

Dinamika populacija sitnih glodavaca u šumama Hrvatske od 2000. do 2019. god.

Modrić, Magdalena

Master's thesis / Diplomski rad

2021

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:108:927020>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-30**



Repository / Repozitorij:

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



**FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE SVEUČILIŠTA U
ZAGREBU**

ŠUMARSKI ODSJEK

SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ

UZGAJANJE I UREĐIVANJE ŠUMA S LOVNIM GOSPODARENJEM

MAGDALENA MODRIĆ

**DINAMIKA POPULACIJA SITNIH GLODAVACA U ŠUMAMA
HRVATSKE OD 2000. DO 2019. GODINE**

DIPLOMSKI RAD

ZAGREB, 2021 GODINA.

**FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE SVEUČILIŠTA U
ZAGREBU**

ŠUMARSKI ODSJEK

**DINAMIKA POPULACIJA SITNIH GLODAVACA U ŠUMAMA
HRVATSKE OD 2000. DO 2019. 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. dr.sc. Kristijan Tomljanović

Student: Magdalena Modrić

JMBAG: 0068218369

Broj indeksa:

Datum odobrenja teme: 04.05.2021.

Datum predaje rada: 01.07.2021.

Datum obrane rada: 09.07.2021.

Zagreb, srpanj 2021.

	IZJAVA O IZVORNOSTI RADA	OB FŠDT 05 07
		Revizija: 1
		Datum: 18.06.2020.

„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

Magdalena Modrić

U Zagrebu, *09.07.2021.*

ZAHVALA

Želim se zahvaliti doc. dr. sc. Marku Vucelji koji mi je kao mentor omogućio izradu diplomskog rada te svojim stručnim i prijateljskim savjetima pomogao u izradi istog.

Također zahvaljujem svim prijateljima koji su bili uz mene.

Posebna zahvala mom dečku Zdravku na velikoj podršci i razumijevanju. Hvala ti što si uvijek moj oslonac!

Veliku zahvalnost iskazujem cijeloj svojoj obitelji koja me je uvijek podržavala i upućivala na pravi put.

Hvala na svim savjetima, riječima ohrabrenja i neizmjerne ljubavi. Hvala što ste vjerovali u mene!

DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Naslov *Dinamika populacija sitnih glodavaca u šumama Hrvatske od 2000. do 2019.god.*

Title *Dynamics of small rodent populations in Croatian forests from 2000 to 2019*

Autor *Magdalena Modrić*

Adresa autora *Štefanovec 15, 10040 Dubrava, Zagreb*

Mjesto izrade *Fakultet šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu*

Vrsta objave *Diplomski rad*

Mentor *doc.dr.sc. Marko Vucelja*

Izradu rada pomogli *Doc.dr.sc. Marko Vucelja*

Godina objave *2021.*

Obujam *Broj stranica: 44*

Broj tablica: 1

Broj grafova: 22

Broj slika: 11

Navoda literature: 36

Ključne riječi *Sitni glodavci, dinamika populacije, relativna brojnost*

Key words *Small rodents, dynamic of population, the relative abundance*

Sažetak *Sitni glodavci su biološki čimbenik – koji periodično drastično mogu otežati prirodnu obnovu nizinskih šuma u Hrvatskoj uzrokujući štete na šumskome sjemenu i na pomlatku, a protiv kojega se periodično poduzimaju intenzivne mjere zaštite šuma u svrhu sprečavanja ili umanjena posljedica njihove masovne pojave. Poznavanje njihove brojnosti ključno je za uspješnu prevenciju šteta. Svrha diplomskog rada jest provesti analizu 20 godina monitoringa glodavaca u šumama Hrvatske koje su provodile Hrvatske šume. Dobiveni rezultati su nam poslužili u shvaćanju kretanja dinamike populacija sitnih glodavaca po Upravama šuma u razdoblju od 2000. do 2019.godine.*

Slika 1: Prvi fosilni nalazi sisavaca nallik glodavcima stari su otprilike 160 milijuna godina

Slika 2: Lubanja šumske voluharice (*M. glareolus*)

Slika 3: Lizanje kapljica rose zadovoljava potrebu za vodom

Slika 4: Shematski prikaz sitnih glodavaca koji najčešće dolaze u Hrvatskoj

Slika 5: Prugasti poljski miš

Slika 6: Obični šumski miš u potrazi za hranom

Slika 7: Žutogrli šumski miš

Slika 8: Livadna voluharica

Slika 9: Poljska voluharica

Slika 10: Šumska voluharica

Slika 11: Šteta od glodavaca na kori pomlatka (Vucelja, 2018)

Graf 1: Veličina napadnutih i tretiranih površina protiv sitnih glodavaca od 2000.-2019. godine u državnim šumama Hrvatske

Graf 2: Veličina napadnutih i tretiranih površina te korištenih rodenticida protiv glodavaca od 2000.-2019. godine u državnim šumama Hrvatske

Graf 3: Prikaz napadnutih površina (ha) sitnim glodavcima od 2000. do 2019. godine po Upravama šuma

Graf 4: Veličina napadnutih i tretiranih površina te korištenih rodenticida protiv glodavaca 2000. godine u državnim šumama Hrvatske

Graf 5: Veličina napadnutih i tretiranih površina te korištenih rodenticida protiv glodavaca 2002. godine u državnim šumama Hrvatske

Graf 6: Veličina napadnutih i tretiranih površina te korištenih rodenticida protiv glodavaca 2003. godine u državnim šumama Hrvatske

Graf 7: Veličina napadnutih i tretiranih površina te korištenih rodenticida protiv glodavaca 2004. godine u državnim šumama Hrvatske

Graf 8: Veličina napadnutih i tretiranih površina te korištenih rodenticida protiv glodavaca 2005. godine u državnim šumama Hrvatske

Graf 9: Veličina napadnutih i tretiranih površina te korištenih rodenticida protiv glodavaca 2006. godine u državnim šumama Hrvatske

Graf 10: Veličina napadnutih i tretiranih površina te korištenih rodenticida protiv glodavaca 2007. godine u državnim šumama Hrvatsku

Graf 11: Veličina napadnutih i tretiranih površina te korištenih rodenticida protiv glodavaca 2008. godine u državnim šumama Hrvatske

Graf 12: Veličina napadnutih i tretiranih površina te korištenih rodenticida protiv glodavaca 2009. godine u državnim šumama Hrvatske

Graf 13: Veličina napadnutih i tretiranih površina te korištenih rodenticida protiv glodavaca 2010. godine u državnim šumama Hrvatske

Graf 14: Veličina napadnutih i tretiranih površina te korištenih rodenticida protiv glodavaca 2011. godine u državnim šumama Hrvatske

Graf 15: Veličina napadnutih i tretiranih površina te korištenih rodenticida protiv glodavaca 2012. godine u državnim šumama Hrvatske

