

Dinamika brojnosti populacija miševa (Rodentia: Murinae) i voluharica (Rodentia: Arvicolinae) na području šumarije Lipovljani od 2009. do 2018. godine

Iveković, Antonia

Master's thesis / Diplomski rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Forestry / Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:770607>

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

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



Repository / Repozitorij:

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



ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU
ŠUMARSKI ODSJEK
ZAVOD ZA ZAŠTITU ŠUMA I LOVNO GOSPODARENJE
SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ
UZGAJANJE I UREĐIVANJE ŠUMA S LOVNIM GOSPODARENJEM

ANTONIA IVEKOVIĆ

**DINAMIKA BROJNOSTI POPULACIJA MIŠEVA (RODENTIA:
MURINAE) I VOLUHARICA (RODENTIA: ARVICOLINAE) NA
PODRUČJU ŠUMARIJE LIPOVLJANI OD 2009. DO 2018.
GODINE**

DIPLOMSKI RAD

ZAGREB, 2019.

ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

ŠUMARSKI ODSJEK

**DINAMIKA BROJNOSTI POPULACIJA MIŠEVA (RODENTIA:
MURINAE) I VOLUHARICA (RODENTIA: ARVICOLINAE) NA
PODRUČJU ŠUMARIJE LIPOVLJANI OD 2009. DO 2018. GODINE**

DIPLOMSKI RAD

Diplomski studij: Uzgajanje i uređivanje šuma s lovnim gospodarenjem

Predmet: ZOOEKOLOGIJA U ŠUMSKIM EKOSUSTAVIMA

Ispitno povjerenstvo: 1. doc.dr.sc. Marko Vucelja

2. doc. dr.sc. Milivoj Franjević

3. doc. dr.sc. Kristijan Tomljanović

Student: Antonia Iveković

JMBAG: 0068221548

Broj indeksa: 942/17

Datum odobrenja teme: 25.04.2019.


Datum predaje rada: 06.09.2019.

Datum obrane rada: 13.09.2019.

Zagreb, rujan, 2019.

Naslov *Dinamika brojnosti populacija miševa (Rodentia: Murinae) i voluharica (Rodentia: Arvicolinae) na području šumarije Lipovljani od 2009. do 2018. godine*

<i>Title</i>	Population dynamics of mice (Rodentia: Murinae) and voles (Rodentia: Arvicolinae) at Forest Department Lipovljani from 2009 to 2018
<i>Autor</i>	Antonia Iveković
<i>Adresa autora</i>	Prigorska 5, 10437 Bestovje
<i>Rad izrađen</i>	Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
<i>Vrsta objave</i>	Diplomski rad
<i>Mentor</i>	doc.dr.sc. Marko Vucelja
<i>Izradu rada pomogao</i>	doc.dr.sc. Marko Vucelja
<i>Godina objave</i>	2019.
<i>Obujam</i>	I-VII + 53 strane + 12 slika + 6 tablica + 31 grafikon + 26 navoda literature
<i>Ključne riječi</i>	Glodavci, relativna brojnost, miševi, voluharice
<i>Key words</i>	Rodents, abundance, mice, voles
<i>Sažetak</i>	U radu su obrađeni podaci desetogodišnjeg istraživanja na području šumarije Lipovljani. Istraživanje se odnosi na izlove u ukupno 23 odsjeka. Napravljena je analiza dobivenih podataka, sa detaljnijim osvrtom na dosjeke 175a, 119b i 57a. Također, dobiveni podaci su uspoređeni s podacima iz IPP-a, kao i s podacima o količini oborina.

	IZJAVA O IZVORNOSTI RADA	OB ŠF 05 07
		Revizija: 1
		Datum: 28.6.2017.

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

vlastoručni potpis

Antonia Iveković

U Zagrebu, 13.09.2019.

Zahvala

Zahvaljujem doc. dr.sc. Marku Vucelji, kao mentoru i kao prijatelju, zbog nesebične podrške i pomoći tijekom pisanja ovog rada. Veliko hvala svim prijateljima koji su me podržavali tijekom studija, motivirali me i dali mi snagu da danas budem ovdje gdje jesam. Marko, hvala ti što si uvijek vjerovao u mene, bez obzira na sve. I na kraju, najveća zahvala mojim roditeljima i bratu, što su omogućili početak i kraj ovog studija, prošli samnom lijepe i ružne trenutke i bili mi podrška cijelim putem.

Od srca, hvala!

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. PREDMET ISTRAŽIVANJA	4
2.1. Sistematika, rasprostranjenost i evolucija glodavaca	4
2.2. Glavne karakteristike glodavaca	5
2.3. Prehrana glodavaca	6
2.4. Razmnožavanje glodavaca	7
2.5. Najčešće vrste glodavaca u nizinskom dijelu Hrvatske	7
2.6. Štete od glodavaca na šumskom drveću	15
2.7. Zoonoze	17
2.8. Metode utvrđivanja brojnosti populacije sitnih glodavaca	21
2.9. Metode zaštite od glodavaca	22
3. CILJ ISTRAŽIVANJA	25
4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA	25
5. RASPRAVA	42
6. ZAKLJUČAK	45
7. LITERATURA	46
8. PRILOZI	48

POPIS SLIKA

Slika 1. Sistematika glodavaca	4
Slika 2. Lubanja glodavca	5
Slika 3. Apodemus agrarius.....	9
Slika 4. Apodemus sylvaticus.....	10
Slika 5. Apodemus flavicollis.....	11
Slika 6. Microtus arvalis.....	12
Slika 7. Microtus agrestis	13
Slika 8. Myodes glareolus	14
Slika 9. Arvicola terrestris	15
Slika 10. Šteta na korijenu.....	16
Slika 11. Šteta od glodavaca na žiru.....	16
Slika 12. Lokaliteti praćenja brojnosti sitnih glodavaca na području šumarije Lipovljani u razdoblju 2009.-2018. godina.....	25

POPIS TABLICA

Tablica 1. Osnovne morfološke razlike potporodica Arvicolinae i Murinae	8
Tablica 2. Broj oboljelih od KME u razdoblju 2005-2014. godina u Hrvatskoj	19
Tablica 3. Multipla korelacija relativne brojnosti, napadnute površine od glodavaca, utrošenog rodenticida i oborina.....	29
Tablica 4. Multipla korelacija relativne brojnosti i količine oborina (odsjek 175a).....	33
Tablica 5. Korelacija relativne brojnosti, utrošenog rodenticida i oborina (odsjek 119b).....	37
Tablica 6. Korelacija relativne brojnosti, utrošenog rodenticida i oborina (odsjek 57a).....	41

POPIS GRAFOVA

Grafikon 1. Prikaz godišnjeg broja oboljelih i umrlih od lajmske borelioze u Hrvatskoj za period od 1998.-2015. godine (izvor: HZJZ 2016).....	18
Grafikon 2. Broj oboljelih od KME u RH u razdoblju 2005.-2014. godine.....	19
Grafikon 3. Prikaz godišnjeg broja oboljelih i umrlih od leptospiroze u Hrvatskoj za period od 1998.-2014. godine (izvor: HZJZ 2016).....	20
Grafikon 4. Prikaz godišnjeg broja oboljelih i umrlih od HVBS-a u Hrvatskoj za period od 1992.-2014. godine (izvor: HZJZ 2016).....	21

Grafikon 5. Broj (N) odsjeka šumarije Lipovljani u kojima je obavljen izlov glodavaca od 2009.-2018. prema godinama uzorkovanja.....	26
Grafikon 6. Broj (N) uzorkovanih jedinki glodavaca prema potporodicama (miševi i voluharice) i lokalitetima uzorkovanja na području šumarije Lipovljani u razdoblju od 2009. do 2018. godine.....	26
Grafikon 7. Broj (N) uzorkovanih glodavaca (miševa i voluharica) na području šumarije Lipovljani u razdoblju od 2009. do 2018. godine	27
Grafikon 8. Zastupljenost vrsta glodavaca (miševa i voluharica) uzorkovanih na području šumarije Lipovljani u razdoblju od 2009. do 2018. godine	27
Grafikon 9. Relativna brojnost (RB) glodavaca na području šumarije Lipovljani u razdoblju od 2009. do 2018.	28
Grafikon 10. Relativna brojnost (%) glodavaca na području šumarije Lipovljani, napadnuta površina od glodavaca (ha), utrošenog rodenticida (kg) te godišnja količina oborina (mm)	28
Grafikon 11. Udjeli vrsta glodavaca uzorkovanih u odsjeku 175a u razdoblju od 2011. do 2018. godine	29
Grafikon 12. Dinamika ulova glodavaca (miševa/voluharica) u odsjeku 175a u razdoblju od 2011. do 2018. godine.....	30
Grafikon 13. Dinamika ulova vrsta miševa uzorkovanih u odsjeku 175a u razdoblju od 2011. do 2018. godine.....	30
Grafikon 14. Dinamika ulova vrsta voluharica uzorkovanih u odsjeku 175a u razdoblju od 2011. do 2018. godine.....	31
Grafikon 15. Relativna brojnost po godinama utvrđena u odsjeku 175a u razdoblju od 2011. do 2018. godine.....	31
Grafikon 16. Relativna brojnost glodavaca utvrđena u odsjeku 175a prema sezoni i godini uzorkovanja	32
Grafikon 17. Relativna brojnost (%) glodavaca, utrošak rodenticida (kg) te godišnja količina oborina (mm) u odsjeku 175a.....	32
Grafikon 18. Udjeli vrsta glodavaca uzorkovanih u odsjeku 119b u radoblju od 2011. do 2018. godine	33
Grafikon 19. Dinamika ulova glodavaca (miševa/voluharica) u odsjeku 119b u razdoblju od 2011. do 2018. godine.....	34
Grafikon 20. Dinamika ulova vrsta miševa uzorkovanih u odsjeku 119b u razdoblju od 2011. do 2018. godine.....	34
Grafikon 21. Dinamika ulova vrsta voluharica uzorkovanih u odsjeku 119b u razdoblju od 2011. do 2018. godine.....	35
Grafikon 22. Relativna brojnost po godinama utvrđena u odsjeku 119b u razdoblju od 2011. do 2018. godine.....	35

Grafikon 23. Relativna brojnost glodavaca utvrđena u odsjeku 119b prema sezoni i godini uzorkovanja	36
Grafikon 24. Relativna brojnost (%) glodavaca, utrošak rodenticida (kg) te godišnja količina oborina (mm) u odsjeku 119b.....	36
Grafikon 25. Udjeli vrsta glodavaca uzorkovanih u odsjeku 175a u razdoblju od 2011. do 2016. godine	37
Grafikon 26. Dinamika ulova glodavaca (miševa/voluharica) u odsjeku 57a u razdoblju od 2011. do 2016. godine.....	38
Grafikon 27. Dinamika ulova vrsta miševa uzorkovanih u odsjeku 57a u razdoblju od 2011. do 2016. godine.....	38
Grafikon 28. Dinamika ulova vrsta voluharica uzorkovanih u odsjeku 57a u razdoblju od 2011. do 2016. godine.....	39
Grafikon 29. Relativna brojnost po godinama utvrđena u odsjeku 57a u razdoblju od 2011. do 2016. godine.....	39
Grafikon 30. Relativna brojnost glodavaca u odsjeku 57a prema sezoni i godini uzorkovanja	40
Grafikon 31. . Relativna brojnost (%) glodavaca, utrošak rodenticida (kg) te godišnja količina oborina (mm) u odsjeku 57a.....	40

POPIS KRATICA

AA- *Apodemus agrarius*

AF- *Apodemus flavicollis*

AS- *Apodemus sylvaticus*

ASP- *Apodemus subspecies*

MG- *Myodes glareolus*

MAG -*Microtus agrestis*

MAR - *Microtus arvalis*

MSP – *Mycrotus/ Myodes subspecies*

RB - relativna brojnost

1. UVOD

Čovjekova povezanost sa šumom očituje se kroz čitavu njegovu evoluciju. Razvojem civilizacije čovjek sve više iskorištava šume i šumska zemljišta. Unatoč sve većim ljudskim potrebama za ovim prirodnim resursom, 250 godina organiziranog šumarstva uspjelo je očuvati šume u Hrvatskoj koje danas zauzimaju 47% teritorija kopnenog dijela države što iznosi 2, 688. 687 ha, a od čega je 95% šuma prirodnog podrijetla. U drvnoj zalihi dominira obična bukva (*Fagus sylvatica*) sa 36%, zatim hrast lužnjak (*Quercus robur*) sa 12%, hrast kitnjak (*Quercus petraea*) sudjeluje s 10%, obični grab (*Carpinus betulus*) s 9% i jela (*Abies alba*) s 8%. U najmanjem udjelu sudjeluju poljski jasen (*Fraxinus angustifolia*) (2%) i smreka (*Picea abies*) (3%). Ostale vrste drveća čine 20 % udjela. S obzirom na način gospodarenja u Hrvatskoj razlikujemo regularni, preborni i raznodobni način gospodarenja. Šume su većim dijelom u državnom vlasništvu i s njima gospodari državna tvrtka Hrvatske šume d.o.o.

Osим po vlasništvu, šume su podijeljene i prema namjeni; i to na gospodarske šume (uz očuvanje i unapređenje njihovih općekorisnih funkcija koriste se za proizvodnju šumskih proizvoda), zaštitne šume (u prvom redu služe za zaštitu zemljišta, voda, naselja, objekata i druge imovine) te šume s posebnom namjenom (zaštićeni dijelovi prirode, strogi rezervati, nacionalni parkovi, posebni rezervati, spomenici prirode, značajni krajobrazi, park-šume šume i dijelovi šuma registrirani za proizvodnju šumskog sjemena, šume namijenjene znanstvenim istraživanjima, šume za potrebe obrane RH (izvor: web stranica *Hrvatske šume*). Organizirano šumarstvo na teritoriju države započelo je još kada je Marija Terezija kao tadašnja vladarica uvidjela važnost šuma kao prirodnog resursa s kojim treba potrajno gospodariti kako bi ga i buduće generacije mogle jednako koristiti te je zbog toga 1769. godine uvela *Prvi stručni udžbenik o gospodarenju šumama* koji je u to vrijeme imao snagu zakona, a u kojem je vodi računa o vremenu sječe, evidenciji provedenih sječa i slično (izvor: web stranica *Hrvatske šume*). U članku 12 stoji : „*Na tuliko let loze razdeliti moraju se, vu kulikeh letah poleg gore rečenoga navutka posečena loza zarasti more; niti pervo seči dopušća se, doklam red na ovu, ali onu stran vre jeden put posečenu nedođe*“. Na tu uredbu oslanjaju se prvi i drugi Zakon o šumama doneseni 1852. i 1894. godine. Potrajnost šuma se kroz godine razvila u višenamjensku održivu potrajnost koja se sastoji u tome da se šumski ekosustavi očuvaju i poboljšaju u vidu biološke raznolikosti, vitaliteta, produktivnosti, socijalne i zaštitne uloge. Šume su zbog nepovoljnih biotičkih i abiotičkih čimbenika sve češće i intenzivnije izložene stresu, zbog čega dolazi do značajnih promjena u brojnosti populacija životinjskih i biljnih vrsta koje su sastavni

dio šumskog ekosustava. Negativno djelovanje jednog ili više a/biotskih čimbenika, može za posljedicu imati otežanu obnovu šumskih sastojina. Svrha zaštite šuma je monitoring štetnika, pronalazak i primjena najprihvatljivijih metoda zaštite od istih u svrhu prevencije nastanka šteta odnosno sanacija negativnih posljedica nastalih šteta. U prirodi su takvi procesi normalna pojava. S vremena na vrijeme pojedina vrsta dosegne izrazitu brojnost. Nakon određenog vremena, samoregulacijom ekosustav vrati tu brojnost u normalno stanje. No, ljudski vijek je prekratak da bi takve pojave prepustili samoregulaciji, već joj je potrebno pripomoći kako bi se ti procesi odvijali brže. Zbog toga se razvila grana šumarstva koja se bavi zaštitom šuma, odnosno praćenjem pojedinih vrsta, kako bi pokušala u većoj ili manjoj mjeri regulirati te procese, a na dobrobit cijelog ekosustava. Kako je već spomenuto, gotovo je polovica površine Republike Hrvatske prekrivena prirodnim šumama nastalom iz sjemena drveća koja obrasta šumsko tlo. Najčešće šuma sama regulira sve procese, pojavnost i brojnost biljnih i životinjskih vrsta koje ju čine, međutim kad dođe do masovne pojave, struka treba poduzeti određene mjere kako bi se sustav čim je prije moguće vratio u normalu. Jedan od problema s kojima se šumarska struka susreće u pogledu zaštite šuma su glodavci (razred sisavci: Mammalia, red glodavci: Rodentia), i to oni iz potporodica *Murinae* (miševi) i *Arvicolinae* (voluharice). Najveće poteškoće čine u obnovi nizinskih šuma u kojima pridolaze hrast lužnjak i poljski jasen, grizući koru i korijenje mladih biljka, odnosno hraneći se sjemenom. Također, oni su rezervoari velikog broja bolesti prenosivih na čovjeka (zoonoza) i zbog toga stvaraju izrazitu prijetnju za ljudsko zdravlje, pogotovo za djelatnike u šumarstvu profesionalno vezane uz rad u šumi. Kod masovne pojave ovih životinja, zaštita šuma kao grana šumarstva preuzima ključnu ulogu; prvo se poduzimaju preventivne mjere, a zatim represivne. Zaštita se tada svodi na smanjenje brojnosti populacije upotrebom različitih rodenticida. Prema podacima izvještajno prognoznih poslova u šumarstvu Hrvatskog šumarskog instituta (IPP), od 1980. do 2012. godine suzbijanje glodavaca u šumama Hrvatske značilo je godišnju prosječnu potrošnju približno 11 tona rodenticida na 3000 ha šumske površine (3kg/ha) (Vucelja, 2013.). Rodenticidi (i to antikoagulantni prve i druge generacije) jesu sredstva koje su Hrvatske šume, d.o.o. - kao tvrtka koja gospodari šumama u državnom vlasništvu - redovito koristile do 2011. godine. Zaključno sa 30.11.2011. godine, od strane FSC-a¹, na snagu je stupila zabrana upotrebe rodenticida. Problem kod upotrebe rodenticida antikoagulanata je izrazita neselektivnost. Konzumiranje hrane tretirane ovakvim sredstvom dovodi do trovanja ili smrti kod sisavaca, uključujući i

¹ FSC= Forest Stewardship Council (Vijeće za nadzor šuma) je neovisno međunarodno tijelo koje organizacijama daje dozvolu za izdavanje FSC certifikata. FSC je osnovan 1993. godine uz potporu ekoloških nevladinih udruga kao što su World Wildlife Fund, Friends of the Earth i Greenpeace

čovjeka. Zbog toga FCS 2011. zabranjuje upotrebu sredstva na bazi bromadiolon. Zbog nedostatka alternativnog sredstva kao zamjene za ovaj antikoagulant, tvrtka Hrvatske šume d.o.o. 2012. traže i dobivaju izuzeće od zabrane korištenja rodenticida na pet godina. Ova problematika vezana je prvenstveno uz poplavne hrastove i jasenove šuma srednje Posavine, gdje se već niz godina prati kako pojavnost i brojnost sitnih glodavaca, tako i različite metode represije istih². Uprava šuma podružnica Zagreb je u razdoblju 2009.-2012. godine prijavila štetu od glodavaca iz potporodica Arvicolinae i Murinae u iznosu od 7,4 milijuna kuna. Šumarska struka na navedenom području intezivno radi na sprečavanju šteta te kontroliranju brojnosti populacije sitnih glodavaca. U razdoblju od travnja 2016. do lipnja 2017. aktivnosti vezane uz monitoring sitnih glodavaca poduzete su u sastojinama hrasta lužnjaka i poljskog jasena u fazi obnove, na području četiri Uprave šuma u kojima su utvrđivane brojnosti i štete te unapređenje metodologije monitoringa i zaštite. (Vucelja i suradnici 2018., neobjavljeno).

U trajnom je cilju šumarske struke uspostaviti integrirani pristup zaštiti šuma, prema kojem se zaštita šuma bazira prvenstveno na preventivnim mjerama, a tek prema potrebi na represivnim; i to onim koje su prvenstveno biološke, sa minimalnim ili nikakvim korištenjem kemijskih preparata. Takav način zaštite uključuje poznavanje vrste, praćenje brojnosti i dinamike populacije, poznavanje kritičnog broja i načina smanjivanja brojnosti.

Svrha ovog diplomskog rada je napraviti analizu potporodica (*Arvicolinae* i *Murinae*) na području šumarije Lipovljani koja se istaknula kao šumarija sa najvećim štetama od glodavaca (u površinskom i financijskom smislu). Analizom desetogodišnjeg razdoblja praćenja brojnosti populacije glodavaca kroz izlove poduzete od strane djelatnika Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu i djelatnika šumarije Lipovljani, cilj je dobiti preciznije podatke o kretanjima brojnosti dviju spomenutih potporodica glodavaca te poduzetim mjerama zaštite od istih, odnosno razmotriti mogućnosti poboljšanja pristupa integriranoj zaštiti šuma.

