pristupljeno 5.9.2023.)

93. UK's largest woodland conservation charity, <https://www.woodlandtrust.org.uk/> (Pristupljeno 5.9.2023.)

94. Projekt Razvoj okvira za upravljanje ekološkom mrežom Natura 2000: Plan upravljanja područjem ekološke mreže Sunjsko polje i pridruženim zaštićenim područjima (PU 006), 2023. (Pristupljeno 7.9.2023.)

95. Izvještajno prognozni poslovi u šumarstvu za 2020./21. godinu (IPP). Hrvatski šumarski institut, travanj 2021. (Pristupljeno 8.9.2023)

96. Hrvatski zavod za javno zdravstvo (HZJZ): Hrvatski zdravstveno-statistički ljetopis za 2021. – tablični podaci. (Pristupljeno 6.9.2023.)