Graf 16: Veličina napadnutih i tretiranih površina te korištenih rodenticida protiv glodavaca 2013. godine u državnim šumama Hrvatske

Graf 17: Veličina napadnutih i tretiranih površina te korištenih rodenticida protiv glodavaca 2014. godine u državnim šumama Hrvatske

Graf 18: Veličina napadnutih i tretiranih površina te korištenih rodenticida protiv glodavaca 2015. godine u državnim šumama Hrvatske

Graf 19: Veličina napadnutih i tretiranih površina te korištenih rodenticida protiv glodavaca 2016. godine u državnim šumama Hrvatske

Graf 20: Veličina napadnutih i tretiranih površina te korištenih rodenticida protiv glodavaca 2017. godine u državnim šumama Hrvatske

Graf 21: Veličina napadnutih i tretiranih površina te korištenih rodenticida protiv glodavaca 2018. godine u državnim šumama Hrvatske

Graf 22. Veličina napadnutih i tretiranih površina 2019. godine u državnim šumama Hrvatske

Tablica 1: Prikaz potrebe suzbijanja sitnih glodavaca (Videc, 2009)



IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

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 koristila drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni“.

U Zagrebu, 09.07.2021. godine

vlastoručni potpis

Magdalena Modrić

1. UVOD	1
2. PREDMET ISTRAŽIVANJA	3
2.1. RASPROSTRANJENOST, EVOLUCIJA I SISTEMATIKA GLODAVACA	3
2.2. BIOLOGIJA VRSTE	4
2.4. PREDSTAVNICI SITNIH GLODAVACA U HRVATSKOJ	8
2.4.1. Poljski miš (<i>Apodemus agrarius</i> Pallas, 1771.)	9
2.4.2. Šumski miš (<i>Apodemus sylvaticus</i> Linnaeus, 1758)	10
2.4.3. Žutogrlji šumski miš (<i>Apodemus flavicollis</i> Melchior, 1834)	11
2.4.4. Livadna voluharica (<i>Microtus agrestis</i> L.).....	12
2.4.5. Poljska voluharica (<i>Microtus arvalis</i> Pallas 1779.).....	13
2.4.6. Šumska voluharica (<i>Myodes (clethrionomys) glareolus</i>)	14
2.5. DINAMIKA POPULACIJA SITNIH GLODAVACA.....	15
2.6. ŠTETE I KORISTI OD SITNIH GLODAVACA	16
2.7. ULOGA SITNIH GLODAVACA KAO REZERVOARA I VEKTORA ZARAZNIH BOLESTI.....	18
2.8. METODE UTVRĐIVANJA BROJNOSTI POPULACIJE SITNIH GLODAVACA	20
2.8.1. Metoda linearnog transeкта.....	21
2.8.2. Tercijalne metode	22
2.9. METODE ZAŠTITE OD GLODAVACA.....	22
2.9.1. Biološke metode	22
2.9.2. Mehaničke metode	23
2.9.3. Fizikalne metode	24
2.9.4. Kemijske metode	24
3. CILJEVI ISTRAŽIVANJA	25
4 .METODE ISTRAŽIVANJA	26
5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA	27
6. RASPRAVA I ZAKLJUČAK	39
LITERATURA	42

1. UVOD

Posljednjih nekoliko desetaka godina, sinergijskim djelovanjem niza biotskih i abiotskih činitelja, dolazi do poremećaja uravnoteženosti šumskih ekosustava čime je propadanje šuma diljem svijeta sve više izraženo, a poznato je da jedino uravnoteženi šumski ekosustavi daju najveće moguće učinke u bioproizvodnji (Prpić 1993).

U novije doba šume su sve više izložene stresu zbog nepovoljnih biotskih i abiotskih čimbenika što rezultira velikim i značajnim promjenama u brojnosti populacija životinjskih i biljnih vrsta, koje zajedno čine šumski ekosustav.

Među biotskim činiteljima ističu se sitni glodavci koji imaju vrlo kompleksu ulogu. S jedne strane vrlo su bitni u održavanju biološke raznolikosti i ravnoteže, a s druge strane svrstavaju se u grupu štetne faune ukoliko se promatraju sa stajališta uzročnika oštećenja na mladim biljkama ili na šumskom sjemenu (Turček 1956; Margaletić 2005). Sitni glodavci predstavljaju značajnu skupinu životinja koja povezuje primarne proizvođače s višim trofičkim razinama (Margaletić 2006). Često imaju odlučujuću ulogu u obnovi stastojine, bez obzira radi li se o prirodnom pomlađivanju ili umjetnom unošenju žira, odnosno školovanim sadnicama (Margaletić 1997).

Za uspješno provođenje mjera i metoda suvremene zaštite šuma, provođenje monitoringa sitnih glodavaca od velike je važnosti. U ovom radu preglednoga karaktera biti će prikazana dinamika populacija sitnih glodavaca u državnim šumama Hrvatske u razdoblju od 2000. do 2019. godine.

Kontinuiranim monitoringom sitnih glodavaca otvarase mogućnost preventivnog djelovanja u pogledu sprječavanja nastanka masovnih šteta na prirodnome pomlatku, šumskom sjemenu, sadnicama te pojavi i širenju različitih zoonoza (trihineleza, leptospiroza, krpeljni encefalitis, lajmska boreliozna, hemoragijska groznica s bubrežnim sindromom i dr.). Širenje zoonoza ponekad se odvija izuzetno brzo zbog povećane brojnosti glodavaca, njihove velike pokretljivosti i rasprostranjenosti te činjenice da lako dolaze u dodir sa čovjekom, te domaćim i divljim životinjama (Milas i dr. 2002).

S obzirom na trenutačnu situaciju na globalnoj razini, svjedoci smo utjecaja zoonoza i zoonotičkog potencijala različitih životinjskih organizama na opće društveno zdravstveno stanje. Kako zbog aktualne pandemije koja se također svrstava kao zoonoza, klimatskih promjena, masovnih kretanja ljudi te povećanja ljudske populacije, sve više raste potreba trajnog praćenja kretanja brojnosti, ali i prokuženosti glodavaca.