² Pojavnost i brojnost glodavaca prate djelatnici Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u suradnji sa djelatnicima šumarije Lipovljani

2. PREDMET ISTRAŽIVANJA

Glodavci (*Rodentia*) su red sisavaca koji su sastavni dio gotovo svih šumskih ekosustava Hrvatske. Neke od vrsta koje se najčešće pojavljuju na našem području pripadaju potporodicama *Arvicolinae* (voluharice) i *Murinae* (pravi miševi). Oni su bitna karika jer služe kao hrana grabežljivcima (lisice, sove, kune...), raznose sjeme, kontroliraju populacije štetnih insekata. Međutim, kada dođe do njihove masovne pojave, što je sve češći slučaj, stvaraju izrazite probleme u obnovi šumskih sastojina jer jedu korijenje i glođu koru mladih biljaka, jedu sjeme, a i uz to su rezervoari mnogih bolesti prenosivih na čovjeka (zoonoza).

2.1. Sistematika, rasprostranjenost i evolucija glodavaca

Sistematika glodavaca

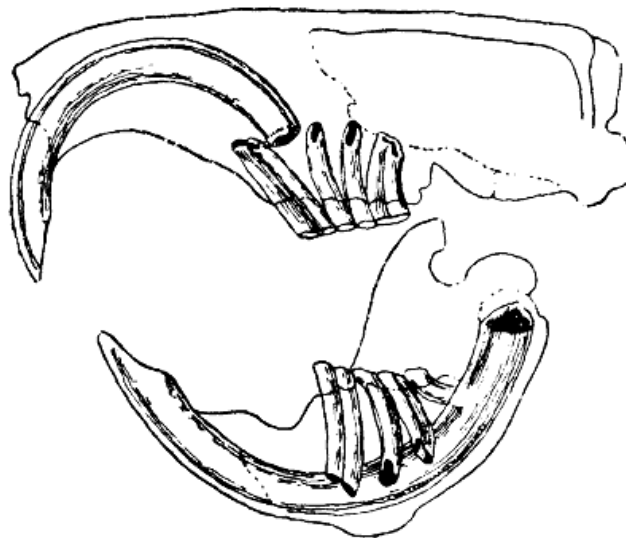
Carstvo: Animalia
Koljeno: Chordata Craniata
Podkoljeno: Vertebrata
Razred: Mammalia
Red: Rodentia
Podred: Myomorpha
Nadporodica: Muroidea
Porodica: Cricetidae
Potporodica: Arvicolinae
Rod: Myodes
Vrsta: <i>Myodes glareolus</i> , Schreber, 1780.
Rod: Microtus
Podrod: Microtus
Vrsta: <i>Microtus agrestis</i> , Linnaeus, 1761.
Vrsta: <i>Microtus arvalis</i> , Pallas, 1778.
Rod: Arvicola
Vrsta: <i>Arvicola amphibius</i> , Linnaeus, 1758.
Porodica: Muridae
Potporodica: Murinae
Rod: Apodemus
Vrsta: <i>Apodemus flavicollis</i> , Melchior, 1834.
Vrsta: <i>Apodemus sylvaticus</i> , Linnaeus, 1758.
Vrsta: <i>Apodemus agrarius</i> , Pallas, 1771.
Porodica: Gliridae
Potporodica: Glirinae
Rod: Glis
Vrsta: <i>Glis glis</i> , Linnaeus, 1766.
Podred: Castorimorpha
Porodica: Castoridae
Potporodica: Castorinae
Rod: Castor
Vrsta: <i>Castor fiber</i> , Linnaeus, 1766.

Slika 1. Sistematika glodavaca

Glodavci broje 2277 vrsta čime čine 42% svih sisavaca, prilagođeni su različitim stanišnim uvjetima te su praktički globalno rasprostranjeni. Naseljavaju od najsjevnijih do najjužnijih krajeva: stepe, šume, planine, pustinje, žive oko vode i djelomice u vodi, u blizini čovjeka i daleko od njega. Dolaze na svim kontinentima, osim na Antarktici. Zajedničke karakteristike poput brzog spolnog dozrijevanja, većeg broja legala godišnje te polifagne ishrane pripomogli su ovim vrstama da se prilagode i najsurovijim uvjetima na Zemlji. Najstariji otkriveni preci danas broje 65 milijuna godina (Vucelja, 2013. prema Douzery i sur. 2003, Horner i sur. 2007).

2.2. Glavne karakteristike glodavaca

Neke od glavnih karakteristika su povećani par sjekutića u gornjoj i donjoj čeljusti koji neprestano rastu te su ih zbog toga glodavci primorani svakodnevno trošiti. Od toga i potječe latinski naziv Rodentia; od glagola *rodere* što znači glodati te imenice *dentis* koja znači zubi. Kompletno zubalo sastoji se od 16-20 zubi, a između sjekutića i kutnjaka nalazi se prazan prostor koji se naziva dijastema. Donji sjekutići su duži od gornjih. Očnjaka nemaju. To je skupina izuzetno polifagnih životinja kojima se prehrana bazira na biljnoj hrani (žir, bukvića, kesten, orah, kora biljaka, žitarice...), no također jedu i animalnu hranu (kukci, kolutićavci, pauci pa čak i sitni kralješnjaci) (Blaschke i Bäumlner 1989).



Slika 2. Lubanja glodavca

(izvor: https://sh.wikipedia.org/wiki/Glodavci#/media/Datoteka:Gnagarnas_tandsystem_Nordisk_familjebok.png)

Veličina tijela glodavaca kreće se 5-130 cm, a najviše ih je veličine 8-35 cm. Tijelo im je prekriveno dlakom, na prvim nogama najčešće imaju četiri prsta, a na stražnjim pet. Rep je također prekriven dlakama ili rožnatim ljuskama. Glodavci su većinom noćne životinje ili životinje sumraka. Najčešće žive u skupinama i tada imaju razvijenu hijerarhiju.

Problemi s kojima se u šumarstvu susrećemo vezano za glodavce najčešće su povezani sa nizinskim šumama. Kod povećane gustoće populacije glodavaca dolazi do značajnog narušavanja stabilnosti ekosustava. Čimbenike koji utječu na povećanje ili smanjenje gustoće populacije dijelimo u četiri skupine, a to su: izvori hrane i stanište, bolesti i prirodni neprijatelji, meteorološki uvjeti, brojnost i fiziološko stanje populacije.

Glavni čimbenik prenamnoženja je izvor hrane; uvidjelo se kako nakon godine masovnog uroda bukvice, brojnost populacije sitnih glodavaca značajno poraste. Naime, ako je u tekućoj godini zabilježen puni urod bukvice, glodavci se zbog dovoljne količine hrane neće prestati razmnožavati tijekom zime, te u proljeće dolazi do masovne pojave glodavaca. Iduće jeseni bukvice ima vrlo mali ili nikakav urod, zbog čega dolazi do velikog mortaliteta, u nekim slučajevima i oko 80%. Treću godinu nakon punog uroda gustoća populacije se vraća u normalno stanje. Još jedan od čimbenika koji je poznat, ali nedovoljno istražen, a koji regulira u većoj ili manjoj mjeri brojnost populacije je prisutnost grabežljivaca poput lisice, tvora, kune, sova, vjetruša. Na taj se način prirodno kontrolira brojnost glodavaca.

Također, blage zime, godine s manjom količinom oborina, niže razine podzemne vode te površine dobro obrasle prizemnim rašćem samo su neki od preduvjeta za masovnu pojavu ovih štetnika.

U nastavku slijedi detaljniji osvrt na prehranu glodavaca, njihovo razmnožavanje, metode zaštite, uloge osjetila, ishrane, zoonotičkog potencijala, štetnosti te mjere zaštite od sitnih glodavaca te prikaz biologije vrsta obuhvaćenih ovim istraživanjem.

2.3. Prehrana glodavaca

Iako je među glavnim karakteristikama glodavaca spomenuto da su pretežno biljojedi, rodovi se međusobno razlikuju s obzirom na konzumaciju hrane koju preferiraju. Rod

Apodemus su više granivori ³, dok su rodovi Myodes i Microtus granivori i herbivori⁴ (Madsen 1995, Margaletić 2001). Biljna ishrana bazira se na zelenim dijelovima biljaka, kori, korijenu, pupovima, mahovini, šaševima, raznim sjemenkama. Od hrane životinjskog podrijetla konzumiraju stonoge, mekušce, insekte u svim razvojnim stadijima, sitne kralježnjake i jaja. Hranu konzumiraju izvan skrovišta ili ju ponekad uskladište pod zemlju ili u panjeve. Probava započinje u usnoj šupljini i kroz jednjak dolazi do želuca preko kojeg ide u tanko crijevo. Iako svoju hranu većinom skupljaju s tla, neke vrste (npr. *Apodemus flavicollis* i *Myodes glareolus*) to čine penjući se u krošnje. Dnevna količina unesene hrane teška je koliko i desetina do petina mase pojedine jedinke. Potrebu za vodom sitni glodavci zadovoljavaju pijenjem rose ili pak konzumiranjem sočne hrane sa velikim udjelom vode.

2.4. Razmnožavanje glodavaca

Jedna od zajedničkih karakteristika je izuzetno velika plodnost; spolna zrelost nastupa s već 2-4 mjeseca starosti, dok razdoblje gravidnosti traje 17-35 dana (Macdonald 2001, Niethammer i Krapp 1982). U slučaju blagih zima, parenje traje tijekom čitave godine. Ženke se pare do dvije godine starosti, a mužjaci duže. Već na dan okota, ženka je spremna za novo parenje. Gravidnost traje od tri do četiri tjedna, ovisno o vrsti. Ženka se koti u gnijezdu koje sama napravi. Rađa mlade koji su slijepi, gluhi i bez krzna, no otprilike dvanaest dana nakon okota mladunci već imaju krzno, vide i čuju. Mladi sišu majčino mlijeko do otprilike mjesec dana starosti (Oksanen i sur. 2001). Spolnu zrelost mladunci postižu za dva do osam tjedana starosti. Jedinke okoćene na početku sezone parenja pare se iste godine, a one okoćene kasnije sljedeće godine u proljeće.

2.5. Najčešće vrste glodavaca u nizinskom dijelu Hrvatske

U nizinskim šumama Republike Hrvatske najčešće potporodice iz reda glodavaca (Rodentia) jesu *Murinae* (miševi) i *Arvicolinae* (voluharice). Od miševa u nizinskom dijelu pojavljuju se prugasti poljski miš (*Apodemus agrarius*), šumski miš (*Apodemus sylvaticus*), žutogrli šumski miš (*Apodemus flavicollis*), a od voluharica poljska voluharica (*Microtus*

³ Granivori se hrane sjemenkama različitih vrsta

⁴ Herbivori se hrane zelenim biljnim dijelovima

arvalis), livadna voluharica (*Microtus agrestis*), šumska voluharica (*Myodes glareolus*) i podzemni voluharić (*Microtus subbteraneus*). Osnovne morfološke razlike ovih dviju potporodica prikazane su u tablici 1.

Tablica 1. Osnovne morfološke razlike potporodica Arvicolinae i Murinae

Podporodica: Arvicolinae (voluharice)	Podporodica: Murinae (pravi miševi)
sitne oči	velike i ispučene oči
kratak rep (oko pola dužine tijela)	dugi rep (oko dužine tijela) tanko tijelo
zdepasto tijelo	duga zadnja stopala
male uši (djelom ili potpuno prekrivene krznom)	velike jasno vidljive uši



Prugasti poljski miš (*Apodemus agrarius*)

Veličina tijela je oko 110 mm, duljina repa je manja od duljine tijela (do 90 mm). Masa jedinke ne prelazi 21.5 grama. Prepoznajemo ga po tamnoj pruzi 2-3 mm širokoj, koja kreće od sredine glave, a završava na početku repa. Dlaka je crveno smeđa do žuta smeđa na leđima, svjetlija na trbuhu. Voli vlažnija staništa te naseljava livade, močvare, pašnjake, rasadnike. U nizinskom dijelu Hrvatske u jesen migrira s livada i polja u šume, a u proljeće obrnuto (Margaletić 1997). Pari se od travnja do rujna. Ženka koti tri do četiri puta godišnje četiri do osam mladih, a ima četiri sise. Gravidnost traje 18-21 dan. Spolnu zrelost dosežu sa osam tjedana starosti. Hrani se kukcima, paucima, kolutićavcima, korijenjem, žitaricama, voćem. Prirodni neprijatelji su prvenstveno ptice (grabljivice). Aktivniji su tijekom dana.



Slika 3. *Apodemus agrarius*

(izvor :

<https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&id=7602C42E122D85A0DA90EB600428741303A9799E&thid=OIP.uAQlQtPK-MaDej5YgEtBbQHaHa&expw=600&expw=600&q=apodemus+agrarius&selectedindex=5&ajaxhist=0&vt=0>

Šumski miš (*Apodemus sylvaticus*)

Iznimno prilagodljiva vrsta koja naseljava livade, polja, kulture, parkove, šume, ljudska naselja. Od prirodnih neprijatelja najvažniji su lisica, divlja mačka, sova. Vrlo je sličan žutogrlog šumskom mišu, međutim duljina repa ne prelazi duljinu tijela te je nešto manji od žutogrlog šumskog miša. Također, pruga kod šumskog miša nikada ne okružuje vrat. Križanje između ove dvije vrste nije moguće. Duljina tijela doseže 85-105 mm. Na bočnoj strani tijela razlika u boji dlake manje je izražena nego kod žutogrlog šumskog miša. Krzno je na leđima sivo smeđe boje, a na trbuhu nešto svjetlije. Parenje se odvija od ožujka do listopada, a ženka koti godišnje dva do četiri puta oko pet mladih. Gravidnost traje u prosjeku 23 dana. Ženka ima šest sisa. Hrani se sjemenkama drvenastih vrsta, ali i uzima hranu životinjskog podrijetla (kukci, puževi, ličinke i kukuljice kukaca) (Kovačević 1956). U odnosu na žutogrlog šumskog miša, konzumira manje sjemenki drvenastih vrsta, a više jede sjemenke trava i žitarica. U zemlji radi hodnike koji vode do gnijezda u kojima se nalaze mladi te do spremišta hrane. Pretežno je noćna

životinja. Živi u zajednicama koje teritorijalno mogu zauzimati površinu i do dva i pol hektara. Štete čini nagrizanjem kore te jedući sjemenke šumskog drveća.



Slika 4. *Apodemus sylvaticus*

(izvor :

<https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&id=BF008C5BF9162CC2EF7D1E50BA18AC54A8342E56&thid=OIP.ZWnpTQ1kYzPXeDGpegz8HAHaFj&exph=900&expw=1200&q=apodemus+sylvaticus&selectedIndex=0&ajaxhist=0&v=0>

Žutogrli šumski miš (*Apodemus flavicollis*)

Naseljava rubove starih šuma, najčešće bukovih i hrastovih. Ako je tlo obraslo grmljem, dolazi i na otvorenijim staništima. Dimenzija tijela ne prelazi 135 mm, odnosno 30 grama. Dlaka je na leđima smeđa, a na trbuhu bijela. Na vratu ima žučkastu prugu. Duljina repa je veća od duljine glave i trupa zajedno (Androić i sur. 1981). Sjekutići su kraći nego u šumskog miša. Pari se od veljače do početka zime. Gravidnost traje 26 dana. Ženka godišnje ima prosječno tri okota sa oko šest mladunaca. Ishrana se bazira na hrani biljnog podrijetla i to sjemenkama drvenastih vrsta (bagrem, hrast, jasen, ariš, drijen, lipa) više nego sjemenkama zeljastog bilja. Također, konzumiraju i animalnu hranu: gusjenice, leptiri, pauzi, muhe, stonoge, puževi i drugo. Hranu sakriva pod zemljom, između korijenja i ispod panjeva. Najaktivniji je noću. Žive

u zajednicama. Štete prouzrokuju grizenjem pupova, kore mladih biljaka te rovanjem zemlje. Od prirodnih neprijatelja najbitnije je spomenuti običnog škanjca.



Slika 5. *Apodemus flavicollis*

(izvor:

<https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&id=C31379CD76184EFF261E4BEF1DDB0169EE872129&thid=OIP.ZhdSQfB6E5yucIr-LI37bAHaFj&expf=600&expw=800&q=apodemus+flavicollis&selectedindex=91&ajaxhist=0&vt=0>

Poljska voluharica (*Microtus arvalis*)

Živi na poljoprivrednim površinama, voćnjacima, livadama, rubovima šuma. Voli nagnute terene zbog ocjeditosti jer ne preferira prevlažna staništa. Najveću gustoću populacije doseže na livadnim staništima. Pogoduju joj tople zime s malo oborina te vlažna ljeta. Prosječna duljina je 111 mm kod mužjaka te 103 mm kod ženki. Dlaka je na leđima tamno siva do smeđa, a na trbuhu bijela. Parenje traje od ožujka do listopada i u tom periodu ženka okoti prosječno pet mladunaca u šest legala. Ženke imaju četiri sise, a gravidnost traje 21 dan. Poljska voluharica je biljojed; hrani se djetelinom, repom, lucernom, sjemenjem, korijenjem i mahovinom. Jede i člankonošce. Hranu koju će konzumirati tijekom zime sprema u podzemne hodnike. Ljeti čini štete na poljoprivrednim površinama, a zimi u šumi na kori mladih biljaka

(poljski jasen, hrast lužnjak, lipa...). Ljeti su aktivnije danju, a zimi noću. U slučajevima visoke gustoće populacije, rade kolonije koje broje 20-ak jedinki. Štete najčešće uzrokuju guljenjem kore.



Slika 6. *Microtus arvalis*

(izvor:

https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&id=5925C1205BF06BC714E2A96CF2BF27777069B172&thid=OIP.Fh_khKRr8PqJSJBFkoNWKgHaFj&exph=675&expw=900&q=microtus+arvalis&selectedindex=91&ajaxhist=0&vt=0)

Livadna voluharica (*Microtus agrestis*)

Ova vrsta preferira vlažnija staništa sa obiljem prizemnog rašća pa stoga naseljava ravničarske terene, šume, obale, vrištine, zakorovljene sječine. Za njezin pridolazak, najbitnije je gusto razvijen sloj prizemnog rašća. Duljina tijela ne prelazi 120 mm, a rep joj nije nikada dulji od trećine duljine tijela. Dlaka je na leđima smeđa te svjetlija na trbuhu. Slična je poljskoj voluharici, ali je veća. Pari se od veljače do studenog te prosječno ima četiri legla godišnje sa po četiri mladunca u leglu. Gravidnost traje 21 dan. Ženka ima osam sisa. Najčešće jede zeljasto bilje (trave, mahovina, djetelina, šaš), a zimi koru i korijen mlađih biljaka (javor, topola, grab, voćkarice). U nedostatku hrane biljnog podrijetla, jede i animalnu hranu; ličinke iz reda

dvokrilaca (*Diptera*). Na vlažnim terenima grade gnijezda od trave između korijenja, dok na sušim terenima rade podzemne hodnike. Tijekom ljeta aktivnije su noću, a zimi danju. Od ostalih vrsta razlikuje se po karakterističnom mošusnom mirisu te višesložnim zvukovima koje proizvodi u slučaju opasnosti. Štete radi na mlađim stablima guleći koru, pregrizajući tanja stabla i jedući pupove.



Slika 7. *Microtus agrestis*

(izvor:

https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&id=7AC9ADFB9E98B7301092F4284EC048BA566B48A28&thid=OIP_jPIJp11h_Izo3uob9YzDYgHaDN&mediaurl=http%3A%2F%2Fwww.antiparasitaire-bretagne.com%2Fwp-content%2Fuploads%2F2014%2F06%2Fcampagnol3-922x400.jpg&exph=400&expw=922&q=microtus+agrestis&selectedindex=5&ajaxhist=0&vt=2&eim=1.6&ccid=jPIJp11h&simid=607994422677209122&sim=1&pivotparams=insightsToken%3Dccid_Gcd6PWFf*mid_E11D44A18CEC5082DB8BC12F8DAB1CB9F6526C93*simid_608012212458556397*thid_OIP.Gcd6PWFfugBfwjW8oLuiYwHaE8&iss=VSI)

Šumska voluharica (*Myodes glareolus*)

Naziva se još i riđa voluharica. Naseljava močvare, sječine, rubove šuma i oranica, obale vodotoka (Macdonald 2001, Bellamy i sur. 2000, Viro i Niethammer 1982, Spitzenberger 1999). Najčešće ju nalazimo u bukovim šumama sa razvijenim slojem prizemnog rašća. Duljina repa iznosi polovinu duljine tijela čime ona spada u voluharice sa najduljim repom. Leđna strana tijela ima crvenkasto krzno, a trbušna bjelkasto. Na tabanima stražnjih nogu imaju šest zračnih vrećica. Razmnožava se od ožujka do rujna, a prosječno koti četiri mladunca u tri legla. Ženke imaju četiri sise. Gravidnost traje 20 dana. Hrani se zeljastim biljkama, šumskim sjemenjem (bukva, ariš, hrast lužnjak, vrbe, topole), gljivama, a jede i jaja, mlade ptice, žabe, stonoge i slično. Ljeti jede zeljaste biljke i hranu animalnog podrijetla, a u jesen šumske

plodove. U duplje drveća sprema hranu popust oraha, bukvice, lješnjaka. Podzemne hodnike radi relativno plitko (par cm ispod površine, a najviše do 45 cm dubine). Također, radi nadzemna gnijezda u panjevima, dupljama, napuštenim ptičjim gnijezdima. Većinom je dnevna životinja iako je aktivna i noću. Često se može vidjeti na drveću. Jedinke se međusobno družu samo s drugim jedinkama istog spolnog statusa (spolno zrele sa spolno zrelima i obrnuto). Prirodni neprijatelji su kune, divlja mačka, ptice grabljivice. Štete radi oštećivanjem kore i do pet metara u visinu te jedući sjemenje.



Slika 8. *Myodes glareolus*

(izvor:

https://www.google.hr/search?q=Myodes+glareolus&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjBnveEyLvkAhWlaFAKHfQCCiUQ_AUIEigB&biw=1366&bih=625#imgrc=KfXyiExNr5E5oM:)

Vodeni voluhar (*Arvicola terrestris*)

Vodeni voluhar obitava na dva tipa staništa; na vlažnom, ali ne močvarnom staništu uz vodu i na suhom staništu u blizini vode. Leđna strana krzna je tamno smeđa do crna, trbušna strana je svjetlija. Veličina tijela je 120-220 mm, duljina repa ne prelazi duljinu tijela. Razmnožava se od ožujka do listopada, okoti od dva do šest mladih u dva do pet legala godišnje. Hrani se travama, zeljastim bilje, korijenjem i korom. Štete radi na kori mladog drveća.



Slika 9. *Arvicola terrestris*

(izvor: [https://stetnici.sumins.hr/SumskiStetnici/vodeni_voluhar_\(arvicola_amphibius\)](https://stetnici.sumins.hr/SumskiStetnici/vodeni_voluhar_(arvicola_amphibius)))

2.6. Štete od glodavaca na šumskom drveću

Iako glodavci kao značajna karika šumskih ekosustava pomažu u rasprostiranju sjemena, humifikaciji tla, regulaciji brojnosti insekata, kruženju organskih i anorganskih tvari te služe kao hrana mnogim predatorima, u ovom poglavlju bit će istaknuta njihova negativna strana u obnovi šumskih sastojina.

Štete od glodavaca na našim su prostorima pismeno zabilježene još 1881. u Šumarskom listu, gdje se spominju masovne pojave glodavaca. Kada govorimo o štetama u šumskim ekosustavima, prvenstveno se misli na oštećivanje mladih stabala; jedenje kore i korijenja, odgrizanje pupova, te jedenje šumskog sjemena. Ovakve štete puno su češće zabilježene u listopadnim šumama nego u crnogoričnim. Štete na mladim biljkama smatra se da češće uzrokuju vrste iz potporodice *Arvicolinae*, dok štete na sjemenu dominantno uzrokuju vrste iz potporodice *Murinae* (Margaletić 2001, Moraal 1993, Jacob i Tkadlec 2010).



Slika 10. Šteta na korijenu

(izvor: Marko Boljfećić)



Slika 11. Šteta od glodavaca na žiru

(izvor: Marko Boljfećić)

Pojavnost i povećanje brojnosti populacije uvjetovano je nizom čimbenika; veće štete zabilježene su u nizinskim šumama, na prostorima sa puno travnate vegetacije i prizemnog rašća, u uvjetima rjeđih i kratkotrajnih poplava. Još jedan od preduvjeta je puni urod sjemena. Naime, godinu nakon punog uroda žira ili bukvice zabilježena je masovna pojava glodavaca gdje se oni zbog velike količine dostupne hrane masovno počnu razmnožavati. Sustavno praćenje brojnosti populacije, održavanje šumskog reda i pravovremena redukcija brojnosti populacije preduvjet su za kontroliranje ovih štetnika. Još jedan problem s kojim se susrećemo, a vezan je uz pojavu glodavaca, odnosi se na zoonoze; bolesti koji se prenose između čovjeka i životinja, a za koje su sitni glodavci rezervoari.

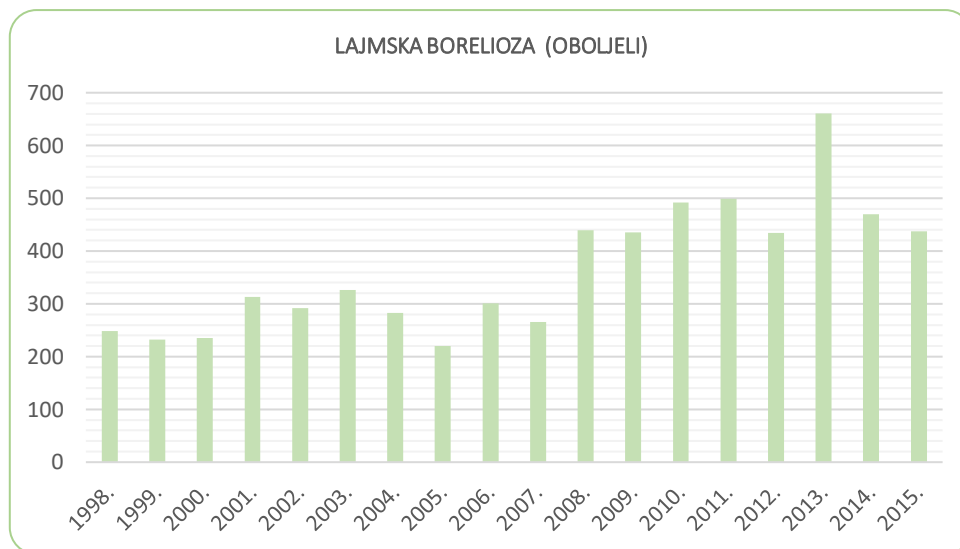
2.7. Zoonoze

Prema definiciji Svjetske Zdravstvene Organizacije (SZO): „Zoonoze su one bolesti koje se prenose između životinja i čovjeka prirodnim putem. Glodavci prenose preko 60 različitih bolesti koje mogu zaraziti čovjeka. Sama jedinka ne obolijeva, već je prijenosnik bolesti na druge sisavce, pa tako i na čovjeka. Najčešći uzročnici bolesti su bakterije, gljivice, virusi, paraziti, rikecije i prioni, dok su najčešće prenosive bolesti kod nas lajmska boreliozna, krpeljni meningoencefalitis, leptospiroza i hemoragijska vrućica s bubrežnim sindromom. Zaraza se odvija direktno putem onečišćenog aerosola, kontakta sa slinom, fecesom ili urinom zaražene životinje, preko otvorenih rana ili putem vektora kao što su hematofagni člankonošci (npr. komarci ili krpelji).

Lajmska boreliozna

Bolest je prvi put opisana 1975. godine u gradu Lyme, dok je u Hrvatskoj prvi put izolirana 1991. godine. Lajmska boreliozna je bolest koja se prenosi ugrizom zaraženog krpelja vrste *Ixodes ricinus* ili *Dermacentor reticulatus* koji parazitiraju na sitnim glodavcima. Uzročnik bolesti je bakterija pod nazivom *Borrelia burgdorferi*. Rezervoari bolesti su krupna divljač i sitni glodavci (šumski miš, poljski miš, žutogrli šumski miš, šumska voluharica te sivi puh). Bakterija u krvotok ulazi putem sline zaraženog krpelja koji mora sisati krv minimalno 36-48 sati kako bi bakteriju prenio na čovjeka. Prvi i najčešći simptom zaraze ovom bolesti je erythema migrans, kožna promjena koja se očituje kao crvenilo na proksimalnom dijelu ekstremiteta ili na trupu, 3-32 dana nakon uboda, veličine do 50 cm. Ostali simptomi su

mučnina, vrtoglavica, povišena tjelesna temperatura, općenito osjećaj slabosti cijelog organizma. Ako je bolest otkrivena u ranijem stadiju, liječi se antibioticima. Neke od trajnih posljedica u slučaju kasnijeg otkrivanja bolesti su kronični artritis te trajna oštećenja živčanog sustava.



Grafikon 1. Prikaz godišnjeg broja oboljelih i umrlih od lajmske borelioze u Hrvatskoj za period od 1998.-2015. godine (izvor: HZJZ 2016)

Krpeljni meningoencefalitis (KME)

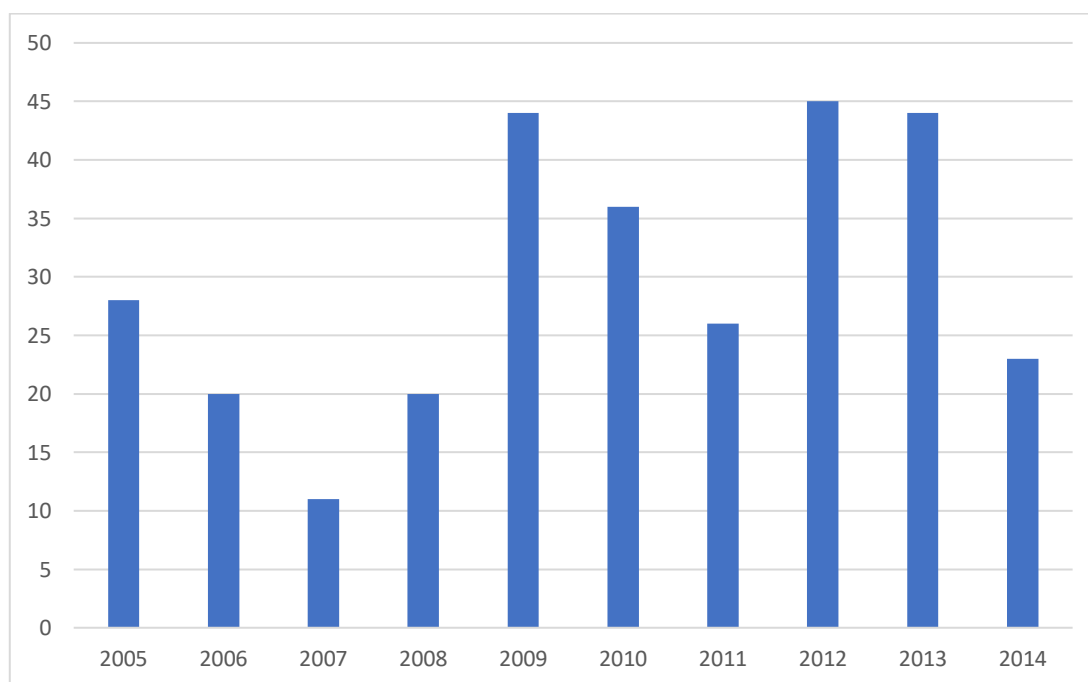
Bolest je prvi put opisana u Finskoj 1931. godine. KME je bolest koju uzrokuje RNA virus iz porodice Flaviviridae, a rezultat je upala središnjeg živčanog sustava. Postoje tri podvrste virusa s različitim kliničkim prezentacijama: zapadnoeuropski tip, sibirski tip te dalekoistočni tip. Dalekoistočni tip je teži i nerijetko ima visoku stopu smrtnosti, dok u Hrvatskoj i drugim okolnim zemljama prevladava zapadnoeuropski tip krpeljnog meningoencefalitisa s blažim tijekom bolesti. Godišnje se u Hrvatskoj u prosjeku prijavi 25 osoba oboljelih od krpeljnog meningoencefalitisa. Iz godine u godinu taj broj oscilira, pa je tako u prošlom desetljeću najveći broj oboljelih zabilježen 2004. godine (35 osoba), a najmanji 2007. godine (11 osoba). Bolest prenose krpelji na čovjeka putem sline, a rezervoari su mišoliki glodavci. Nakon razdoblja inkubacije koje traje između jednog i dva tjedna, u 90 posto pacijenata se javljaju simptomi nalik gripi kao što su opća slabost, glavobolja, povišena tjelesna temperatura i bolovi u mišićima cijelog tijela. Slijedi razdoblje latencije ili zatišja (period bez simptoma) u trajanju od 4 do 10 dana, nakon čega se kod manjeg broja bolesnika naglo javlja druga, meningoencefalitična faza. U toj fazi se uz opće simptome javljaju i znakovi upale

mozga, moždanih ovojnica ili leđne moždine, što u najtežim slučajevima može dovesti i do paralize dišne muskulature te smrtnog ishoda. (izvor: web stranica *Pliva zdravlje*). Moguća je preventivna primjena cjepiva te pasivna imunizacija, u slučaju da se ubod dogodio u području visokog rizika od oboljenja.

Tablica 2. Broj oboljelih od KME u razdoblju 2005-2014. godina u Hrvatskoj

Godina	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Br.oboljelih	28	20	11	20	44	36	26	45	44	23

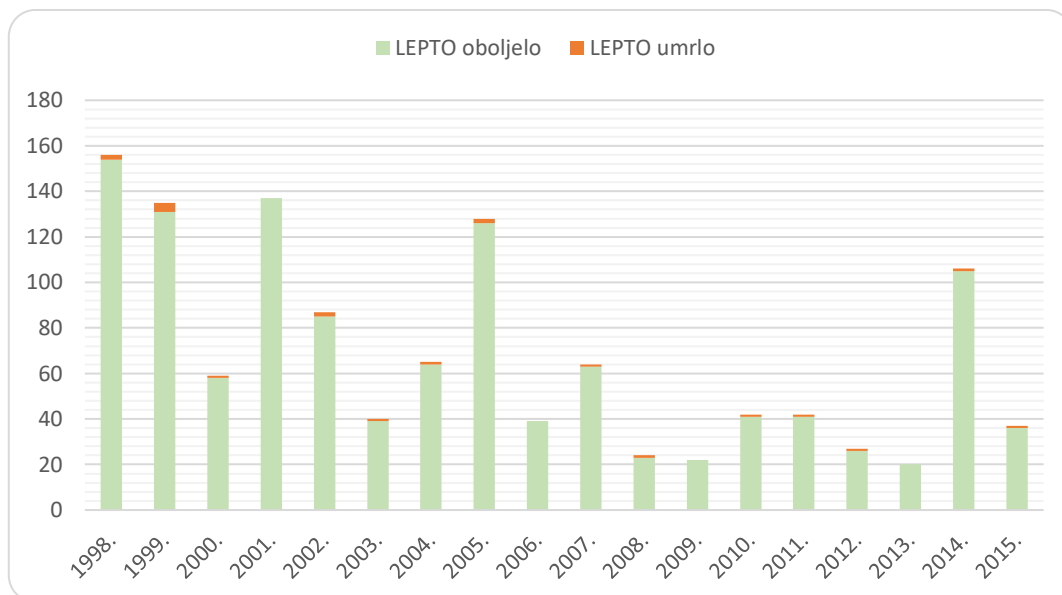
(izvor: Hrvatski institut javnog Instituta za epidemiološke usluge središnjeg zdravstvenog centra za EPIDEMIOLOGIJU
Ministarstva zdravstva)



Grafikon 2. Broj oboljelih od KME u RH u razdoblju 2005.-2014. godine

Leptospiroza

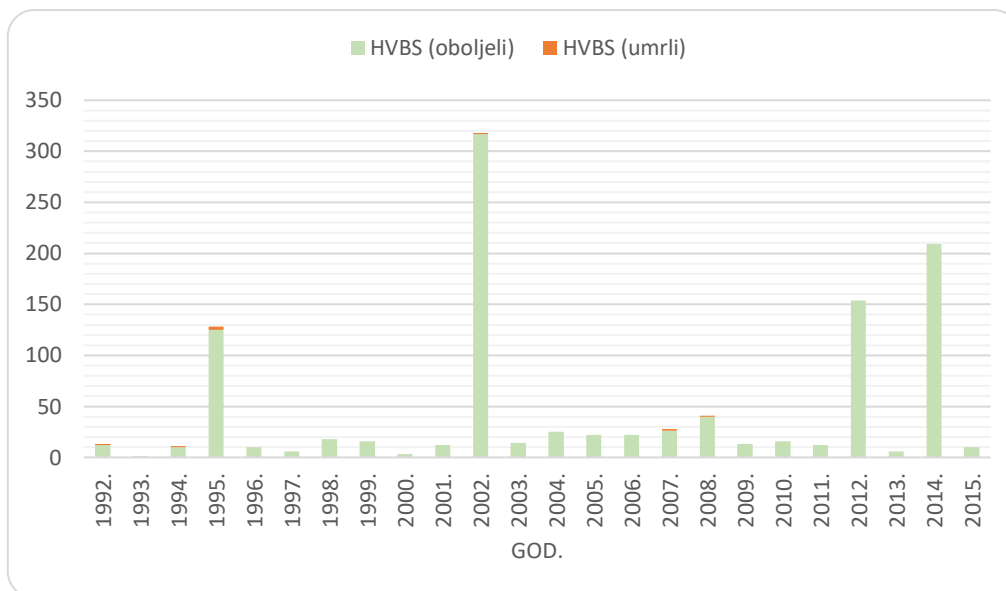
Bolest uzrokuju spiralne bakterije iz roda *Leptospira* koje žive u vodi ili kao paraziti kralježnjaka. Rezervoari bolesti bitni za šumarstvo su najčešće mišoliki glodavci koji ne obolijevaju od ove bolesti, već uzročnike putem urina dalje prenose kontaminirajući vodu i tlo. Bolest se izrazito širi u tzv. mišjim godinama, kada dođe do masovne pojave mišolikih glodavaca, zbog čega se bolest brže širi te broj oboljelih višestruko poraste. Simptomi leptospiroze kod čovjeka su najčešće kratkotrajne febrilne bolesti. Kod kasnog otkrivanja bolesti može doći do trajne glavobolje, depresije te upale očiju. Bolest se liječi provođenjem terapije *magna sterilisans*, odnosno apliciranjem životinjskog penicilina i streptomcina.



Grafikon 3. Prikaz godišnjeg broja oboljelih i umrlih od leptospiroze u Hrvatskoj za period od 1998.-2014. godine (izvor: HZJZ 2016)

Hemoragijska vrućica s bubrežnim sindromom (HVBS) ("mišja groznica")

Hemoragijska vrućica s bubrežnim sindromom je skupina klinički sličnih bolesti uzrokovanih hantavirusima iz obitelji Bunyaviridae. Tipovi hantavirusa koji uzrokuju hemoragijsku vrućicu s bubrežnim sindromom su Hantaan, Dobrava, Saaremaa, Seoul i Puumala (Gill i sur. 2000, Benenson i Chin 1995, Markotić, 2010). Prenositelji bolesti su sitni glodavci, a od kojih se čovjek zarazi nakon izlaganja zaraženom urinu, izmetu, slini ili kontaminiranom aerosolu. Prugasti poljski miš (*Apodemus agrarius*) prenosi Saaremaa i Hantaan virus, smeđi ili norveški štakor (*Rattus norvegicus*) Seoul virus, voluharica (*Clethrionomys glareolus*) je prijenosnik Puumala virusa te žutogrli šumski miš (*Apodemus flavicollis*) Dobrava virusa. Simptomi kao što su temperatura, bolovi u leđima i mišićima, zatim jake glavobolje, proljev i povraćanje javljaju se jedan do dva tjedna nakon infekcije. U kasnijim fazama javljaju se bubrežna zatajenja i petehijalna krvarenja. Tijek bolesti se može podijeliti u pet faza: febrilna, hipotenzivna, oligurijska, poliurijska i rekonvalescentna. Ovakav tijek najčešće susrećemo kod virusa Dobrava, a rjeđe kod virusa Puumala. U liječenju hemoragijske vrućice s bubrežnim sindromom ključno je nadoknaditi izgublenu tekućinu i elektrolite, održavati normalnu razinu krvnog tlaka i kisika te liječiti sekundarne infekcije. Ponekad se kod oboljelih primjenjuje i dijaliza. Razvoj bolesti se ublažava primjenom antivirusnog lijeka ribavarina.



Grafikon 4. Prikaz godišnjeg broja oboljelih i umrlih od HVBS-a u Hrvatskoj za period od 1992.-2014. godine (izvor: HZJZ 2016)

2.8. Metode utvrđivanja brojnosti populacije sitnih glodavaca

Brojnost jedinki iskazujemo putem relativne i apsolutne brojnosti. Relativna brojnost se iskazuje kao omjer ulovljenih jedinki u odnosu na ukupan broj postavljenih klopki, u postocima. Apsolutna brojnost je definirana brojem jedinki neke vrste po jedinici površine.

Od metoda koje razlikujemo u šumarskoj praksi, a vezane su za utvrđivanje brojnosti populacije sitnih glodavaca, razlikujemo direktne i indirektne metode. Direktne metode odnose na izlov i dijele se na živolov i mrtvolov, a indirektne se metode odnose na brojanje aktivnih rupa ili postavljanje mamaca. Indirektne metode ne daju informaciju o brojnom stanju štetnika, zahtjevaju manje radne snage i vremena.

Postavljanje lovne površine

Lovna površina se sastoji od pet redova sa po 10-20 zamki u svakom redu. Razmak između mrtvolovki u redu je 2 m, a razmak između redova je šest metara. Postavlja se minimalno jedna, a preporuča se do tri ovakve površine po područjima gdje je ugrožen podmladak.