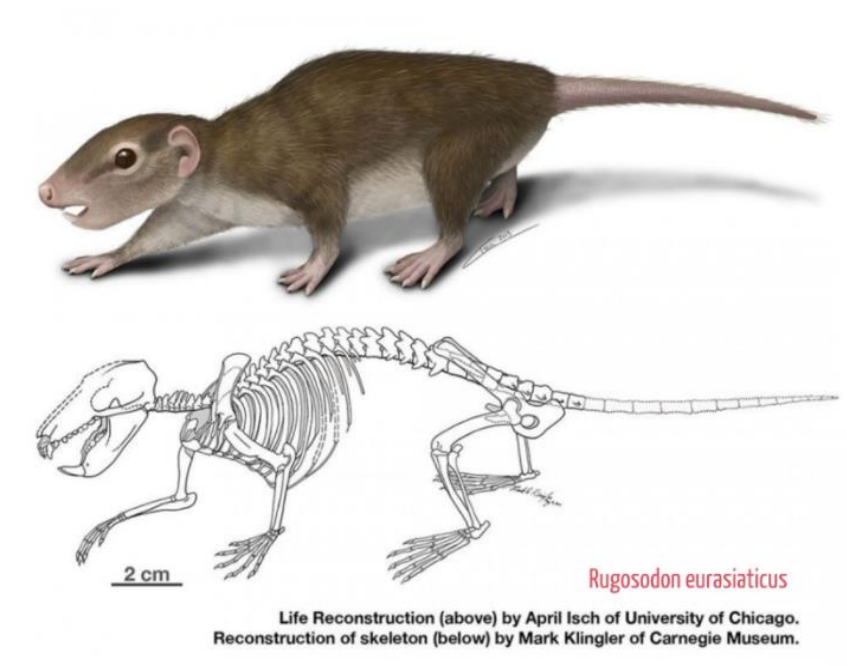
2. PREDMET ISTRAŽIVANJA

2.1. RASPROSTRANJENOST, EVOLUCIJA I SISTEMATIKA GLODAVACA

Glodavci (red Rodentia) prvi je red - po brojnosti porodica i vrsta - koji pripada razredu sisavaca (Mammalia) podijeljenom u 26 redova. Od 17 potporodica iz reda glodavaca, za proučavanje dinamike populacije glodavaca u Hrvatskoj, bitne su potporodica pravih miševa (Murinae) i potporodica voluharica (Arvicolinae).

Sa ukupno 33 porodice, 481 rodom i 2277 vrsta, glodavci čine 42% svih sisavaca (Wilson i Reeder 2005), prilagođeni su različitim stanišnim uvjetima te su praktički globalno rasprostranjeni. Sitni glodavci rasprostranjeni su od najsjevernijih do najjužnijih krajeva, pa ih tako možemo pronaći u šumama, planinama, pustinjama i u vodi. Europu nastanjuje oko 60 vrsta glodavaca od kojih je 8 vrsta introducirano, a ukupno 28 ih se vodi pod ugrožene vrste. Dolaze na svim kontinentima, osim na Antarktici koja zbog svoje polarne klime nije pogodna za njihov opstanak. Glodavci svoju eurivalentnost dobrim dijelom duguju maloj tjelesnoj dimenziji, kratkom ciklusu razmnožavanja i polifagnoj ishrani (Lambert 1985).

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 (Douzery i dr. 2003; Horner i dr. 2007) (Slika1).



Slika 1: Prvi fosilni nalazi sisavaca nalik glodavcima stari su otprilike 160 milijuna godina

(<https://prezi.com/zw9fgvgmmudx/misevi-i-voluharice>)

2.2. BIOLOGIJA VRSTE

Predstavnici podporodica pravih miševa (Murinae) i voluharica (Arvicolinae) pripadaju grupi „sitnih sisavaca“ (Micromammalia), odnosno „sitnih glodavaca“ tj. svih predstavnika razreda sisavaca (Mammalia, Lineaus 1758.), reda glodavaca (Rodentia, Bowdich 1821.) čija je tjelesna masa adultnih jedinki veća od dva, a manja od 120 grama (Delany 1974).

U pogledu vanjske tjelesne građe, sitni glodavci su karakterizirani prednjim, oštrim sjekutićima koji se nalaze po jedan par u gornjoj i donjoj čeljusti, a služe glodanju hrane i drugog materijala (Delany 1974). Glodavci nemaju zube očnjake te se između sjekutića i kutnjaka nalazi

međuprostor (dijastema) bez zuba (Slika 2). Glodanjake karakterizira svojstvo neprekidnog rasta zbog čega se dijelom prehranjuju tvrdom hranom kako bi se zubi postupno trošili.



*Slika 2: Lubanja šumske voluharice (*M. glareolus*)*

(izvor: www.biopix.com)

S obzirom da su sitni glodavci izuzetno polifagne životinje, kojima se prehrana bazira i na biljnoj (bukvica, kesten, orah, kora biljaka, žitarice...) i na animalnoj hrani (kukci, kolutićavci, pauci pa čak i sitni kralješnjaci), kvaliteta hrane im je vrlo bitna za normalan rast i razvoj (Blaschke i Bäumlner 1989). Nedostatak pojedinih hranjivih elemenata uzrokuje različite zdravstvene probleme (Kuzele 2011). Zanimljiva činjenica je to da sitni glodavci pojedu samo onoliko hranjivog sastojka koliko im je potrebno za održavanje kondicije i zdravstvenog stanja (Kuzele 2011). Većina sitnih glodava potrebu za vodom zadovoljava konzumiranjem sočne hrane sa visokim udjelom vode ili pak lizanjem kapljica rose (Slika 3).



Slika 3: Lizanje kapljica rose zadovoljava potrebu za vodom
(<http://www.luvbat.com/picture-4802-field-mouse-drinking-drop-of-water.html>)

Veličina tijela sitnih glodavaca kreće se najčešće od 5-130 cm, a najviše ih je veličine 8-35 cm. Većina glodavaca su čučavci koje karakterizira rađanje bez krzna, zatvorenih očnih kapaka i slušnih kanala. Sa starošću od 12 dana osjetila vida i sluha postaju im funkcionalna, a tijelo im potpuno prekriva krzno, dok im rep može biti prekriven i rožnatim ljuskama. Ovisno o vrsti neki glodavci imaju najčešće na prvim nogama četiri prsta, a na stražnjim pet.

Pretežno su noćne životinje s visoko razvijenim osjetilima okusa, mirisa i opipa i prilagođene su životu u socijalnim skupinama sa razvijenom hijerarhijom (Kowalski 1976). Široke su ekološke valencije, velikog potencijala razmnožavanja te promjenjive dinamike populacija (Gliwicz 1980, Henttonen 2000).

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). Jedna od važnijih aktivnosti odraslih jedinki je u izgradnji gnijezda gdje se jedinke svakodnevno odmaraju,

sklanjaju od neprijatelja, koriste kao skladište nakupljene hrane, kao i mjesto u kojem se kote i othranjuju potomstvo.