Lovna linija postavlja se kroz pomladnu površinu tako da je razmak između mrtvolovki dva metra. Cilj je obuhvatiti što više tipova staništa pa je bolje da linija nije pravocrtna već lagano vijuga. Ove metode zahtijevaju najmanje 50 zamki koje se kontroliraju 24 i 48 sati nakon

postavljanja. Izlove je najbolje obavljati u proljetnom (ožujak, travanj) i jesenskom periodu (rujan, listopad). Rezultati se prikazuju kroz relativnu brojnost i indeks brojnosti pri čemu je:

Relativna brojnost (RB) (%) = \sum glodavaca / br. zamki;

Indeks brojnosti (I) = 100 LKN x \sum voluharica / LKN ispravljeni;

LKN = ukupan broj zamki (mrtvolovki) x broj noći;

LKN ispravljeni = 100 LKN - broj zamki s drugim ulovljenim glodavcima uključujući i druge vrste slučajno ulovljenih životinja - broj aktiviranih zamki bez ulova.

U slučaju da je jedna vrsta prisutna u minimalno 5% ulova na 100 lovnih klopka-noći preporučaju se mjere kontrole. U slučaju da je ulovljeno više štetnih vrsta, i ako one skupa čine 10% ulova na 100 lovnih klopka-noći, također se preporuča kontrola njihovih populacija.

Brojanje aktivnih rupa vrši se tako da se postave četiri parcele površine 250 m² (16 x 16 m). Na tim površinama zatvore se zemljom sve vidljive rupe koje se nakon 24 sata ponovno pregledavaju, odnosno bilježi se broj otvorenih rupa. Kritični brojevi kod šumskih kultura su od 2-3 aktivne (otvorene) rupe/250 m² ($\geq 8/1000$ m²).

Postavljanje mamaca: kao mamac služe izbojci jabuke, bukve ili graba. Postavlja se 25-50 izbojaka koji se postavljaju okomito u tlo na dubinu od 10 cm. Izbojci se postavljaju u liniju s međusobnim razmakom od dva metra. Ostavljaju se dva tjedna te kontroliraju minimalno jednom tjedno. Metoda se radi u kolovozu i listopadu. Ako je brojnost nagrizenih izbojaka ≥ 20 % preporuča se kontrola brojnosti (Bjedov, Vucelja, Margaletić, 2013.).

Tehnički se ove metode dijele na primarne, sekundarne i tercijarne. U primarnu metodu spada „Y“metoda te metoda ponovnog ulova, dok u sekundarnu metodu spada metoda linearnog transekta. Tercijarna metoda odnose se na brojanje aktivnih rupa, analizom izmeta ili tragova.

2.9. Metode zaštite od glodavaca

Metode suzbijanja glodavaca dijele se na biološke, mehaničke, fizikalne i kemijske. Preventivne se odnose na primjenu tehničkih i higijenskih mjera i postupaka koji smanjuju mogućnost zadržavanja, hranjenja i opstanka glodavaca.

Biološke metode se odnose na održavanje biološke ravnoteže, prisutnost prirodnih neprijatelja (zmijske, kune, lasice, lisice, ptice grabljivice), a razvijene su i metode suzbijanja pomoću mikroorganizama i kanibalizam. Obje metode su brzo napuštene. Kanibalizam se pokazao kao skupa, nehumana i komplicirana metoda. Kod suzbijanja mikroorganizmima korištene su bakterije *Salmonella typhimurium* i *Salmonella enteritidis-gartneri*. Metoda je napuštena zbog brzog razvijanja imuniteta i velike opasnosti za čovjeka.

Mehaničke metode su jedne od najstarijih, a odnose se na različite klopke za hvatanje i ubijanje te ljepljive trake.

Kod fizikalnih metoda koristi se zvuk, svjetlost ili elektromagnetne valove u svrhu rastjerivanja glodavaca. Kod zvuka se koriste frekvencije koje iritiraju glodavce ili pak one koje oponašaju ptice grabljivice. Svjetlost se koristi kao metoda kod osvjetljavanja područja kretanja glodavaca noću. Elektromagnetni valovi su nova metoda koja još nije dovoljno istražena.

Kemijska metoda odnosi se na trovanje rodenticidima. Rodenticidi se primjenjuju kao probavni otrovi (akutni i antikoagulanti), plinovi (nervni i zagušljivci) te kemosterilizanti (zatrovani mamci).

Trovanje rodenticidima kao metoda zaštite od glodavaca počinje u četrdesetim godinama prošlog stoljeća. Održala se do danas zbog jednostavne primjene na velikim površinama i učinkovitosti.

Aktivna tvar je antikoagulant⁵, dok se ne-antikoagulanti primjenjuju u slučaju otpornosti na antikoagulante.

Djelovanje antikoagulanata očituje se u uzrokovanju poremećaja u mehanizmu grušanja krvi. U zdravim organizmima, u slučaju povrede kapilara, iz protrombina prisutnog u krvi, djelovanjem enzima trombokinaze i uz prisustvo kalcijevih iona stvara se trombin. Trombin u krvnoj plazmi djeluje na tekući fibrinogen i pretvara ga u čvrsti fibrin koji zatvara oštećena mjesta. U zdravom organizmu, protrombin se neprekidno stvara u jetri djelovanjem enzima koji kao aktivnu skupinu ima vitamin K1. U nedostatku vitamina K1 jetra ne stvara dovoljno protrombina i u krvi ga ima sve manje, a kroz 24 sata padne na tako nizak nivo da je potpuno onemogućeno zgrušavanje krvi. Uneseni u organizam glodavca, antikoagulanti potiskuju iz enzima vitamin K1 i ubacuju se na njegovo mjesto. Enzim postaje neaktivan (blokiran) i više ne može stvarati protrombin, a bez protrombina ne stvara se trombin, bez kojeg ne može doći

⁵ Aktivna tvar ili djelatna tvar je nositelj djelovanja sredstva

do zgrušavanja krvi i stvaranja čvrstog fibrina, a bez fibrina, krvne kapilare propuštaju krv u unutarašnjost organizma. Antikoagulanti osim što onemogućuju stvaranje protrombina, usput blokiraju i stvaranje ostalih faktora važnih u koagulaciji krvi (faktori VII., IX. i X.) pa dolazi do propusnosti zidova krvnih žila i kapilara, a glodavci postepeno slabe i ugibaju. Prvi znaci otrovanja su krv u mokraći, krvarenje iz sluznice njuške, krvavi feces, krvarenje u mišićima, zglobovima, koži. Zbog propusnosti i pucanja kapilara, dolazi do postupnog izljevanja krvi u tjelesnu šupljinu i smrti glodavaca (izvor: Hrvatski časopis za javno zdravstvo, vol 7, broj 28, 7. listopada 2011. Dostupno na: <https://www.hziz.hr/cat/hrvatski-casopis-za-javno-zdravstvo/>). Antikoagulante dijelimo na antikoagulante prve generacije i antikoagulante druge generacije. Razlika je u broju uzimanja i u brzini djelovanja: kod prve generacije je uzimanje višekratno i jedinka ugiba nakon pet do deset dana, a kod druge generacije je jednokratno te smrt nastupa nakon pet do šest dana.

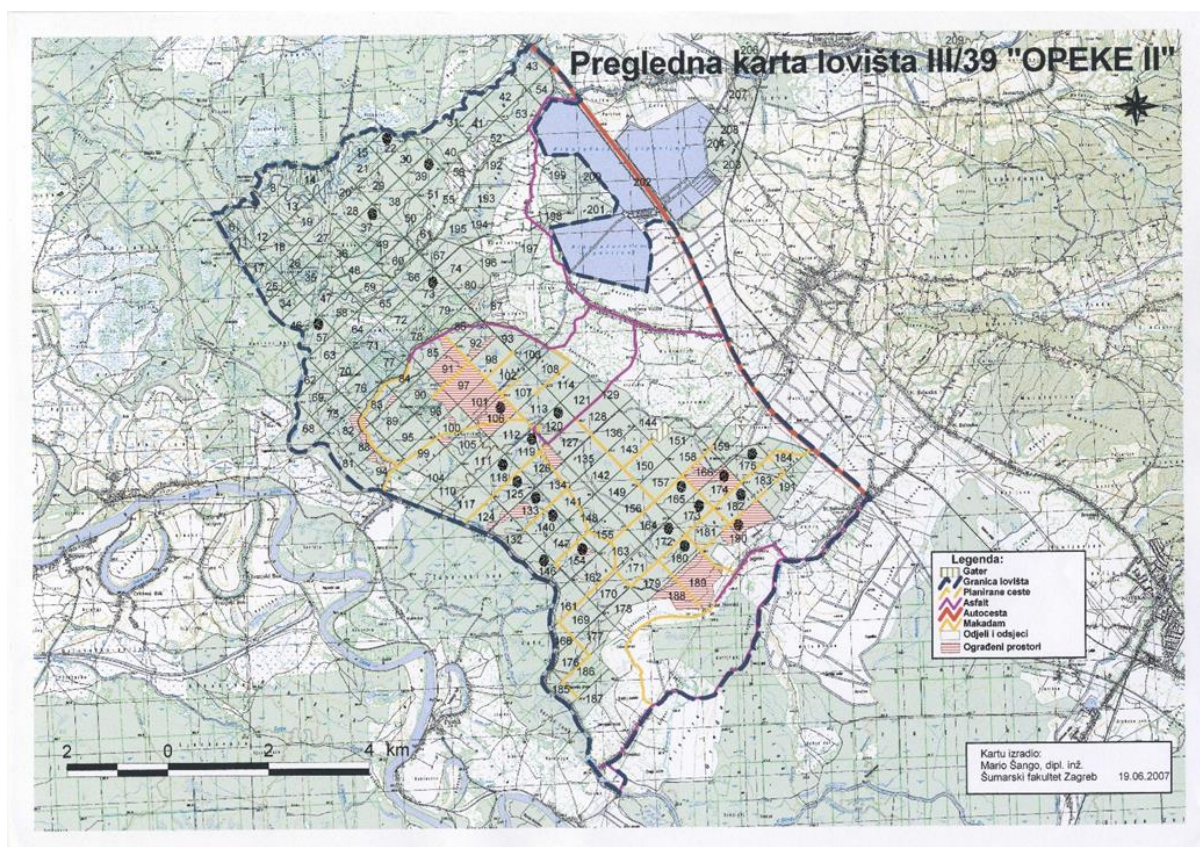
3. CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj istraživanja jest provesti prostorno vremensku analizu višegodišnjeg praćenja brojnosti sitnih glodavaca u razdoblju od 2009. do 2018. godine na području šumarije Lipovljani (UŠP Zagreb) sa naglaskom na analizu strukture populacija, odnosno zastupljenost potporodica miševa (*Murinae*) i voluharica (*Arvicolinae*).

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

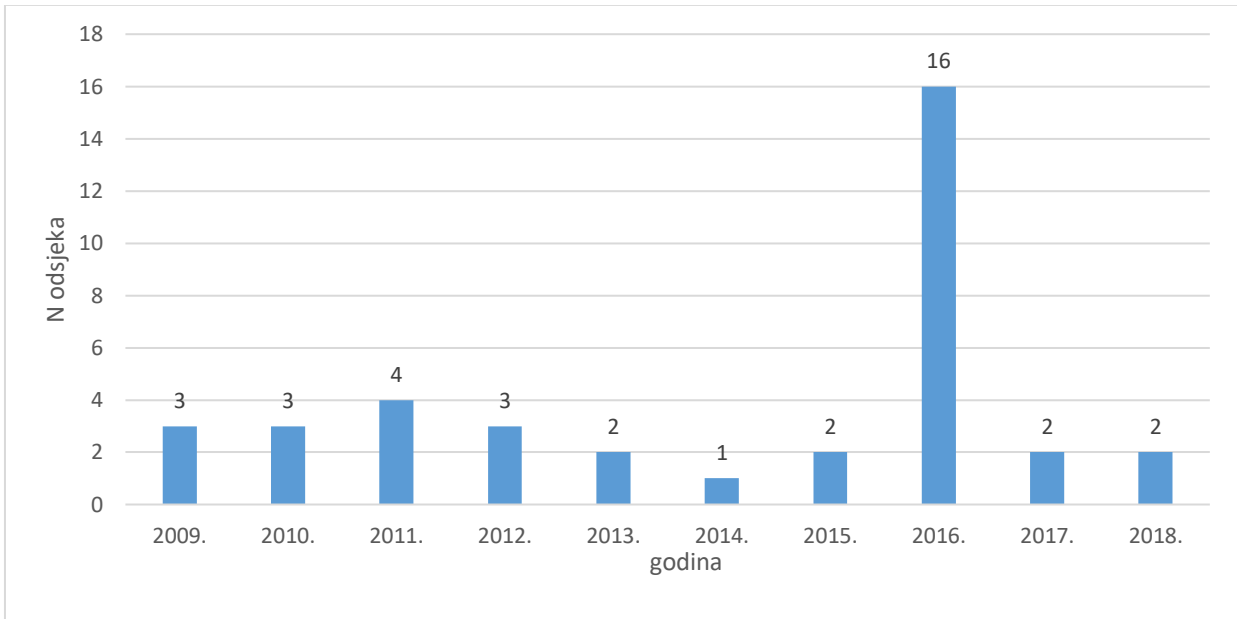
Na području šumarije Lipovljani u razdoblju od 2009. do 2018. godine tijekom 127 izlova na 23 lokaliteta postavljeno je 5686 klopki. Uzorkovano je 1196 glodavaca, od čega 964 (80,6%) glodavca iz potporodice miševa i 232 (19,4%) glodavca iz potporodice voluharica.

Lokaliteti praćenja brojnosti glodavaca na području šumarije prikazani su na slici 12.

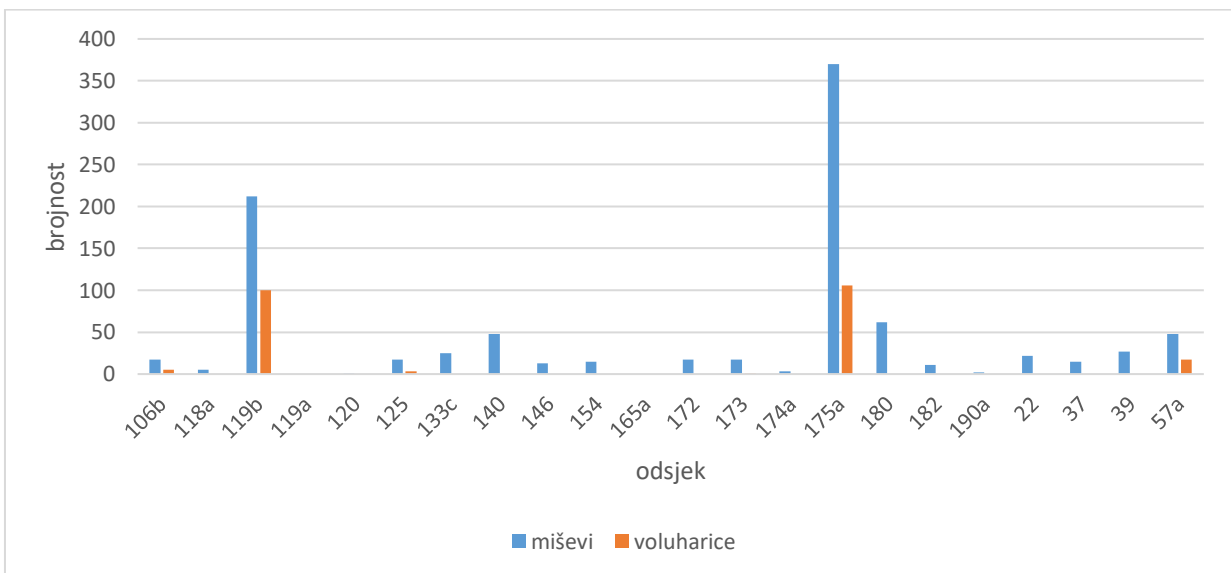


Slika 12. Lokaliteti praćenja brojnosti sitnih glodavaca na području šumarije Lipovljani u razdoblju 2009.-2018. godina

Broj odsjeka u kojima je vršeno uzorkovanje glodavaca u navedenom periodu prikazan je u grafikonu 5. Detaljniji prikaz područja izlova prikazan je u Prilogu 1. Brojnost uzorkovanih jedinki glodavaca prema potporodicama i lokalitetima uzorkovanja prikazan je na grafikonu 6.

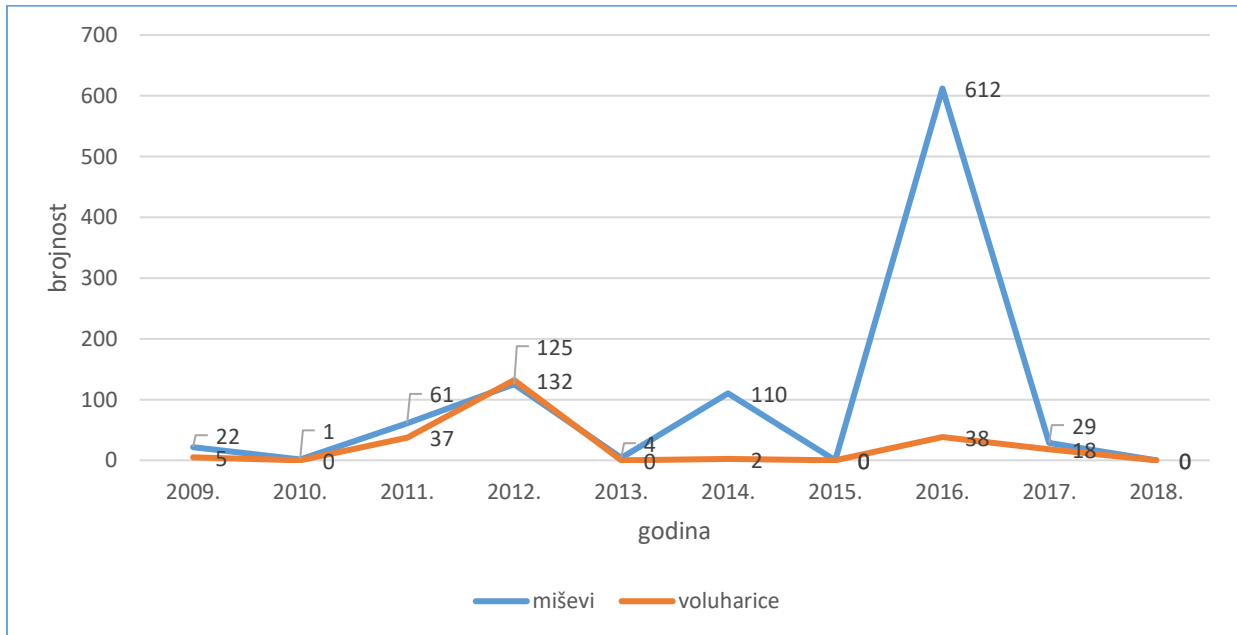


Grafikon 5. Broj (N) odsjeka šumarije Lipovljani u kojima je obavljen izlov glodavaca od 2009.-2018. prema godinama uzorkovanja



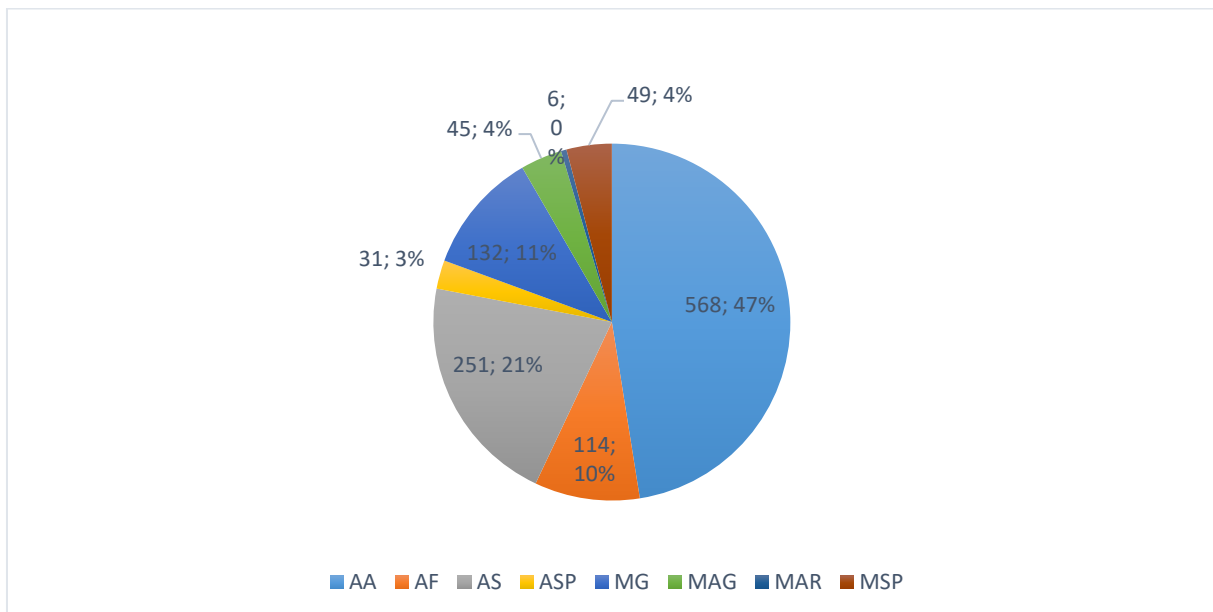
Grafikon 6. Broj (N) uzorkovanih jedinki glodavaca prema potporodicama (miševi i voluharice) i lokalitetima uzorkovanja na području šumarije Lipovljani u razdoblju od 2009. do 2018. godine

U grafikonu 7 prikazan je broj uzorkovanih miševa i voluharica po godinama u razdoblju od 2009. do 2018. godine.



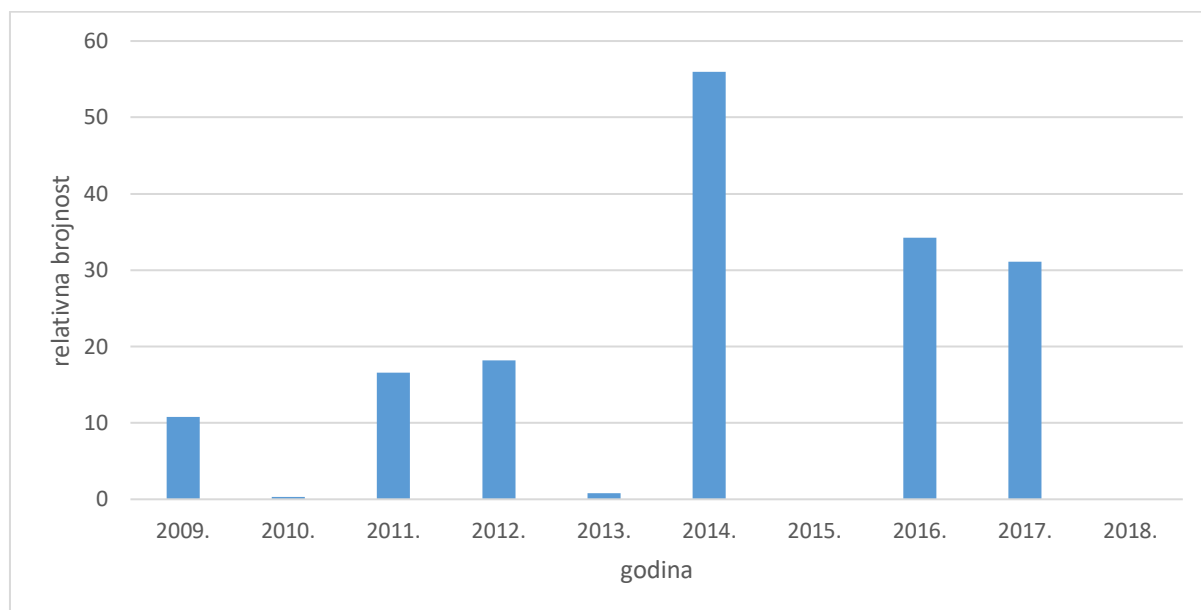
Grafikon 7. Broj (N) uzorkovanih glodavaca (miševa i voluharica) na području šumarije Lipovljani u razdoblju od 2009. do 2018. godine

Na grafikonu 8 prikazana je brojnost i udio vrsta miševa i voluharica u periodu od 2009. do 2018. god. Detaljan prikaz rezultata izlova glodavaca prema odsjecima, vrstama glodavaca i vremenu uzorkovanja i nalazi se u Prilogu 2.



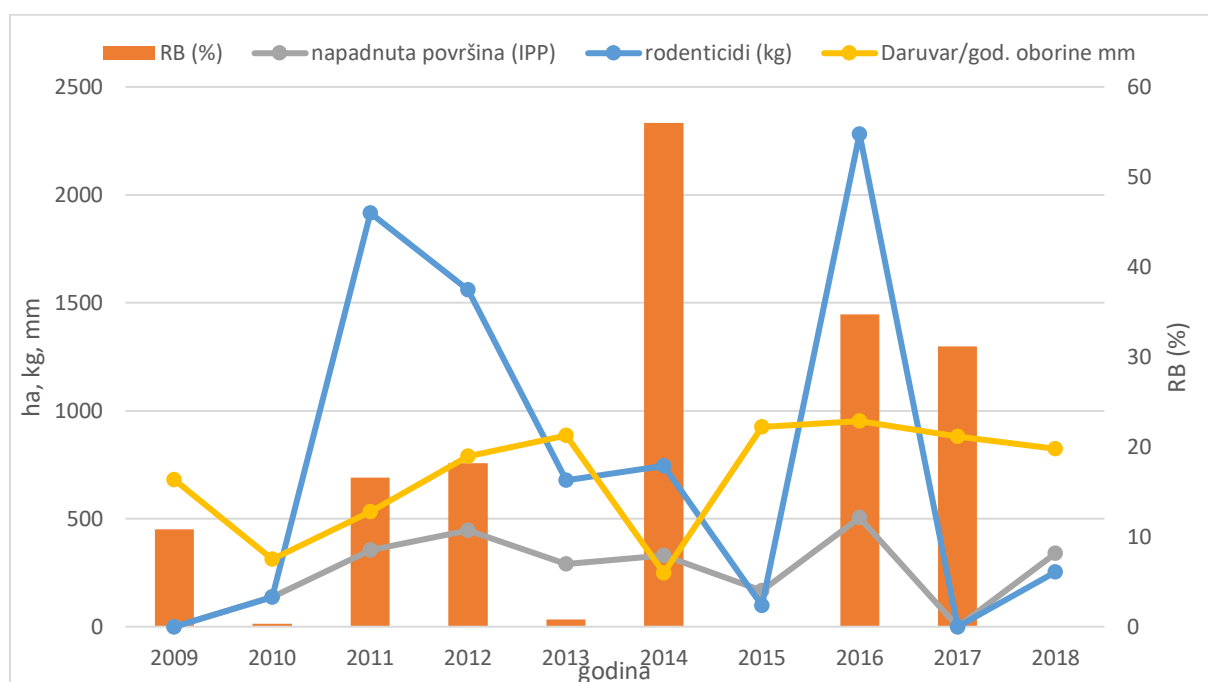
Grafikon 8. Zastupljenost vrsta glodavaca (miševa i voluharica) uzorkovanih na području šumarije Lipovljani u razdoblju od 2009. do 2018. godine

U grafikonu 9 prikazana je dinamika relativne brojnosti glodavaca tijekom desetogodišnjeg razdoblja njihova uzorkovanja na području istraživanja.



Grafikon 9. Relativna brojnost (RB) glodavaca na području šumarije Lipovljani u razdoblju od 2009. do 2018.

Grafikon 10 prikazuje godišnje oscilacije relativne brojnosti, napadnute površine, izloženog rodenticida te godišnje količine oborina, a detaljniji prikaz nalazi se u tablici 3.



Grafikon 10. Relativna brojnost (%) glodavaca na području šumarije Lipovljani, napadnuta površina od glodavaca (ha), utrošenog rodenticida (kg) te godišnja količina oborina (mm)

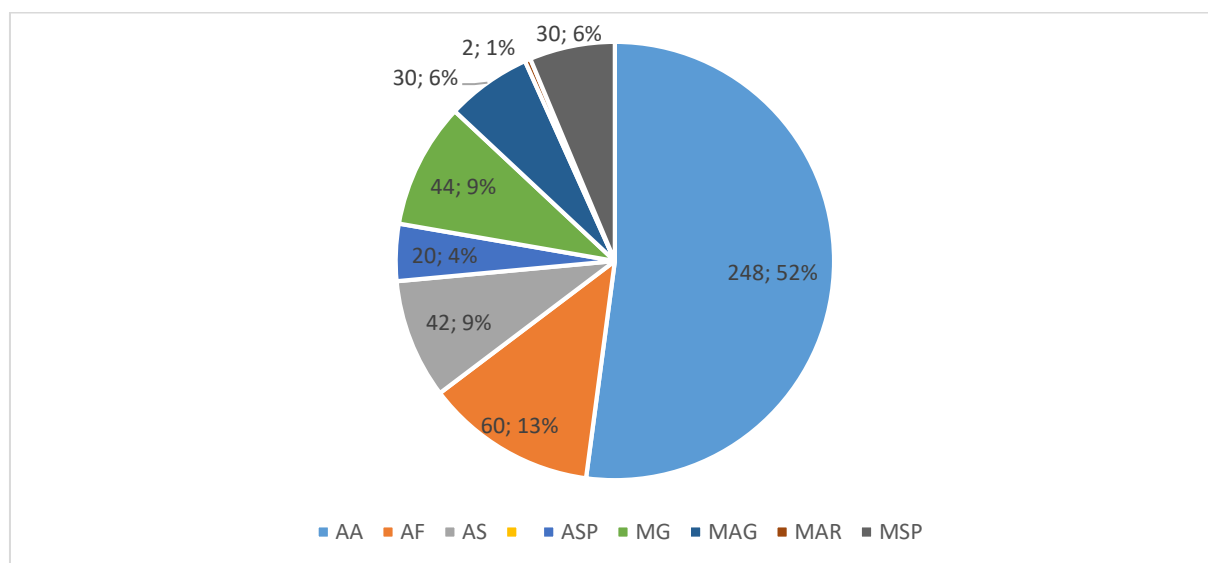
Tablica 3. Multipla korelacija relativne brojnosti, napadnute površine od glodavaca, utrošenog rodenticida i oborina

	RB (%)	napadnuta površina (ha)	rodenticidi (kg)	Godišnja količina oborina (mm)
RB (%)	1			
napadnuta površina (ha)	0,2342088	1		
Rodenticidi (kg)	0,36253731	0,835801776	1	
Godišnja količina oborina (mm)	-0,29409	0,079379246	0,082008107	1

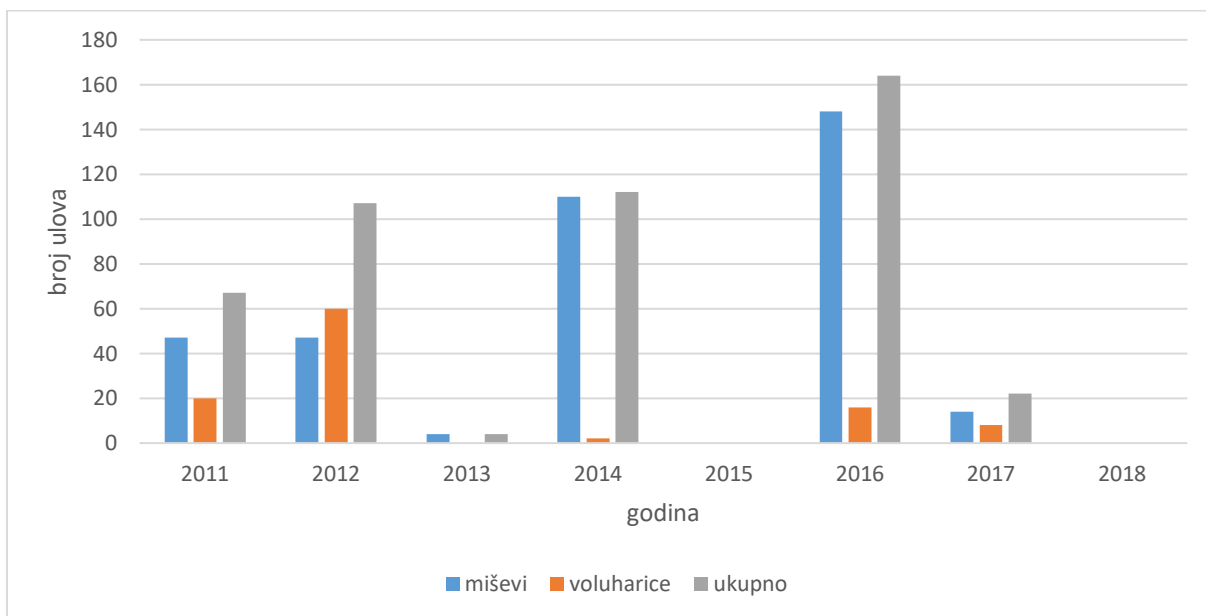
U nastavku rada slijedi detaljnija analiza ulova za odsjeke unutar kojih je praćenje glodavaca bilo obavljeno tijekom najmanje tri godine (odsjeci 175a, 119b i 57a). Detaljniji podaci za svaki odsjek nalaze se u prilogu 2.

Odsjek 175a

U odsjeku 175a (u periodu 2011.-2018.) tijekom 2266 klopka- noći ulovljeno je 476 glodavaca od čega 370 (77,7%) miševa i 106 (22,3%) voluharica. Broj ulovljenih jedinki, odnosno zastupljenost vrsta uzorkovanih glodavaca vidljiv je u grafikonu 11, a dinamika ulova prikazana je u grafikonu 12.

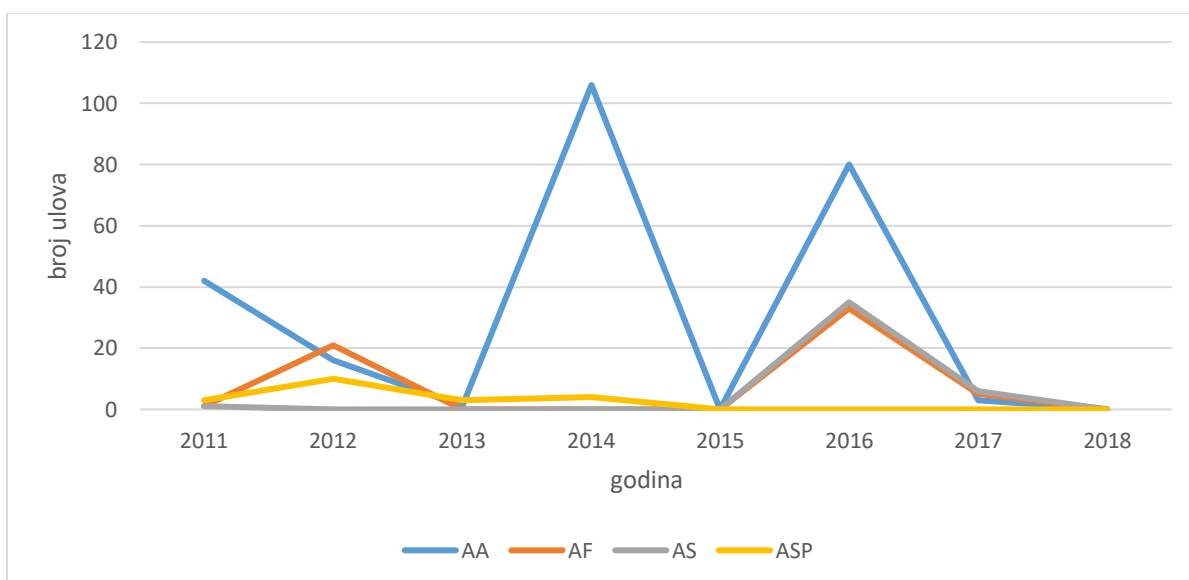


Grafikon 11. Udjeli vrsta glodavaca uzorkovanih u odsjeku 175a u razdoblju od 2011. do 2018. godine

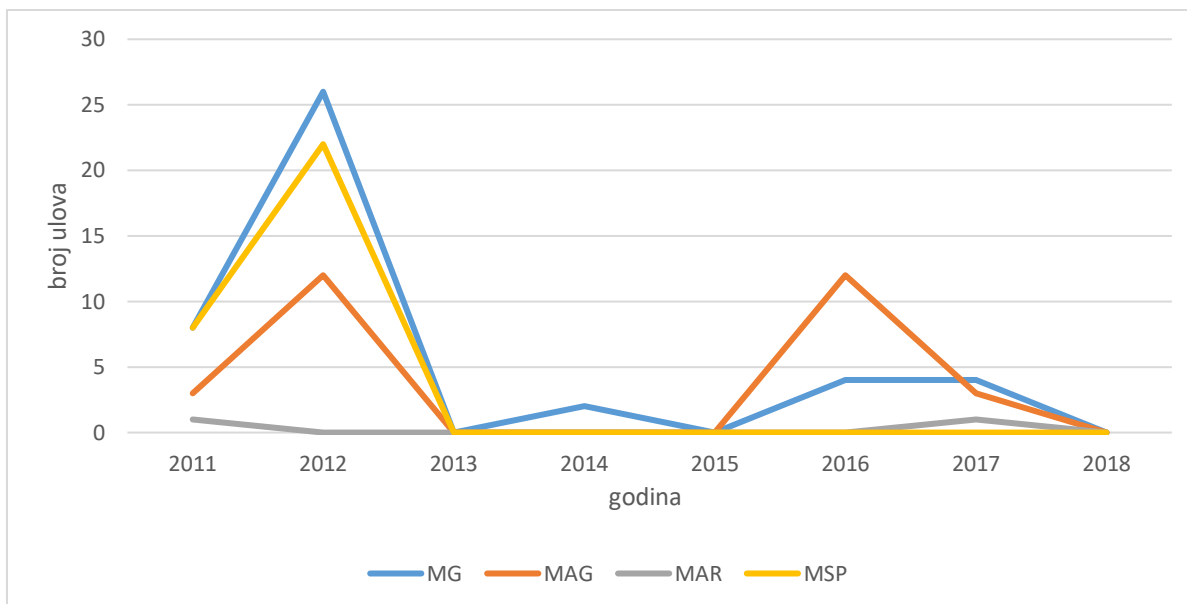


Grafikon 12. Dinamika ulova glodavaca (miševa/voluharica) u odsjeku 175a u razdoblju od 2011. do 2018. godine

U grafikonima 13 i 14 prikazani su ulovi glodavaca po vrstama unutar potporodica tijekom godina uzorkovanih u odsjeku 175a.

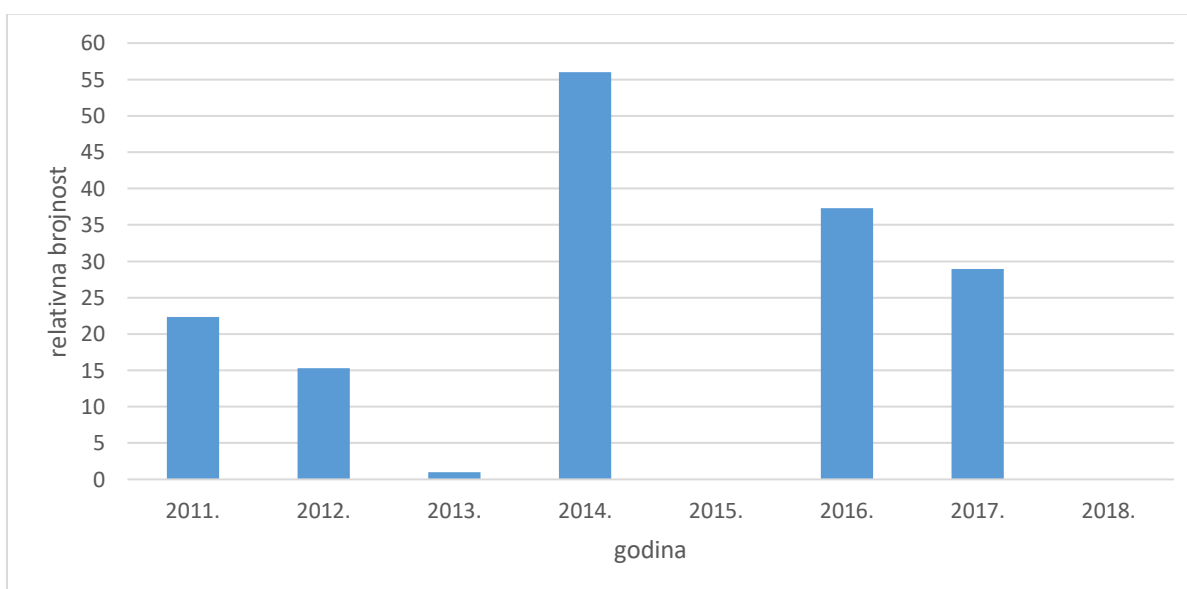


Grafikon 13. Dinamika ulova vrsta miševa uzorkovanih u odsjeku 175a u razdoblju od 2011. do 2018. godine

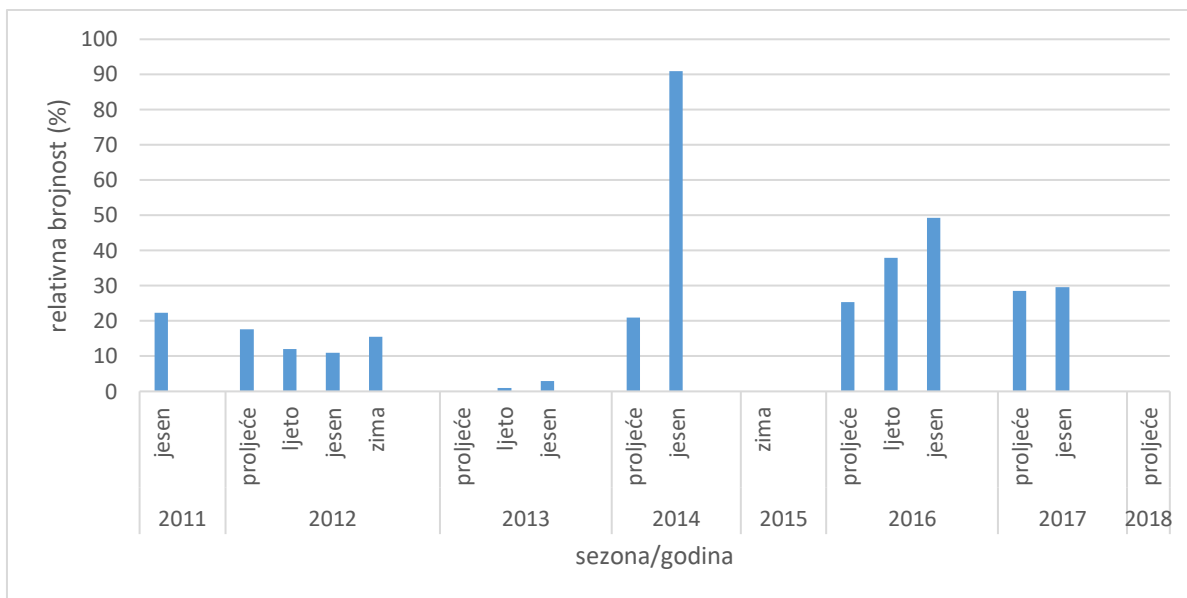


Grafikon 14. Dinamika ulova vrsta voluharica uzorkovanih u odsjeku 175a u razdoblju od 2011. do 2018. godine

Prikaz relativne brojnosti tijekom godina vidljiv je u grafikonu 15, a detaljniji prikaz relativne brojnosti po godišnjim dobima vidljiv je u grafikonu 16.