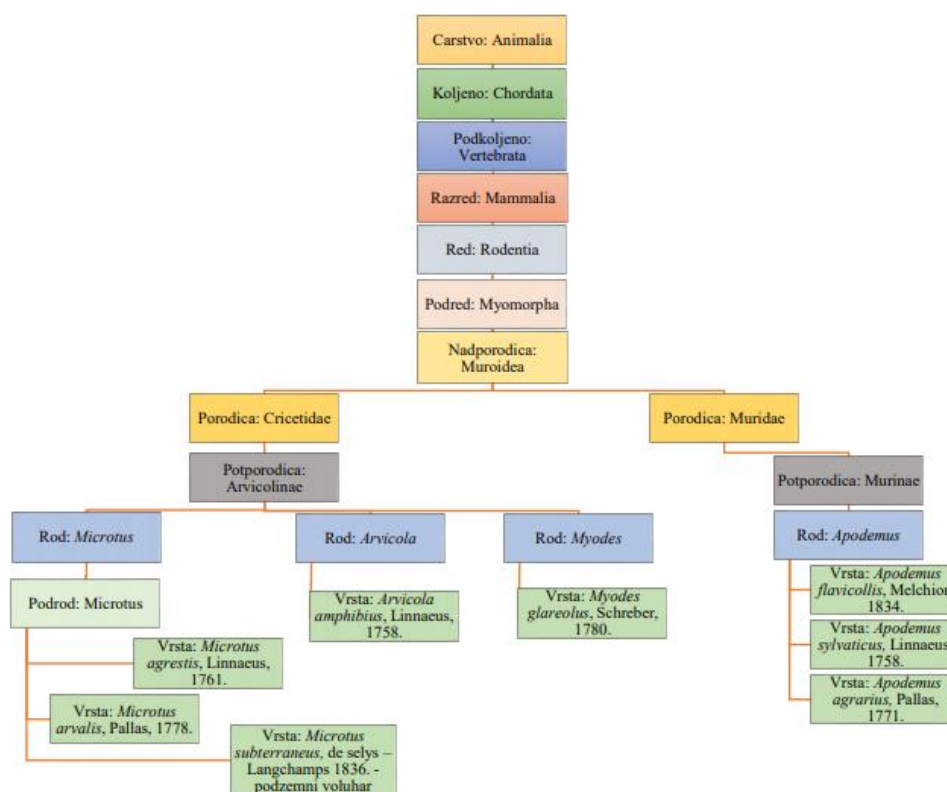
Za ženke je karakteristično da se već isti ili slijedeći dan nakon okota mogu ponovno pariti i ostati skotne, dok njihova reproduktivna sposobnost prestaje u zimskom periodu, a kroz ostala tri godišnja doba pare se nekoliko puta. Mogućnosti razmnožavanja spolno zrelih jedinki ovise i o klimatskim uvjetima (temperatura zraka) te nadmorskoj visini (količini kisika), a u prilog tolerancije u tom pogledu govore navodi o neprekinutom razmnožavanju pri temperaturama od -6 do +34 Cels., te na nadmorskim visinama do oko 4.000 m (Donayre 1969, Bronson 1983). Sisanje i ovisnost mladunaca o ženki najčešće je izražena do otprilike četvrtog tjedna starosti (Oksanen i dr. 2001).

Osjetilo njuha ima važnu ulogu za život sitnih glodavaca, pogotovo kada govorimo o razmnožavanju, podizanju potomstva, pronalasku hrane i njihovog odnosa prema pripadnicima drugih vrsta. Ženkama njuh služi da razlikuju svoje potomstvo od potomstva drugih jedinki, te je u stanju i prepoznati spol mladunca na osnovu mirisa. Kao i većina sitnih glodavaca tako i šumski miš i šumska voluharica posjeduju posebne žlijezde koje izlučuju mirisne proizvode direktno u okoliš ili indirektno putem urina i fekalija (Niethammer 1969, Flowerdew 1971, Stoddart 1972, Christiansen 1980).

Osjetilo opipa je jedno od najvažnijih osjetila sitnih glodavaca s obzirom da su pretežno noćne životinje i životinje sumraka. Koliko je osjetilo opipa bitno, govori i činjenica da se uklanjanjem osjetnih dlaka bitno utječe na smanjenje osjetljivosti na dodir i gubi se sposobnost orijentacije životinje u prostoru (Taylor i White 1978). Osjetilo vida je kod većine sitnih glodavaca slabo razvijeno i nije od velikog značaja u životnim aktivnostima vrsta. S obzirom da imaju prilagođen vid za promatarnje noću, te visoku osjetljivost na svjetlosne podražaje, imaju relativno malu mogućnost vizualizacije.

2.4. PREDSTAVNICI SITNIH GLODAVACA U HRVATSKOJ

U šumskim ekosustavima Hrvatske najzastupljenije su sljedeće vrste sitnih glodavaca: prugasti poljski miš (*Apodemus agrarius* Pall.), šumski miš (*Apodemus sylvaticus* L.), žutogrli šumski miš (*Apodemus flavicollis* Melch.), te patuljasti miš (*Micromys minutus* Pall.), šumska voluharica (*Myodes (Clethrionomys) glareolus* Schreib.), poljska voluharica (*Microtus arvalis* Pall.), livadna voluharica (*Microtus agrestis* L.), vodeni voluhar (*Arvicola terrestris* L.), podzemni voluharić (*Microtus subterraneus* de Sel.), alpski voluharić (*Microtus multiplex* Fat.) (Margaletić 1998) (Slika3).



Slika 4: Shematski prikaz sitnih glodavaca koji najčešće dolaze u Hrvatskoj (<https://core.ac.uk/download/pdf/233030505.pdf>)

2.4.1. POLJSKI MIŠ (*APODEMUS AGRARIUS PALLAS, 1771.*)

Za ovu vrstu karakteristična je crna linija preko cijelih leđa i zbog toga ju je nemoguće zamijeniti s drugim pripadnicima roda *Apodemus* (Slika 4). Aktivni su uglavnom u sumrak (krepuskularni). Reproductivno razdoblje mu traje 9 mjeseci, od ranog proljeća do kasne jeseni, dok se nešto sporije može nastaviti i zimi pogotovo unutar antropogenih zaklona. Veličina legla varira im od 1 do 10 mladunaca, dok ih je najčešće uglavnom oko 5 (Wilson i sur. 2017). Veličinu populacije ograničavaju predatori te velike količine kiše, poplave ili smrzavanja tla. Poljski miš naseljava vlažnija staništa, livade, močvare, pašnjake i rasadnike. U nizinskom dijelu Hrvatske u jesen migrira s livada i polja u šume, a u proljeće obrnuto (Margaletić 1997). Poljski miš je nizinska vrsta te je u Hrvatskoj prisutan u kontinentalnom dijelu i u Istri. Prema IUCN listi, 2016. je kategoriziran kao LC - najmanje zabrinjavajuć. Ova vrsta je široko rasprostranjena i prilagodljiva te nije ugrožena (www.iucnredlist.org), štoviše, može podnijeti zagađen okoliš (Petrov 1992)



Slika 5: Prugasti poljski miš

(<https://www.google.com/search?q=prugasatipoljskimis>)

2.4.2. ŠUMSKI MIŠ (*APODEMUS SYLVATICUS* LINNAEUS, 1758)

Obični šumski miš nastanjuje šumske biotope tj. obitava po otvorenim i toplim staništima rubova šuma gdje gradi nastambe od lišća, mahovine i trave . U poljima kopa rupe sa 2 do 3 ulaza u kojima se obično nalazi jedno ili dva legla te spremište hrane. Također ovaj miš uzrokuje štete i u rasadnicima i šumskim kulturama, jer nagriza oštećenu koru, korijen i pupove mladih drvenastih biljaka. Također štete radi i na ratarskim kulturama koje se nalaze u blizini šuma. On je oportunist te mu prehrana ovisi o dostupnosti različitih tipova hrane. Najčešće preferira sjemenke i žirove te voće, cvjetove, stabljike, gljive, kukce i puževe. Razmnožava se uglavnom u proljeće, ljeto, te ranu jesen. Ukoliko je klima povoljna, razmnožava se tokom cijele godine. Veličina legla varira od dva do devet mladunaca, iako je najčešće 4-5. O mladuncima se brinu isključivo majke (Wilson i sur. 2017; Macdonald i Barrett 1993).