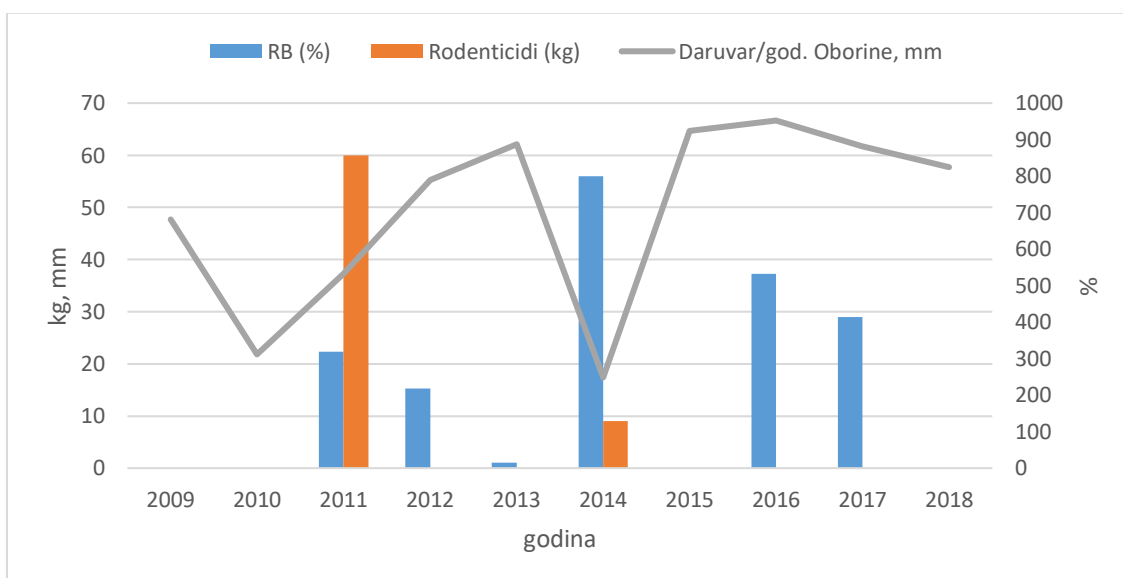


Grafikon 15. Relativna brojnost po godinama utvrđena u odsjeku 175a u razdoblju od 2011. do 2018. godine



Grafikon 16. Relativna brojnost glodavaca utvrđena u odsjeku 175a prema sezoni i godini uzorkovanja

Grafikon 17 prikazuje godišnje oscilacije relativne brojnosti, izloženog rodenticida te godišnje količine oborina po uzoru na grafikon 10.



Grafikon 17. Relativna brojnost (%) glodavaca, utrošak rodenticida (kg) te godišnja količina oborina (mm) u odsjeku 175a

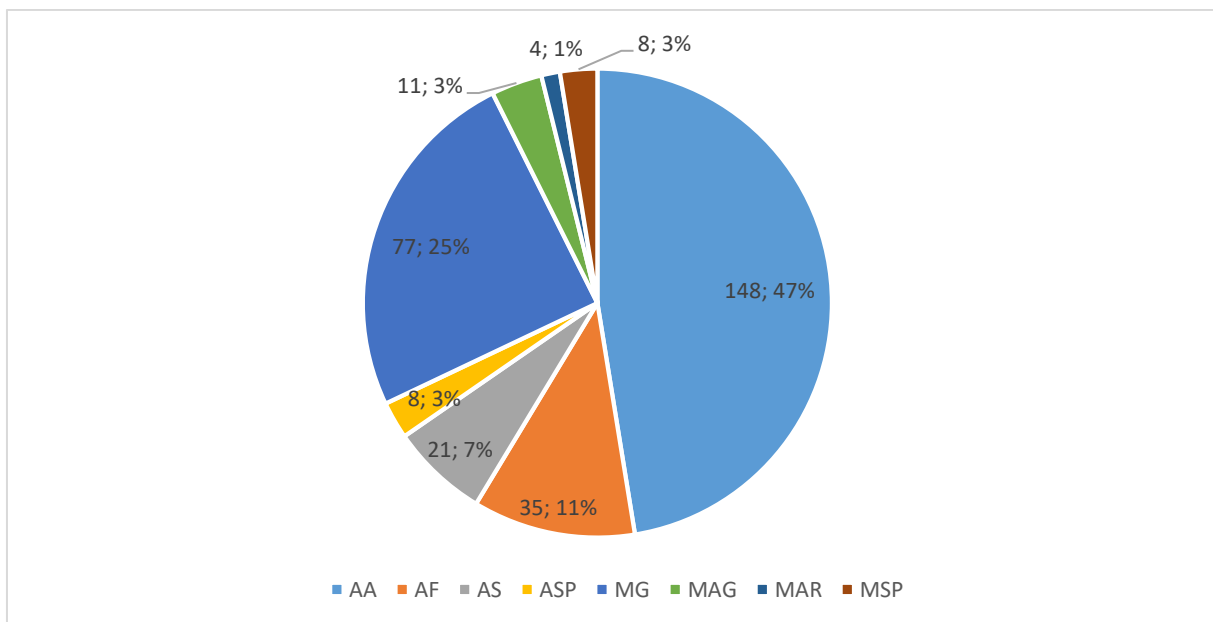
U tablici 4 prikazana je korelacija između relativne brojnosti i količine oborina.

Tablica 4. Multipla korelacija relativne brojnosti i količine oborina (odsjek 175a)

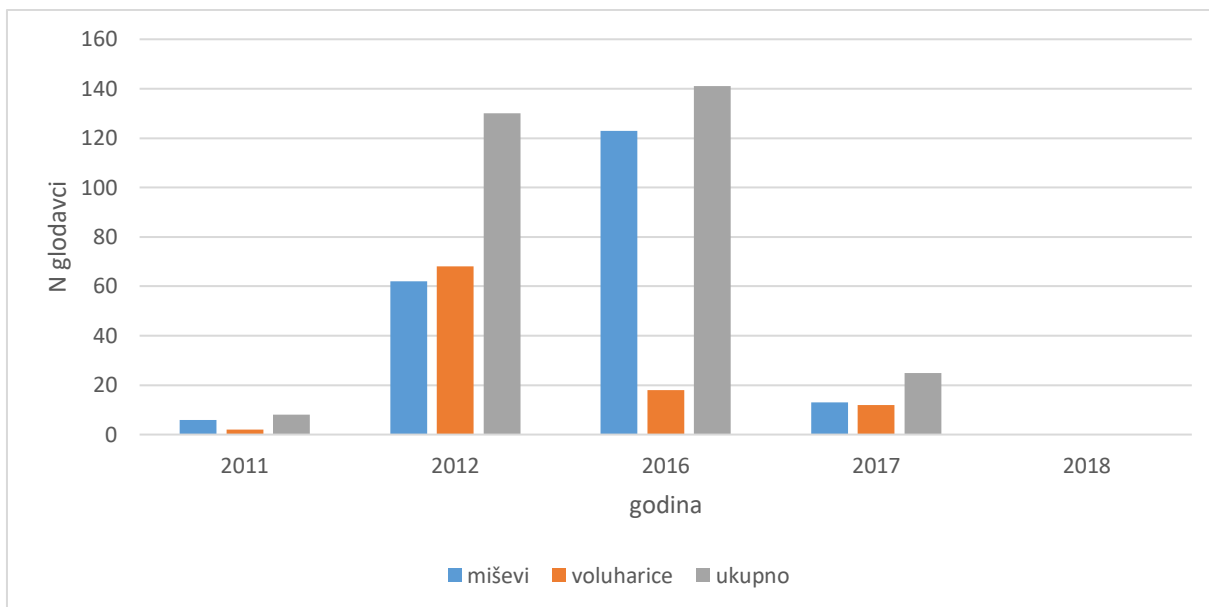
	RB (%)	Godišnja količina oborina (mm)
RB (%)	1	
Godišnja količina oborina (mm)	-0,629413361	1

Odjel 119b

U odsjeku 119b (u periodu 2011.-2018.) tijekom 1297 klopka-noći ulovljeno je 312 glodavaca od čega 212 (67,9%) miševa i 100 (32,05%) voluharica. Prikaz broja ulovljenih glodavaca po vrstama vidljiv je u grafikonu 18, a grafikon 19 prikazuje ulove miševa i voluharica te ukupan ulov.

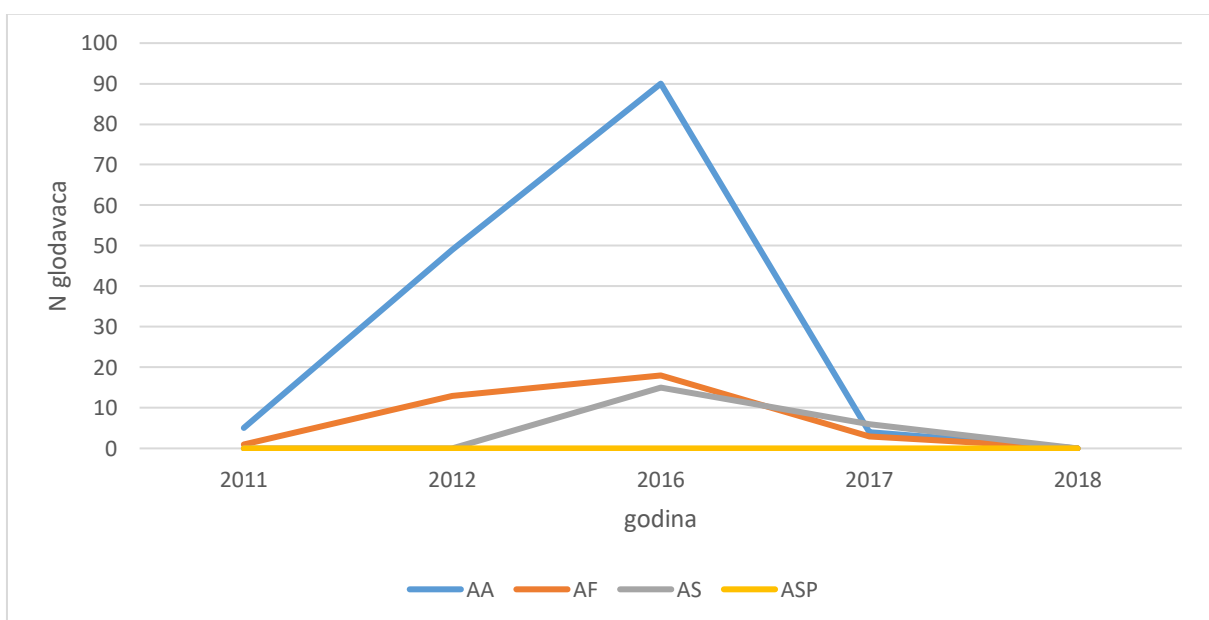


Grafikon 18. Udjeli vrsta glodavaca uzorkovanih u odsjeku 119b u radoblju od 2011. do 2018. godine

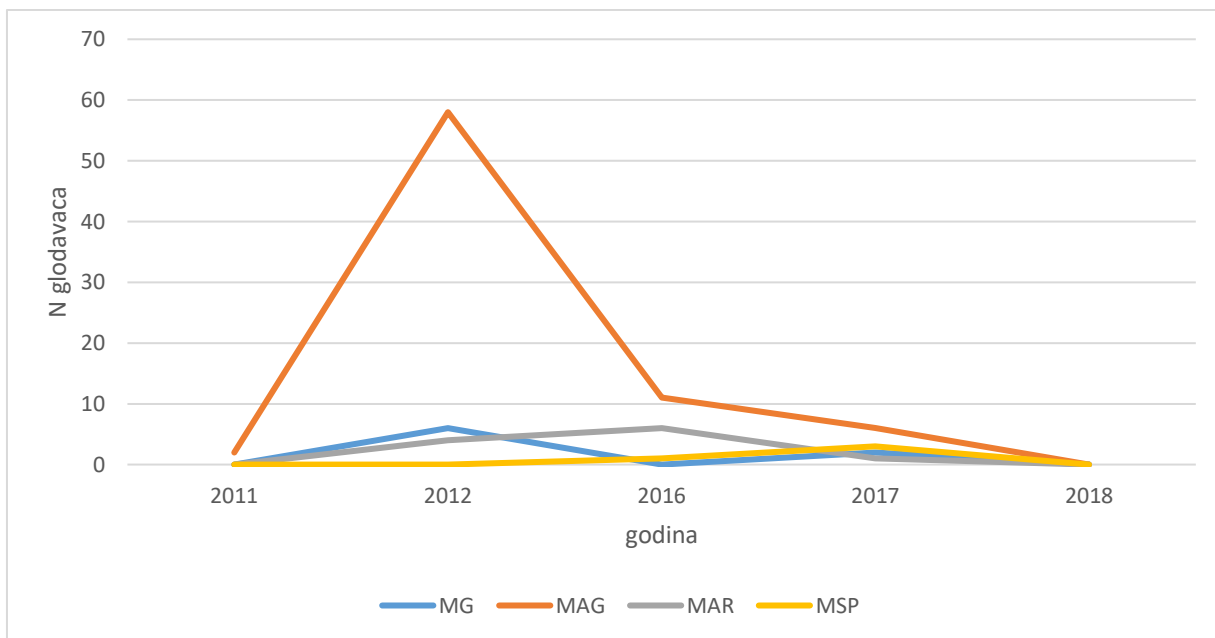


Grafikon 19. Dinamika ulova glodavaca (miševa/voluharica) u odsjeku 119b u razdoblju od 2011. do 2018. godine

U grafikonima 20 i 21 prikazani su ulovi glodavaca po vrstama unutar potporodica tijekom godina uzorkovanja u odsjeku 119b.

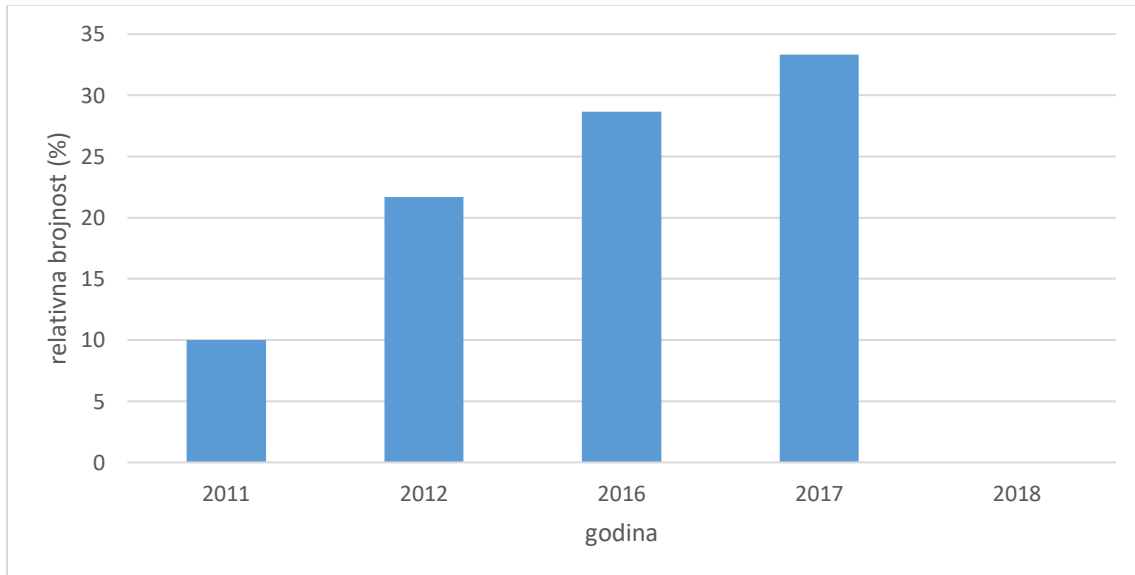


Grafikon 20. Dinamika ulova vrsta miševa uzorkovanih u odsjeku 119b u razdoblju od 2011. do 2018. godine

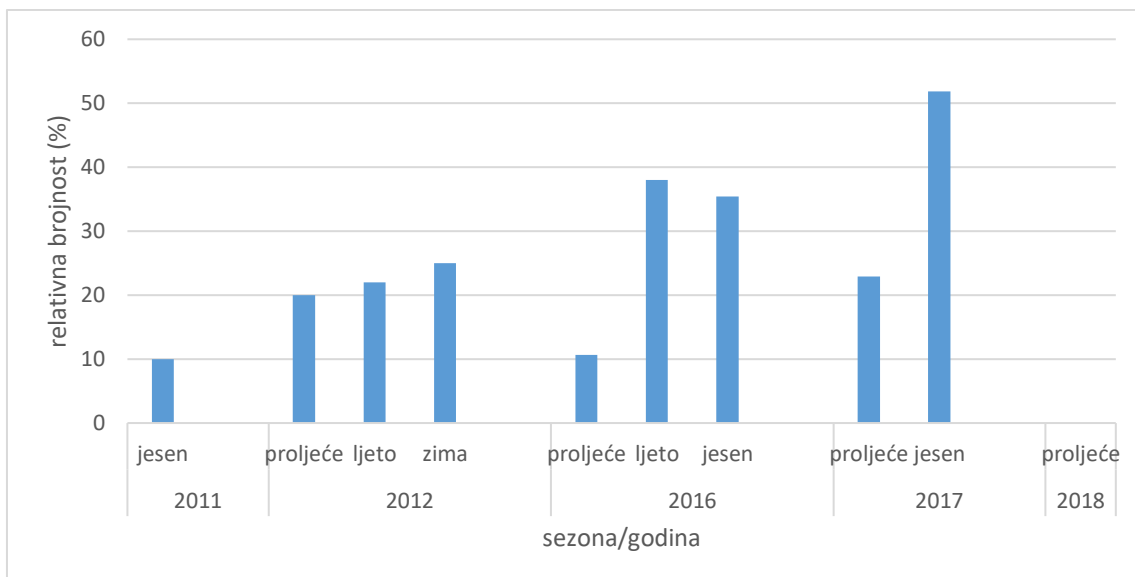


Grafikon 21. Dinamika ulova vrsta voluharica uzorkovanih u odsjeku 119b u razdoblju od 2011. do 2018. godine

Prikaz relativne brojnosti tijekom godina vidljiv je u grafikonu 22, a detaljniji prikaz relativne brojnosti po godišnjim dobima vidljiv je u grafikonu 23.

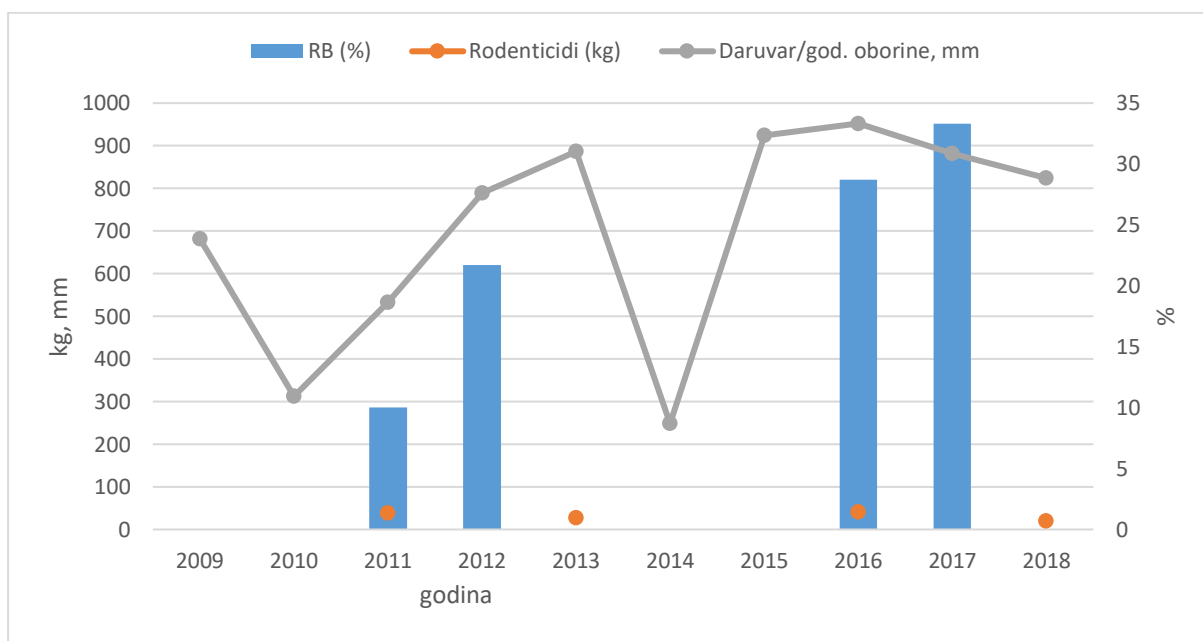


Grafikon 22. Relativna brojnost po godinama utvrđena u odsjeku 119b u razdoblju od 2011. do 2018. godine



Grafikon 23. Relativna brojnost glodavaca utvrđena u odsjeku 119b prema sezoni i godini uzorkovanja

Grafikon 24 prikazuje godišnje oscilacije relativne brojnosti, izloženog rodenticida te godišnje količine oborina po uzoru na grafikon 10.



Grafikon 24. Relativna brojnost (%) glodavaca, utrošak rodenticida (kg) te godišnja količina oborina (mm) u odsjeku 119b

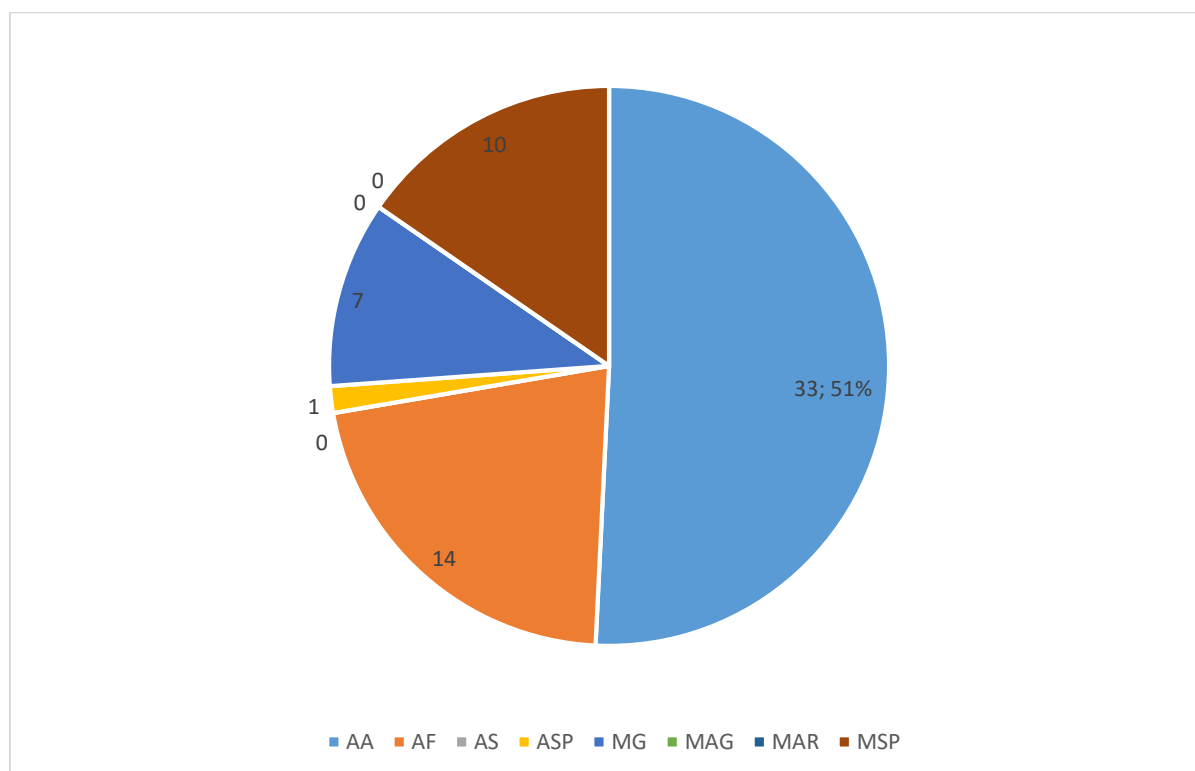
U tablici 5 prikazana je korelacija između relativne brojnosti, utrošenog rodenticida i oborina.

Tablica 5. Korelacija relativne brojnosti, utrošenog rodenticida i oborina (odsjek 119b)

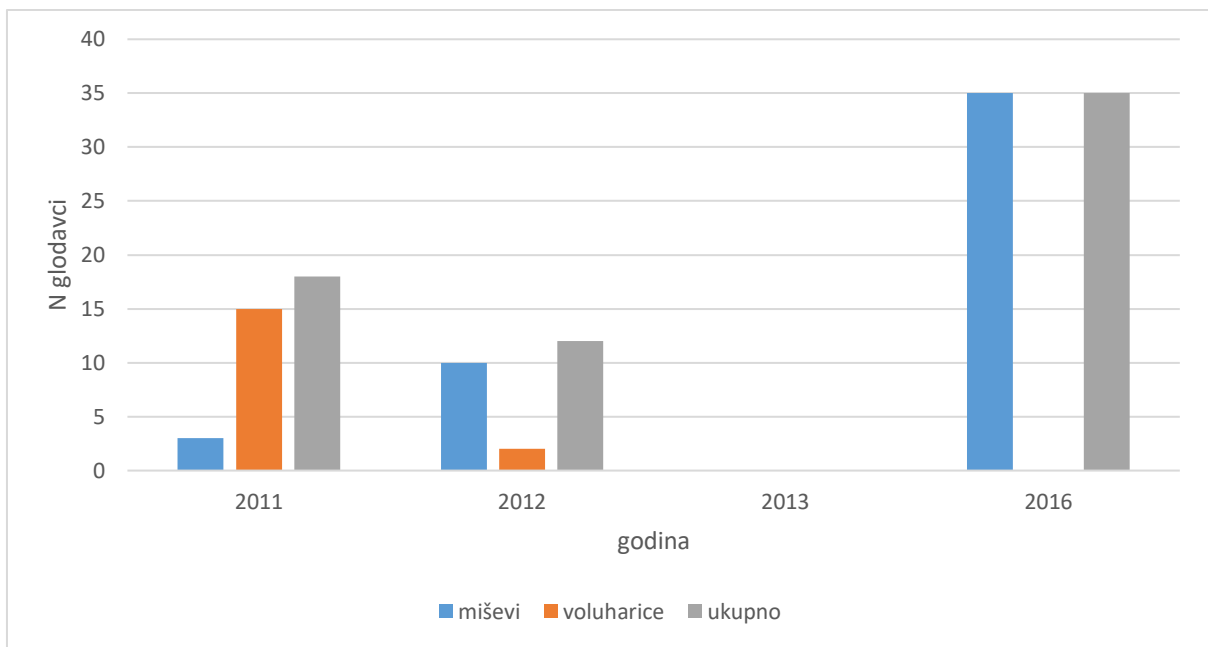
	RB (%)	rodenticidi (kg)	Godišnja količina oborina (mm)
RB (%)		1	
Rodenticidi (kg)	-0,19810212		1
Godišnja količina oborina (mm)	0,620968099	-0,120229146	

Odsjek 57a

U odsjeku 57a (u periodu 2011.-2016.) tijekom 561 klopka-noći ulovljeno je 65 glodavaca od čega 48 (73,8%) miševa i 17 (26,2%) voluharica. Prikaz broja ulovljenih glodavaca po vrstama vidljiv je u grafikonu 25, a dinamika ulova prikazana je u grafikonu 26.

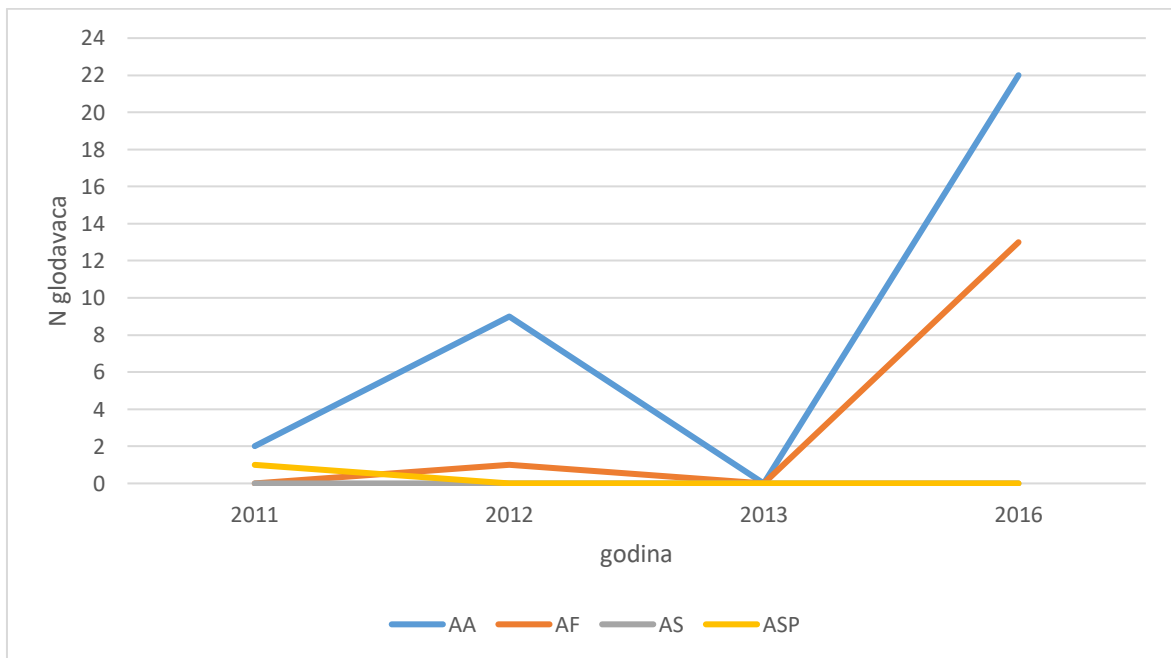


Grafikon 25. Udjeli vrsta glodavaca uzorkovanih u odsjeku 175a u razdoblju od 2011. do 2016. godine

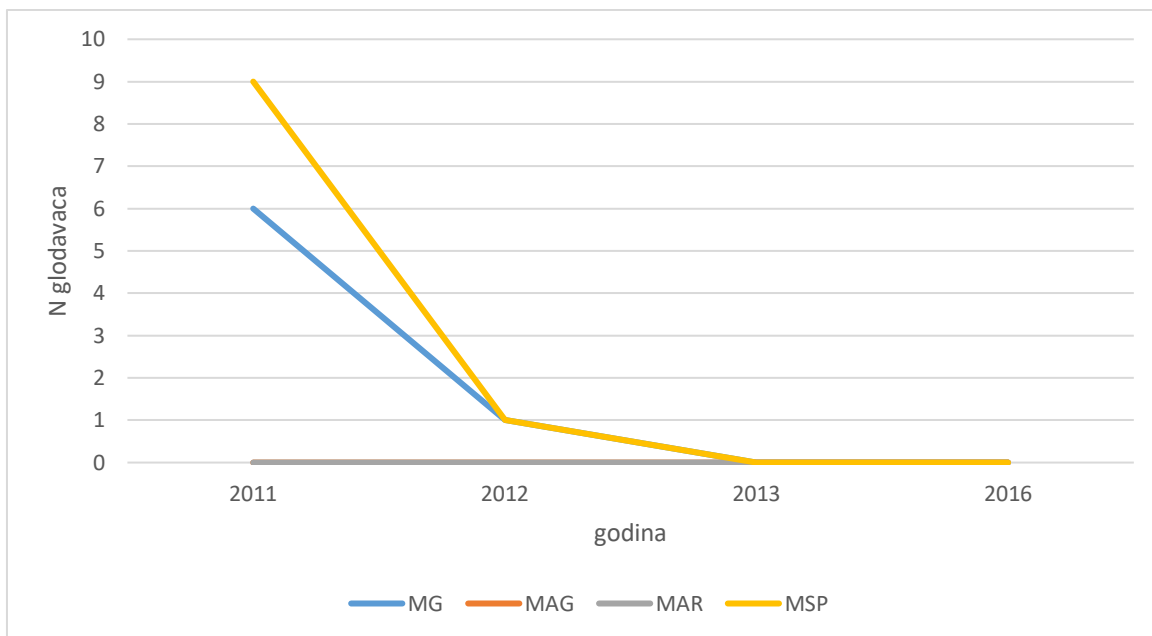


Grafikon 26. Dinamika ulova glodavaca (miševa/voluharica) u odsjeku 57a u razdoblju od 2011. do 2016. godine

U grafikonima 27 i 28 prikazani su ulovi glodavaca po vrstama unutar potporodica tijekom godina uzorkovanja u odsjeku 57a.

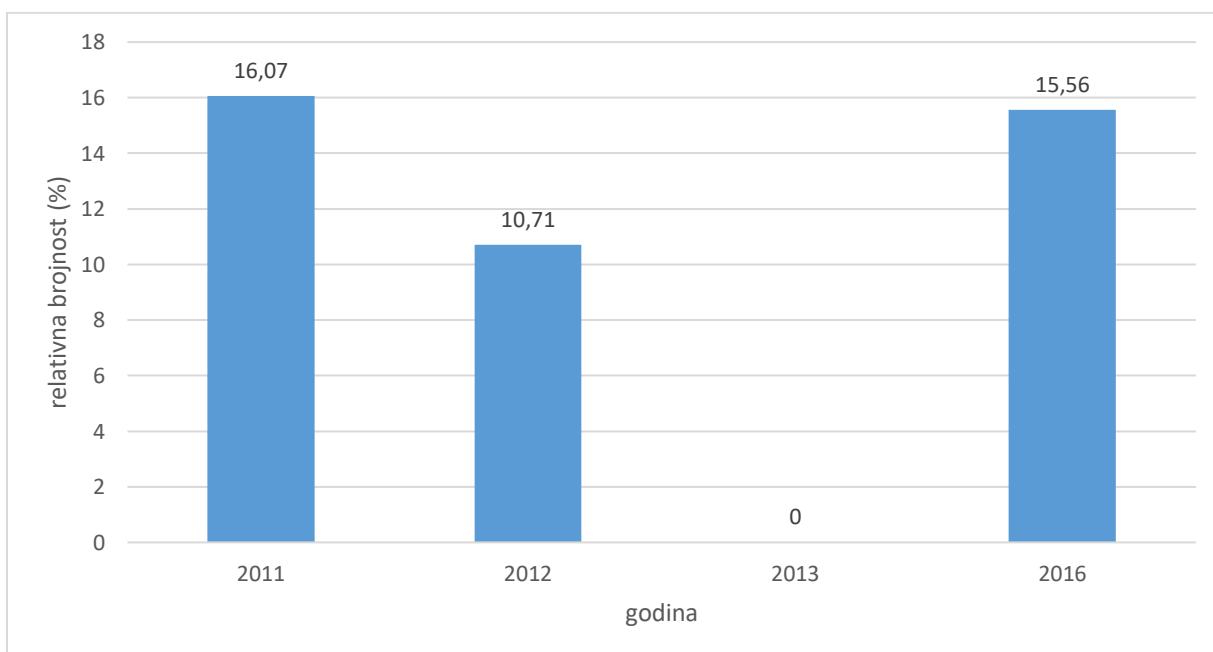


Grafikon 27. Dinamika ulova vrsta miševa uzorkovanih u odsjeku 57a u razdoblju od 2011. do 2016. godine

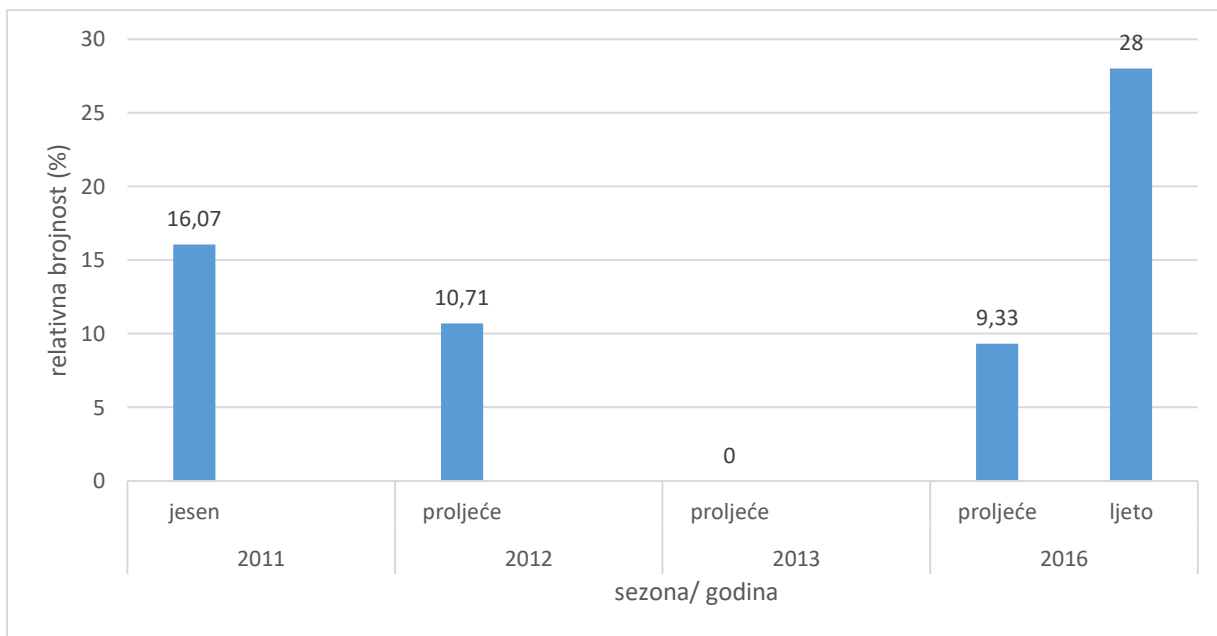


Grafikon 28. Dinamika ulova vrsta voluharica uzorkovanih u odsjeku 57a u razdoblju od 2011. do 2016. godine

Prikaz relativne brojnosti tijekom godina vidljiv je u grafikonu 29, a detaljniji prikaz relativne brojnosti po godišnjim dobima vidljiv je u grafikonu 30.

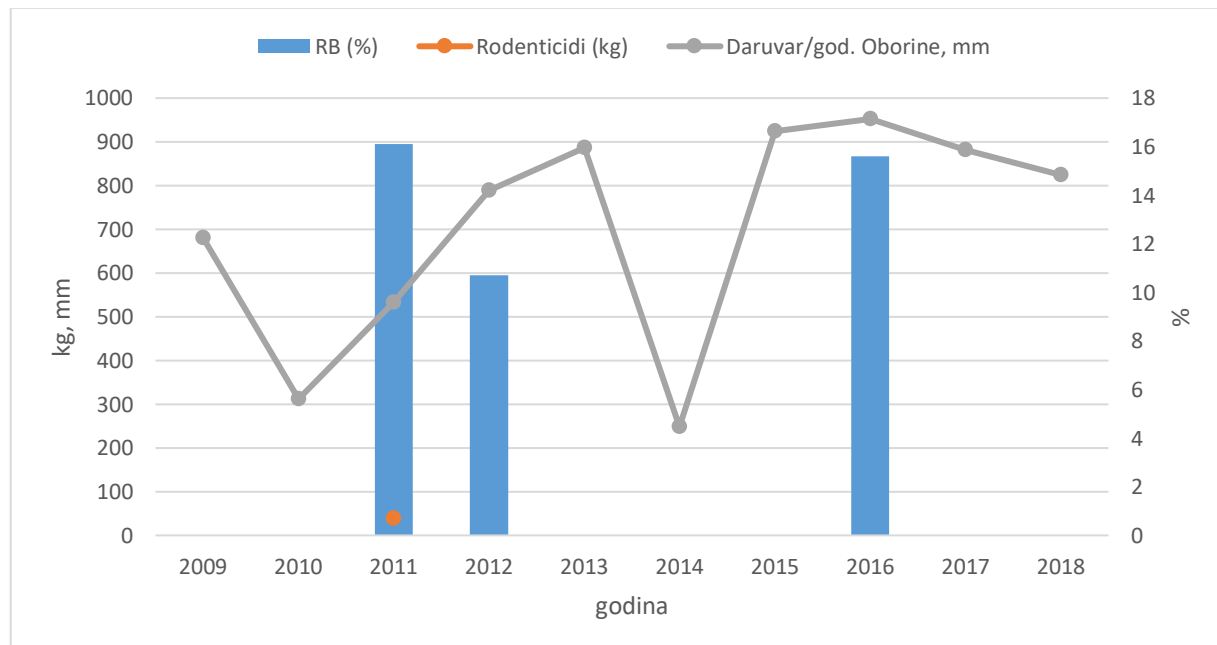


Grafikon 29. Relativna brojnost po godinama utvrđena u odsjeku 57a u razdoblju od 2011. do 2016. godine



Grafikon 30. Relativna brojnost glodavaca u odsjeku 57a prema sezoni i godini uzorkovanja

Grafikon 31 prikazuje godišnje oscilacije relativne brojnosti, izloženog rodenticida te godišnje količine oborina po uzoru na grafikon 10.



Grafikon 31. . Relativna brojnost (%) glodavaca, utrošak rodenticida (kg) te godišnja količina oborina (mm) u odsjeku 57a

U tablici 6 prikazana je korelacija relativne brojnosti, utrošenog rodenticida i oborina.