Slika 6: Obični šumski miš u potrazi za hranom
(<https://www.mammalweb.org/hr/saznajte-vise-o-zivotinjama/524-drveni-mis>)

2.4.3. ŽUTOGRLI ŠUMSKI MIŠ (*APODEMUS FLAVICOLLIS* MELCHIOR, 1834)

Žutogrli šumski miš je tipična šumska vrsta glodavca i kod nas se pojavljuje u svim tipovima šuma. Šumske sastojine u kojima obitava ovaj miš najčešće su hrastove i bukove šume. Ubraja se u najveće poljske miševe te za razliku od šumskog miša (*A. sylvaticus*) krupnije je građe, ima žutu ogrlicu ispod vrata i rep često duži od tijela (Slika 6). Aktivan je noću i danju te je izvrstan penjač. Ovaj miš često svoje sklonište pronalazi u napuštenim podzemnim brlozima drugih glodavaca, rupama u panjevima i deblima. Gustoća njihove populacije ovisi o urodu žira i o broju divljih svinja koje se također hrane istim plodovima. Nakon obilnog uroda žira u većini slučajeva dolazi do povećanja brojnosti populacije, te najčešće radi štete na šumskom sjemenu. Ovaj miš pojede relativno velike količine hrane. Smatra se da dnevno pojede više hrane nego što je težak (Oštrec 1998.).



Slika 7: Žutogrli šumski miš

([https://stetnici.sumins.hr/SumskiStetnici/zutogrli_sumski_mis_\(apodemus_flavicollis\)\)](https://stetnici.sumins.hr/SumskiStetnici/zutogrli_sumski_mis_(apodemus_flavicollis))))

2.4.4. LIVADNA VOLUHARICA (*MICROTUS AGRESTIS* L.)

Livadna voluharica je mali tamnosmeđi glodavac s kratkim repom, a od poljske voluharice razlikuje se po tamnijem i dužem krznu te položajem i veličinom ušiju (Slika7). Možemo ga pronaći na vlažnim terenima mješovitih šuma, sječinama i progalama, a ponekad ju možemo naći i na antropogenim staništima poput rubova polja te mladih šumskih nasada. Masovno pojavljivanje ove vrste je svake 3 do 4 godine. U godinama prevelike brojnosti može biti uzročnikom šteta na pašnjacima, voćnjacima i šumskim plantažama (Zima 1999). Za ovu vrstu karakteristično je da zimi ne spava (ne prolazi fazu hibernacije) i hrani se po danu. Od hrane najčešće konzumira zeljasto bilje, travu, pupove i koru pojedinih vrsta drveća. Njezina aktivnost tijekom dana je izraženija nego kod poljske voluharice. Najčešće se kreće kroz visoku vegetaciju i poznatim rutama duž kojih može što prije juriti natrag u sklonište, ukoliko naleti na nekog predatora (sova, lasica i jastreba). Sezona razmnožavanja traje od veljače do studenog. Ženka se koti u gnijezdima koja se nalaze na tlu i obično su to nakupine trave i šaša. Koliko mladih će okotiti ovisi o uvjetima koji prevladavaju te godine. Relativno su kratkog životnog vijeka (otprilike 2 godine), no prema navodima (Weigla 2005) u laboratorijskim uvjetima livadna voluharica može doživjeti gotovo 5 godina.



Slika 8: Livadna voluharica

[https://stetnici.sumins.hr/SumskiStetnici/livadna_voluharica_\(microtus_agrestis\)\)](https://stetnici.sumins.hr/SumskiStetnici/livadna_voluharica_(microtus_agrestis)))

2.4.5. POLJSKA VOLUHARICA (*MICROTUS ARVALIS PALLAS 1779.*)

Poljska voluharica naseljava različite tipove staništa, pa je tako nalazimo na vlažnim livadama, rubovima šuma i putova, voćnjacima, vinogradima, rasadnicima, poljoprivrednim površinama i sl. Visinski pridolazi od razine mora pa sve do 2600 m.n.v. (Spitzenberger 2002). Preferira ne prevlažne travnjake sa višom vegetacijom, dok izostaje u suhim šumama, vrištinama, močvarnim livadama i liticama. Nagnuti tereni im više odgovaraju jer su na njima u proljeće manje izloženi oborinskim i ocjednim vodama. Najčešće se hrani vegetativnim dijelovima zeljastih biljaka, sjemenom zeljastih biljaka, dijelovima korijena i korom drvenastih biljaka.



Slika 9: Poljska voluharica

(<https://sanitarac.com/deratizacija/voluharice/poljska-voluharica-microtus-arvalis>)

2.4.6. ŠUMSKA VOLUHARICA (*MYODES (CLETHRIONOMYS) GLAREOLUS*)

Šumsku voluharicu možemo naći u šumama, na proplancima, te ponekad i u vrtovima. U šumama najčešće obitava u bujnom sloju prizemnog rašća u bjelogoričnim i crnogoričnim šumama te na rubovima šuma, dok rjeđe obitava u močvarama, sječinama, grmlju i rubovima oranica. Uglavnom je biljojed pa se većinom hrani vegetativnim dijelovima zeljastih biljaka i sjemenom te dijelovima korijena i korom drvenastih biljaka. U zimskom razdoblju oštećuje koru mladih sadnica (poljskog jasena, hrasta lužnjaka, javora, graba, lipe, smreke, crnog bora i dr.) i time uzrokuje velike materijalne štete zbog čega ju se tretira kao štetnika. U ljetnim mjesecima čini štete na poljoprivrednim površinama, dok u jesen migrira na šumske terene. Sezona razmnožavanja traje im od ožujka do listopada, a godišnje prosječno imaju maksimalno 7 legala sa prosječno 5-12 mladunca po leglu. U plitkim jamama, ženka okoti oko četiri legla tijekom ljeta (Oštrec 1998.) Jedna od specifičnosti šumske voluharice jesu glasovi koje proizvodi pomoću kojih komuniciraju jedinke međusobno. Primjerice, ukoliko osjete strah glasaju se jasnim, jednosložnim krikovima, prilikom borbe s pripadnikom iste vrste, zastrašuju se i zvukom brušenja zubi, dok mladunci pak dozivaju majku visokim piskutanjem. Generalno šumske voluharice karakterizira kratak životni vijek, no najveća starost zabilježena u zatočeništvu iznosila je 4.8 godina (Weigl 2005).



Slika 10: Šumska voluharica

[\(\[https://stetnici.sumins.hr/SumskiStetnici/sumska_voluharica_\\(myodes_glareolus\\)\\)\]\(https://stetnici.sumins.hr/SumskiStetnici/sumska_voluharica_\(myodes_glareolus\)\)\)](https://stetnici.sumins.hr/SumskiStetnici/sumska_voluharica_(myodes_glareolus)))

2.5. DINAMIKA POPULACIJA SITNIH GLODAVACA

Sitne glodavace karakteriziraju sezonske, ali i višegodišnje fluktuacije njihove brojnosti (Jensen 1982, Hansson i Henttonen 1988, Stenseth i dr. 1998, Stenseth 1999, Korpimäki i dr. 2004, Davis i dr. 2005, Korpimäki i dr. 2005a, 2005b, Lambin i dr. 2006). Na povećanje populacije sitnih glodavaca utječe veliki broj čimbenika koje možemo podijeliti u četiri osnovne grupe: brojnost i fiziološko stanje populacije, meteorološki uvjeti, stanište i izvori hrane te prirodni neprijatelji i bolesti. Izvor hrane, najčešće urod šumskog sjemena pokazao se kao glavni čimbenik prenamnožavanja granivornih glodavaca (Jensen 1982, Pucek i dr. 1993, Ostfeld i dr. 1996, McCracken i dr. 1999, Hansson i dr. 2000, Crespin i dr. 2002, Jensen 2012).

Kod obilnog uroda šumskog sjemena gustoća populacije glodavaca doseže svoj vrhunac godinu dana nakon uroda, nakon čega usljeđuje drastično smanjenje populacije preko zime. Obilan urod šumskog sjemena omogućava sitnim glodavcima koji su aktivni zimi da se i dalje tijekom zime razmnožavaju što rezultira masovnim pojavama već u rano proljeće (Zejda 1962, Smyth 1968, Bäumlner 1981, Jensen 1982, Wolff, 1996). U godini nakon prenamnožavanja gustoća populacije glodavaca najčešće ostaje ispod prosjeka i vraća se na prosječne vrijednosti tek treću godinu nakon obilnog uroda šumskog sjemena (Jensen 1982, Pucek i dr. 1993, Hansson i dr. 2000).

U godinama masovne pojave gustoća populacije sitnih glodavaca je 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 pridonositi će masovnoj pojavi glodavaca, no također će biti predispozicija plodonošenju drvenastih biljaka (Solonen 2001, Solonen 2004, Kausrud i dr. 2008, Bilodeau i dr. 2013). To objašnjava vremensko podudaranje perioda fruktifikacije raznog šumskog drveća poput hrasta lužnjaka, bukve, običnog graba i javora, s masovnim pojavama glodavaca (Starčević 1990, Pucek i dr. 1993, O'Brian 1994, Prpić i Matić 1983, Jensen 1982).

2.6. ŠTETE I KORISTI OD SITNIH GLODAVACA

U godinama masovne pojave glodavaca, štete koje nanose mogu biti vrlo velike, te zbog prekomjernosti ove populacije može doći do otežane prirodne obnove šuma, pogotovo u zajednicama sa hrastom lužnjakom. Šumski glodavci najčešće oštećivanju šumsko sjeme, stabljiku koru i korijen mladih biljaka (Slika 6).



Slika 11: Šteta od glodavaca na kori pomlatka (Vucelja 2018)

Najčešće štete koje proizvode šumski glodavci su na pomlatku i sjemenu, a mogu ići do velikih razmjera kao na primjeru hrasta lužnjaka gdje je zabilježeno uništenje cjelokupnog uroda žira (Bjedov 2015). Štete na sjemenu su posebno izražene u godinama obilnog uroda sjemena (Bjedov et al. 2017). Porast populacije glodavaca je veći, ukoliko je urod sjemena obilniji, a samim time su i štete na sjemenu veće. Ukoliko je urod bio manji, pa je žir unesen na pomladnu površinu, a u okolnim sastojinama ga nema puno, tada je pritisak glodavaca puno veći (Posarič 2010).

Štete na sjemenu većim dijelom pripisuju se vrstama podporodice Murinae, a štete na mladima vrstama podporodice Arvicolinae, no postoje i navodi prema kojima je upravo rod *Apodemus* najvećim dijelom zaslužan za štete na korijenovom sustavu mladih biljaka (Vucelja

2013). Osim hrasta, velike štete trpe i bukva, grab, jasen, javor vrba, jarebika, topola, trešnja i brojne druge listače, dok su kod četinjača to najčešće europski ariš, dugalzija, smreka i jela. Štete su izrazito prostorno i vremenski varijabilne, no njihova je pojava generalno učestalija na listopadnom, nego na crnogoričnome drveću (Bjedov 2015).

Sitni glodavci osim u šumarstvu stvaraju ogromne probleme i u poljoprivredi. Kao primjer možemo uzeti poljsku voluharicu (*Mircotus arvalis*) koja radi velike štete, dok se u povoljnim uvjetima njezina brojnost povećava i doseže čak do 2000 jedinki/ha, zbog čega moramo pravovremeno reagirati kako bi te štete smanjili na minimalna razinu i na taj način spasili usjeve. Štete od glodavaca obično nisu toliko velike, promatramo li ih na nacionalnoj razini, no lokalno one mogu biti izuzetno značajne.

Neke od materijalnih šteta koje se pojavljuju kao posljedica aktivnosti glodavaca u šumskim ekosustavima su troškovi deratizacije, nabave sjemena i sadnica za površine gdje gubitci nalažu poduzimanje mjera obnove, zatim štete sanacije potkopanih puteva i tome slično (Vucelja 2013). Sustavno praćenje kretanja populacija ovih životinja, zajedno sa pravovremenim poduzimanjem mjera za održavanje njihove brojnosti na neškodljivom minimumu, preduvjet su preveniranja nastanka šteta (Vajda 1974).

Iako se na glodavce najčešće gleda u negativnom kontekstu njihova zastupljenost u ekosustavima je od velikog ekološkog značaja (Bjedov 2015). Lisica (*Vulpes vulpes* L.), lasica (*Mustela nivalis* L.), kuna (*Martes martes* L.), tvor (*Mustela putorius* L.), sove (Strigidae spp.), jastrebovi (*Accipitridae* spp.), vrane (*Corvus corvus* L.) i svrake (*Pica pica* L.) najčešće su vrste kojima glodavci predstavljaju glavni izvor hrane, te na taj način utječu na njihovu brojnost i distribuciju. Sitni glodavci zahvaljujući svojoj životnoj strategiji brzo reagiraju na promjene i zbog toga služe kao indikatori promjena u prirodi i promjena nastalih djelovanjem čovjeka.