Tablica 6. Korelacija relativne brojnosti, utrošenog rodenticida i oborina (odsjek 57a)

	<i>RB (%)</i>	<i>Rodenticidi (kg)</i>	<i>Daruvar/god. oborine, mm</i>
RB (%)	1		
Rodenticidi (kg)	0,490534028	1	
Daruvar/god. oborine, mm	-0,394112024	-0,931284638	1

5. RASPRAVA

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 provedeno je u ukupno 23 odsjeka, tijekom čega je ulovljeno 1196 jedinki glodavaca, od čega 964 jedinki miševa i 232 jedinke voluharice. U 2016. godini izlovom je obuhvaćen najveći broj odsjeka (16 od ukupno 23), dok je najmanje odsjeka obuhvaćeno u 2014. godini (jedan odsjek). Zbog velikog odstupanja u broju odsjeka i samim time varijabilnosti podataka, dobivene vrijednosti je potrebno oprezno analizirati. Prilikom tumačenja rezultata valja svakako uzeti u obzir da navedeni podaci nisu produkt uspostavljenog kontinuiranog monitoringa, već više odvojenih studija tijekom kojih su se sezonalnost poduzimanja izlova i njihov intenzitet mijenjali u više navrata tijekom istraživanog razdoblja od deset godina.

S obzirom da je u 2016. izvršen izlov u najvećem broju odsjeka, te je godine (tijekom 84 lovnih klopka- noći) uzorkovan i najveći broj jedinki glodavaca (30,9%). U svim godinama praćenja brojnosti glodavaca udio miševa viši je od udjela voluharica, osim u 2012. kada je ukupno uzorkovano 132 jedinke voluharice, odnosno 125 miševa. Ako se podaci analiziraju s obzirom na pojedine vrste, prugasti ili poljski miš (*Apodemus agrarius*) činio je 47% ulova (568 jedinki), dok je ulova vrste *Microtus agrestis* gotovo da nije bilo. Pri vizualnoj determinaciji vrsta, pogotovo u subadultnom stanju, potrebno je uzeti u obzir moguće greške pri razlikovanju vrsta *Apodemus sylvaticus* i *Apodemus flavicollis*, odnosno *Microtus arvalis* i *Microtus agrestis*. Manja mogućnost pogreške moguća je pri analizi na razini potporodica.

S obzirom da odsjeci 175a i 57a gotovo graniče s poljoprivrednim površinama, ne čudi podatak da poljski miš čini gotovo polovinu svih ulova. Međutim, u odsjeku 119a koji se nalazi u središtu gospodarske jedinice, poljski miš je također nazastupljenija vrsta (47%). Taj podatak može se obrazložiti činjenicom da se odsjek 119b nalazi u neposrednoj blizini NPŠO i silosa sa žitom koji predstavljaju izvor hrane za poljskog miša te bi to mogao biti jedan od razloga zbog kojeg pridolazi u tako velikom broju na ovom području.

Osvrnemo li se na podatke o relativnoj brojnosti glodavaca na istraživanom području, vidljivo je kako je ona u najvećem iznosu zabilježena 2014. godine (56%), uz napomenu da se brojnost viša od 30% smatra nastupom masovne pojave glodavaca (Crnković, 1982.) te su nužne mjere zaštite, odnosno suzbijanja (Videc, 2009.) Tako velika brojnost objašnjiva je činjenicom da je 2014. godine zabilježena najmanja količina oborina u razdoblju 2009.-2018. godine (248,5 mm) čime su stvoreni uvjeti za masovnu pojavu glodavaca, koji jesu od prirode

u najvećoj mjeri uvjetovani dinamikom i intenzitetom te trajanjem poplava. Ako promatramo relativnu brojnost zabilježenu u odsjecima u kojima se najviše vršio izlov, onda se vidi da je najveća brojnost u odsjeku 175a zabilježena u jesen 2014., odnosno u jesen 2017. u odsjeku 119b. S obzirom da se u 119b odsjeku tijekom 2016. godine vršilo trovanje rodenticidima, začuđujuća je činjenica da su glodavci najveću brojnost u desetogodišnjem razdoblju postigli u jesen 2017. U odsjeku 57a najveća brojnost zabilježena je u ljeto 2016. Međutim, u tom odsjeku proveden je samo jedan izlov u jesen (15.11.2011.) te stoga taj podatak nije dovoljan za dublju analizu. Tijekom 2014. godine kada je je zabilježena najmanja količina padalina u razdoblju 2009.-2018. u odsjecima 119b i 57a nije se vršio izlov. Najveća brojnost u jesenskom periodu objašnjiva je činjenicom da u šumskim staništima u tom periodu glodavci imaju najveći izvor hrane zbog uroda šumskog drveća (bukvica, žir) te su vrlo aktivni zbog skupljanja istih i pripreme za zimu.

Iz prikaza količine oborina, relativne brojnosti glodavaca, utrošenog rodenticida i napadnute površine od glodavaca (graf 10.), te izračuna multiple korelacije (tablice 4, 5, 6) između dotičnih čimbenika, najjača pozitivna korelacija ($R=0,84$) za područje čitave šumarije jest ona između napadnute površine i količine utrošenog rodenticida, dok je relativno slaba negativna korelacija ($R=0,29$) utvrđena između relativne brojnosti i količine oborina. U odsjecima u kojima je brojnost glodavaca praćena kroz više godina, najviši iznos negativne korelacije ($R=0,63$) između količine oborina i relativne brojnosti glodavaca utvrđeni su u odsjeku 175a. Najjača negativna korelacija ($R=0,93$) između količine oborina i utroška rodenticida utvrđena je u odsjeku 57a. Korelacija između utrošenog rodenticida i relativne brojnosti za sve odsjeke iznosi $R=0,36$ dok je najjača korelacija zabilježena u odsjeku 57a ($R=0,49$). Iako je bilo za pretpostaviti da će biti dobra povezanosti između relativne brojnosti i napadnute površine, korelacija za sve odsjeke između ta dva faktora iznosi $R=0,23$ što predstavlja slabu povezanost. Također vrlo slaba povezanost je zabilježena između količine oborina i napadnute površine ($R=0,08$). Tijekom 2014. kada je relativna brojnost iznosila 56%, zabilježena je najmanja količina oborina u razdoblju 2009.-2018. godine. Za pretpostaviti je da su glodavci imali bolje uvjete za pridolazak prilikom manje količine oborina. S obzirom da je u 2016. godina relativna brojnost dosegla vrijednost od 34,75%, ne čudi podatak da je u toj godini napadnuta površina od 504,8 ha.

U odsjecima 175a, 119b i 57a kao i na cjelokupnom istraživanom području najzastupljenija vrsta je bila *Apodemus agrarius*. S obzirom da je istraživano područje podjednako pogodno i za druge vrste miševa i voluharica, moguće je da je ova vrsta agresivnija

u odnosu na druge vrste koje pridolaze na istom staništu ili da mu neki od ekoloških uvjeta odgovara više nego drugim vrstama.

U 23 odsjeka u kojima se lovilo tijekom deset godina odnos miševa i voluharica bio je u korist voluharica sam tijekom 2012. godine u pet navrata u odsjecima 175a i 119b čime je broj voluharica te godine za sedam jedinki bio veći od broja miševa. S obzirom na podatke s kojima je bilo moguće raspolagati tijekom pisanja ovog rada, nije moguće zaključiti iz kojeg razloga je te godine broj voluharica bio veći od broja miševa.

S obzirom na štete koje trpi šumarija Lipovljani, postavlja se pitanje jesu li miševi ti koji uzrokuju štetu? S obzirom da je tijekom izlova kao mamac postavljen kikiriki maslac, postoji li mogućnost da je taj tip mamca primamljiviji miševima (ili samo vrsti *Apodemus agrarius*) nego voluharicama i da je to razlog tako velikog broja ulova miševa? U godinama masovne pojave, uzrokuju li miševi štetu na pomlatku u istoj mjeri kao i voluharice? I na kraju, treba li mijenjati paradigmu i shvaćanje da su dominantno voluharice te koje oštećuju mlade biljke, ostaje pitanje za neki novi rad.

6. ZAKLJUČAK

S obzirom na analizu provedenog istraživanja, svakako je moguće zaključiti da se najviše ulova u periodu od 2009. do 2018. godine odnosi na vrstu poljski miš (*Apodemus agrarius*). Najviši negativni i pozitivni iznosi utvrđenih korelacija na području istraživanja utvrđeni su između napadnute površine i količine utrošenog rodenticida ($R=0,84$), dok je najmanja korelacija ($R=0,29$) utvrđena između relativne brojnosti i oborina. Udjeli miševa i voluharica dominantno su u korist miševa svih godina, osim 2012. kada je brojnost voluharica nadmašila brojnost miševa. Najviši iznosi relativne brojnosti zabilježeni su u jesenskim periodima uzorkovanja. Trovanje rodenticidima je još uvijek jedina represivna mjera suzbijanja glodavaca koja se operativno poduzima, a učinkovitijoj primjeni istih pomoći može sustavni monitoring glodavaca koji će dati pravovremene podatke o njihovoj relativnoj brojnosti i počinjenoj šteti. Posljednjih godina, zaštita šuma od glodavaca u sve većoj mjeri se temelji i provodi sukladno načelima integrirane zaštite kojoj je u cilju prvenstveno održavati normalnu brojnost svih vrsta koje prirodno obitavaju u pojedinom šumskom ekosustavu. U budućnosti bi trebalo nastaviti podržavati istraživanja vezana uz kritična područja u šumarstvu, sve u svrhu pravovremenog pronalaska rješenja za probleme prije nego oni eskaliraju do mjere kada čovjek postaje- unatoč pokušajima upotrebe kemijskih sredstava- praktično nemoćan.

7. LITERATURA

- Androić, M. i sur., 1981: Priručnik Izvještajne i Dijagnostičko – prognozne službe zaštite šuma, savez inženjera i tehničara šumarstva i industrije za preradu drveta Jugoslavije, Beograd, 319 – 335.
- Bellamy, P., Shore, R., Ardeshir, D., Treweek, J., Sparks, T., 2000: Road verges as habitat for small mammals in Britain. *Mammal Review*, 30: 131-139.
- Benenson, A.S., Chin, J., 1995: Control of communicable diseases manual. 16th ed. Hantavirus Pulmonary syndrome. Washington: American Public Health Association, 1995, 215-6.
- Bjedov, L., Vucelja, M., Margaletić, J. 2017: Priručnik o glodavcima šuma Hrvatske. Zagreb: Hrvatski šumarski institut
- Blaschke, J., Bäuml, W., 1989: Micophagy and Spore Dispersal by Small Mammals in Bavarian Forests. *Forest Ecology and Management*, 26: 237-245.
- Crnković, D., 1982: Kontrola brojnosti i suzbijanje miševa na području SŠGO „Slavonska šuma“ Vinkovci. *Zbornik radova*, 285-287
- Delić, D. 2012: Hemoragijska vrućica s bubrežnim sindromom (online). Cybermed d.o.o. Dostupno na: https://www.cybermed.hr/clanci/hemoragijska_vrucica_s_bubreznim_sindromom_misja_groznica (20. kolovoza 2019.)
- Gill, V.J., Fedorko, D., P., Witebsky, F.G., 2000: The clinician and the microbiology laboratory. U: Mandell GL, Bennet, J.E., Dolin, R., ur. Principles and practice of infectious diseases. Philadelphia: Churchill Livingstone, 218.
- Hrvatski časopis za javno zdravstvo, vol 7, broj 28, 7. listopada 2011. Dostupno na: <https://www.hzjz.hr/cat/hrvatski-casopis-za-javno-zdravstvo/> (20. kolovoza 2019.)
- Jacob, J., Tkadlec, E., 2010: Rodent outbreaks in Europe: dynamics and damage. U: Singleton, G.R., Belmain, S.R., Brown, P.R., Hardy, B., 2010. Rodent outbreaks: ecology and impacts. Los Baños (Philippines): International Rice Research Institute: 289.
- Kovačević, Ž., 1956: Primjenjena entomologija, Šumski štetnici, III knjiga, Zagreb: 53-61
- Macdonald, D., 2001: The Encyclopedia of Mammals. Barnes & Noble/Andromeda Oxford Ltd., Abingdon, UK.
- 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
- Margaletić J., 1997: Mišoliki glodavci i njihova štetnost u Turopoljskom Lugu i šumama Hrvatske. Magistarski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1997: 20., 25., 26., 91., 80-82.
- 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.

Markotić, A., 2010: Hemoragijska vrućica sa bubrežnim sindromom u jugoistočnoj Europi. U: Antropozoonoze: epidemiološka i klinička slika, dijagnostika, terapija i prevencija, Mlinarić-Galinović, G., Aleraj, B., Vilibić-Čavlek, T. (ur.)

Moraal, L.G., 1993: Prevention of vole damage on trees. Research Report, 93(7): 1–15.

Niethamer, J., Krapp, F., 1982: Handbuch der Säugetiere Europas: Nagetiere 2/1. Akad. Verlag Wiesbaden, 2: 51-491.

Oksanen, T., Jonsson, E., Koskela, T., Mappes, 2001: Optimal allocation of reproductive effort: manipulation of offspring number and size in the bank vole. Proceedings of the Royal Society, London B, 268: 661-666.

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.

Videc, G., 2009: Sitni glodavci kao dio šumskog ekosustava Ivanščice. Magistarski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb 2009.

Viro, P., Niethammer, J., 1982: Clethrionomys glareolus (Schreber, 1780) - Rötelmaus. U: Niethammer, J., Krapp, F., (ur.), Handbuch der Säugetiere Europas, Band 2/I: Nagetiere II, Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden.

Vucelja, M. 2013: Zaštita od glodavaca (Rodentia, Murinae, Arvicolinae) u šumama hrasta lužnjaka (Quercus robur L.) - integrirani pristup i zoonotički aspekt. Doktorski rad. Zagreb: Šumarski fakultet sveučilišta u Zagrebu.

<https://www.hrsume.hr/index.php/hr/ume/opcenito/povijestsum?showall=1&limitstart= uzery>(20. kolovoza 2019.)

<https://www.hrsume.hr/index.php/hr/ume/opcenito/sumeuhv> (20. kolovoza 2019.)

<https://www.plivazdravlje.hr/aktualno/clanak/25072/Krpeljini-meningoencefalitis.html> (20. kolovoza 2019.)

8. PRILOZI

Prilog 1. Tablica sa područjima izlova po godinama

	2009.	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.
106b	+									
118a			+							
119a		+								
119b			+	+				+	+	+
120		+								
125								+		
133c							+	+		
140								+		
146								+		
154								+		
165a		+								
172								+		
173								+		
174a	+									
175a			+	+	+	+	+	+	+	+
180								+		
182								+		
190a	+									
22								+		
37								+		
39								+		
57a			+	+	+			+		
73								+		

Prilog 2. Brojnost jedinki iskazana po datumima za svaki odsjek

ODSJEK	DATUM	BROJ KLOPKI	AA	AF	AS	ASP	MG	MAG	MAR	MSP
175a	13.10.2011.	100	19				2			
	11.11.2011.	100	20			1	3	1		1
	15.12.2011.	100	3	1	1	2	3	2	1	7
	17.01.2012.	100	1	1			6	3		4
	01.03.2012.	100		1		1	8	1		5
	27.03.2012.	100	7	2			3	4		10
	15.05.2012.	100	2	8		1	3	1		1
	18.06.2012.	100		6			1	3		1
	31.07.2012.	100		1		6	4			1
	23.10.2012.	100	6	2		2	1			
	12.04.2013.	100								
	24.05.2013.	100								
	05.07.2013.	100	1							
	24.09.2013.	100				3				
	21.03.2014.	100	21							
	14.10.2014.	100	85			4	2			
	09.03.2015.	100								
	28.04.2016.	50	10	1						
	29.04.2016.	50	16							
	30.04.2016.	50	11							
	20.07.2016.	50	9	15				2		
	21.07.2016.	50	5	10				2		
	22.07.2016.	50	4	5				5		
	26.09.2016.	10	5		3			1		
	28.09.2016.	10	3	2	2			1		
	30.09.2016.	10	1		5			1		
	27.10.2016.	20	5		10					
	02.11.2016.	20	4		6					
	04.11.2016.	20	6		6					
	09.12.2016.	30			3		3			
	16.12.2016.	10	1							
	16.12.2016.	10					1			

	06.06.2017.	49		5	5		1	3		
	25.10.2017.	27	3		1		3		1	
	03.05.2018.	50								
119b	13.10.2011.	50	3	1			2			
	15.12.2011.	30	2							
	17.01.2012.	150	25			1	18	2		4
	01.03.2012.	150	4	2			17			2
	03.04.2012.	150	7	5			14	2		2
	31.07.2012.	150	13	6		5	9			
	28.04.2016.	50	4							
	29.04.2016.	50	6							
	30.04.2016.	50	6							
	20.07.2016.	50	14	9				1		
	21.07.2016.		12	2				3		
	22.07.2016.	50	8	6				2		
	25.10.2016.	20	6		4					
	27.10.2016.	20	7		4					
	02.11.2016.	20	6		2					
	04.11.2016.	20	2		4					
	09.12.2016.	33	11				7		1	
	16.12.2016.	20	1				1			
	16.12.2016.	20	3				1			
	16.12.2016.	19		1	1					
	16.12.2016.	20	4				2			
	06.06.2017.	48		3	1	2	4	1		
	25.10.2017.	27	4		5		2		3	
	03.05.2018.	50								
57a	15.11.2011.	112	2				1	6		
	11.04.2012.	112	9	1				1		
	17.05.2013.	112								
	28.04.2016.	50	6							
	29.04.2016.	50	4							
	30.04.2016.	50	4							
	20.07.2016.	25	2	9						
	21.07.2016.	25	4	1						

	22.07.2016.	25	2	3						
106b	29.10.2009.	100	14	1			2	4		
119a	23.09.2010.	50								
190a	7.12.2009	70	2							
120	22.09.2010.	50		1						
	23.09.2010.	50								
	24.09.2010.	50								
133c	17.03.2015.	100								
	24.04.2015.	100								
	26.09.2016.	10			9					
	28.09.2016.	10	2		6					
	30.09.2016.	10	1		7					
73	25.10.2016.	20	1		2					
	27.10.2016.	20	1		5					
	02.11.2016.	20	4		2					
	04.11.2016.	20			2					
125	26.09.2016.	10	2		3				2	
	28.09.2016.	10	2		4				1	
	30.09.2016.	10	2		4					
22	24.10.2016.	20			3					
	25.10.2016.	20	3		4					
	02.11.2016.	20	1		2					
	04.11.2016.	20	1		8					
37	02.11.2016.	20	5		1					
	04.11.2016.	20	5		4					
39	24.10.2016.	20	3		2					
	25.10.2016.	20	4		2					
	27.10.2016.	20			3					
	02.11.2016.	20	7							
	04.11.2016.	20	1		5					
174a	07.12.2009.	80	3							
165a	20.10.2010.	122								
118a	15.12.2011.	100	5							
140	26.09.2016.	10	2		2					
	28.09.2016.	10	3		1					

	30.09.2016.	10			4					
	27.10.2016.	20	9		6					
	02.11.2016.	20	9		3					
	04.11.2016.	20	1		8					
146	26.09.2016.	10			3					
	28.09.2016.	10	1		2					
	30.09.2016.	10	3		4					
154	26.09.2016.	10	1		5					
	28.09.2016.	10	3		2					
	30.09.2016.	10			4					
172	26.09.2016.	10	1	1	5					
	28.09.2016.	10	1	2	3					
	30.09.2016.	10	1		3					
173	26.09.2016.	10	5		3					
	28.09.2016.	10	4		1			1		
	30.09.2016.	10	1		3					
180	26.09.2016.	10	3	5						
	28.09.2016.	10	4	3						
	30.09.2016.	10		7						
	27.10.2016.	20	7	8						
	02.11.2016.	20	6	9						
	04.11.2016.	20	1	9						
182	26.09.2016.	10	1		3					
	28.09.2016.	10	2		2					
	30.09.2016.	10	1		2					

Prilog 3. Napadnuta i tretirana površina po godinama, intenziteti napada, utrošak sredstava, postotak ulova miševa i voluharica i relativna brojnost .

god	napadnuta površina (ha)	tretirana površina (ha)	intenzitet napada (%)	utrošeno sredstva (kg)	RB (%) [Σ ulov / Σ zamki]	M (%)	V (%)	Σ ulov	Σ zamki	Σ odsjeka
2009	0,00	0,00	0,00	0,00	10,80	81,48	18,52	27	250	3
2010	136,11	136,11	21-40 %	136,00	0,31	100,00	0,00	1	322	3
2011	354,75	354,75	1-40%	1916,00	16,55	62,24	37,76	98	592	4
2012	447,10	447,10	21-40	1560,00	18,20	48,64	51,36	257	1412	3
2013	290,87	290,87	21-60	677,88	0,78	100,00	0,00	4	512	2
2014	329,75	329,75	21-40	744,22	56,00	98,21	1,79	112	200	1
2015	166,96	166,96	21-40	96,60	0,00	0,00	0,00	0	300	2
2016	504,81	492,52	21-100	2282,25	34,72	94,15	5,85	650	1872	16
2017	0,00	0,00	0,00	0,00	31,13	61,70	38,30	47	151	2
2018	340,95	340,95	1-40%	254,50	0,00	80,60	19,40	0	100	2