Kompleksnost uloge glodavaca i značenje koje imaju u održavanju delikatne ravnoteže i biološke raznolikosti šumskih ekosustava, čiji jesu i trebaju biti sastavni dio, ogleda se u njihovom pozitivnom utjecaju 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 (Vucelja 2013).

2.7. ULOGA SITNIH GLODACI KAO REZERVOARA I VEKTORA ZARAZNIH BOLESTI

Sitni glodavci su prijenosnici niza zaraznih bolesti opasnih za zdravlje čovjeka te domaćih i divljih životinja. Bolesti koje su zajedničke ljudima i životinjama nazivamo zoonozama ili preciznije antropozoonozama. Pod rezervoarom bolesti, podrazumijeva se jedna ili više vrsta biljaka ili životinja u kojima uzročnik živi, umnožava se, a o kojima ovisi njegovo trajno održavanje u prirodi (Kuzele 2011). Prirodna žarišta su biotopi u kojima se trajno održavaju uzročnici zaraznih bolesti (prirodnožarišne zoonoze) putem svojih rezervoara (sitnih glodavaca) (Milas i dr. 2002).

Glodavci, iako služe uzročnicima bolesti za njihovo trajno održavanje u prirodi, sami najčešće ne pokazuju simptome bolesti tj. ne oboljevaju, ali predstavljaju izvor infekcije za druge jedinke iste vrste (potencijalne rezervoare) te za ljude i životinje (domaćine, primaocce) (Vucelja 2013).

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).

Glodavci prenose preko 60 zoonoza koje predstavljaju ozbiljnu prijetnju ljudskom zdravlju (Meerburg i dr. 2009, Luis i dr. 2013). 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). Prirodnožarišne zoonoze javljaju se u slobodnoj prirodi neovisno o prisutnosti čovjeka. Javljaju se samo u određenim krajevima gdje harmoničan kompleks životinjskih i biljnih zajednica, te drugih čimbenika okoliša osigurava opstanak njihovih uzročnika (Cvetnić i dr. 2003). Povećana brojnost glodavaca i njihova pokretljivost, te činjenica

da lako dolaze u kontakt s kontaminiranom hranom i vodom te udisanjem zaraženog aerosola pospješuju brzo širenje pojedine bolesti.

Obolijevanje ljudi događa se kad oni zbog svoje profesije ili rekreacije i sl. dođu u izravni kontakt sa zaraženim životinjama ili indirektno s kontaminiranim okolišem. U Hrvatskoj su neke od tih bolesti endemske, no pojedina šira područja makrobiotopa, kao i distribucija pojedinih uzročnika nisu još dostatno istraženi (Golubić i Markotić, 2003).

Među zoonozama čiji su rezervoari sitni glodavci u Republici Hrvatskoj najvažnije su: hemoragijska vrućica s bubrežnim sindromom (HVBS), poznatija u narodu kao “mišja groznica” i leptospiroza. Rezervoari ovih virusa su divlji sitni glodavci, a najčešći su: šumska voluharica (*Myodes glareolus*), žutogrli šumski miš (*Apodemus flavicollis*), šumski miš (*Apodemus sylvaticus*) i prugasti poljski miš (*Apodemus agrarius*).

Izvori infekcije mogu biti:

- Primarni (bolesne životinje i životinje kliconoše, bolestan čovjek i čovjek kliconoša)
- Intermedijarni (izlučevine bolesnih životinja i životinja kliconoša)
- Sekundarni (tlo, pašnjaci, livade, voda, zrak, hrana, kontaminirani predmeti)

Mogućnosti liječenja bolesti prenesenih od strane sitnih glodavaca prilično su ograničene (simptomatski, etiološki; antibioticima, hiperimunim sredstvima), stoga su nam zaštitne mjere vrlo važne kako bi smanjili mogućnost zaraze. Potencijalne mjere zaštite možemo podijeliti na specifične mjere i opće mjere. Cijepljenje protiv uzročnika bolesti, ubrajamo u specifične mjere, a pod opće mjere ubrajamo kontrolu brojnosti i redukciju glodavaca, dezinfekciju, 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 u povratku (Vucelja 2013).

2.8. METODE UTVRĐIVANJA BROJNOSTI POPULACIJE SITNIH GLODAVACA

Utvrdjivanje brojnosti provodi se najmanje dva puta godišnje. Prvo brojanje je u proljeće kada je najučinkovitije zbog dobivanja kvantitete populacije poslije zimskog razdoblja uslijed kojeg dolazi do prirodne redukcije, te u jesen (Videc 2009). Kod utvrđivanja brojnosti glodavaca, postoje razne znanstvene metode, no u europskoj šumarskoj praksi primjenjuju se metode kojima je moguće izlovljavanje i u tom slučaju se primjenjuju mrtvolovke ili živolovke (Bjedov et al. 2017). Živolov zahtjeva oprezno rukovanje životinjama i kompliciranije označavanje ulovljenih jedinki koje se naknadno moraju pustiti (Bjedov et al. 2017).

Zbog lakše obrade ulovljenih jedinki, jednostavnijeg izračunavanja indeksa brojnosti i smanjene opasnosti od ugriza životinja, u praksi je praktičnija, te se preporuča primjena mrtvolovki i to one visoke osjetljivosti mehanizma okidača koje se mogu višekratno koristiti (Bjedov et al. 2017).

Također postoje i indirektne metode koje uključuju brojanje aktivnih rupa na ugroženim pomladnim površinama ili postavljanje grančica kao mamaca i praćenje njihovih oštećenja. Prednost ovih metoda u odnosu na izlov je to što zahtjevaju manje radne snage i manje vremena, no nedostatak je taj što ne daju uvid u brojno stanje štetnika.

Ove dvije podjele mogu se podijeliti i u 3 skupine prema Videcu (2009), a one su: primarne, sekundarne i tercijarne metode.

- Primarne metode tako ubrajamo metodu minimalnog kvadrata, „Y“ metodu i metodu ponovnog ulova, a sve one služe za utvrđivanje apsolutne gustoće populacije
- Sekundarne metode omogućavaju utvrđivanje relativne brojnosti, a pod tu skupinu metoda spada metoda linearnog transekta. U obje skupine metoda prisutno je izlovljavanje životinja i u tom se slučaju primjenjuju mrtvolovke ili živolovke.
- Tercijarne metode omogućavaju utvrđivanje prisutnost životinja preko znakova njihove aktivnosti, a provodi se brojenjem aktivnih rupa na jedinici površine, analizom tragova ili prisutnošću izmeta na terenu.

Dvije glavne metode utvrđivanja brojnosti sitnih glodavaca koje se kod nas koriste su:

1. metoda linearnog transeka (koristi se u državnim šumama Hrvatske u sklopu redovitog monitoringa sitnih glodavaca, od 2017. god.),
2. tercijalne metode utvrđivanja u praksi.

2.8.1. METODA LINEARNOG TRANSEKTA

Metoda linearnog transeka služi za određivanje relativne brojnosti sitnih glodavaca. Unutar transeka (koji može ili ne mora biti pravolinijski) postavljaju se zamke (najčešće mrtvolovke) na razmaku od 5-7 (10) m. U slučaju postavljanja više transekata, razmaci među njima iznose 50 metara. Mjesto na kojemu se postavljaju zamke često je potrebno očistiti od listinca i prizemnoga rašća te zabilježiti mjesto kako bi se klopke što lakše pronašle. Brojnost se izračunava postotkom ulovljenih životinja u odnosu na ukupan broj postavljenih klopki. Utvrđivanje brojnosti sitnih glodavaca je najučinkovitije u proljeće, jer se je populacija tijekom zime došlo do prirodne redukcije.

Prednost metode je utome što se u kratkom vremenu može utvrditi brojnost na velikoj površini. Sam lov obično traje jednu noć, tj. klopke se postavljaju dan prije, a u jutro sljedećeg dana se dolazi na provjeru uspješnosti ulova i pristupa daljnjoj analizi i utvrđivanju brojnosti ulovljenih jedinki (Margaletić 1997).

Crnković (1982), navodi kako suzbijanje nije potrebno provesti ako je postotak ulovljenih jedinki ispod 20%. Ako je postotak ulovljenih glodavaca između 20% i 30% suzbijanje se provodi po potrebi. Kada je ulov 40% ulovljenih jedinki, Videc (2009) navodi da je suzbijanje obavezno.

Relativna brojnost životinja od 30 – 60% znak je povećane brojnosti sitnih glodavaca (Androić i dr. 1981), dok se situacija u kojoj je u 80% klopki lovnog transeka zabilježen ulov smatra sigurnim pokazateljem masovne pojave glodavaca na terenu (Delany 1974).

SUZBIJANJE NEPOTREBNO		SUZBIJANJE PREMA POTREBI	SUZBIJANJE OBAVEZNO								
										10	20
Udio u lovnom transektu (%)											

Tablica 1: Prikaz potrebe suzbijanja sitnih glodavaca (Crnković 1982)

2.8.2. TERCIJALNE METODE

Tercijalne metode se temelje na utvrđivanju prisutnosti sitnih glodavaca preko znakova njihove aktivnosti i služe nam za okvirno utvrđivanje brojnosti populacije. Ova metoda se bazira na brojenju aktivnih rupa na određenoj jedinici površine, analizi tragova i prisutnosti izmeta.

2.9. METODE ZAŠTITE OD GLODAVACA

Sitni glodavci iako ih iz perspektive zaštite šuma smatramo i definiramo kao štetnike imaju važnu ulogu u cijelom kompleksnom šumskom ekosustavu. Uloga glodavaca u šumskom ekosustavu se očitava se kroz održavanje prirodne ravnoteže i održavanju njihove brojnosti na prihvatljivoj razini. Kako bi se umanjile štete od sitnih glodavaca, brojni su znanstvenici izučavali različite načine suzbijanja povećane im brojnosti (Bäumler i dr. 1989)

Metode suzbijanja glodavaca dijele se na biološke, mehaničke, fizikalne i kemijske.

2.9.1. BIOLOŠKE METODE

Biološke metode koje se koriste u suzbijanju štetnika su njihovi predatori, paraziti i patogeni organizmi. Prema nekim autorima i korištenje antifertilitetnih materija ili kemosterilanata pripada u skupinu bioloških metoda, no ipak, uporaba kemosterilanata mnogo je bliža kemijskim

metodama suzbijanja (Brooks i Rowe 1987). Velik broj životinjskih vrsta, pogotovo sisavci i ptice, prirodni su neprijatelji sitnih glodavaca. Njihova uloga dolazi do najvećeg izražaja u razdoblju kada nije došlo do prenamnoženosti populacija glodavaca. Također su nam poznati i pokušaji suzbijanja štetnih glodavaca primjenom mikroorganizama, odnosno primjenom određenih vrsta bakterija. Ova se metoda zasniva na inficiranju štetnih glodavaca specifičnim bakterijama, a rezultira oboljenjima i uginućima sitnih glodavaca.

U početku korištenja ove metode koristili su se različiti sojevi bakterija iz roda *Salmonella*. Obzirom da su neki sojevi bakterija bili zarazni i opasni za čovjeka, te da se uporaba nije pokazala najučinkovitijom kod razvijanja otpornosti nekih vrsta glodavaca na pojedine vrste, svjetska zdravstvena organizacija donijela je preporuku po kojoj bakterije roda *Salmonella* ne treba koristiti u suzbijanju štetnih glodavaca. Ovu preporuku mnoge su zemlje ugradile u svoje zakonodavstvo kao zabranu (Brooks i Rowe 1987).

2.9.2. MEHANIČKE METODE

Mehaničke metode jedne su od najstarijih metoda, a odnose se na ograde sa zamkama ili samo ograde, na različite klopke koje služe za hvatanje i ubijanje te ljepljive trake. Ograde sa zamkama su učinkovit način obrane usjeva i trajnih nasada od napada glodavaca. One su u pravilu žičane konstrukcije koje se postavljaju oko trajnih nasada ili višegodišnjih usjeva na način da se ukopaju 20 cm u tlo i budu više od 40 cm iznad tla. Voluharice i miševi ne kopaju tunele dublje od 20 cm u tlo, a visina barijere od 40 cm dovoljna je da spriječi prelaženje glodavaca u branjeno područje (Fuelling i sur. 2010). Fuelling i sur. (2010) su u dvogodišnjim pokusima s ogradama i zamkama otkrili da takve zamke u kombinaciji s ogradom privlače predatore koji redovito uklanjaju zatočene glodavce te se zadržavaju u blizini ograde hvatajući voluharice koje se nađu u tom području.

Početna ulaganja u ovu vrstu obrane od štetnih glodavaca mogu biti znano veća od upotrebe rodenticida, ali gledajući kroz duže vremensko razdoblje mehaničke prepreke za višegodišnje usjeve i nasade su isplativije i učinkovitije te prihvatljivije za okoliš u odnosu na otrovne mamce.

2.9.3. FIZIKALNE METODE

Kod fizikalnih metoda koristimo svjetlost, zvuk ili elektromagnetne valove za zaštitu od štetnih glodavaca. Kod zvuka koristimo frekvencije koje iritiraju glodavce i one koje oponašaju ptice grabljivice. Svjetlost se koristi kao metoda kod osvjetljavanja područja kada se glodavci kreću noću, dok su elektromagnetni valovi nova metoda koja se još nije dovoljno istražila.

2.9.4. KEMIJSKE METODE

Primjena kemijskih sredstava pokazala se najučinkovitija i najbrža metoda reduciranja prenamnoženih populacija štetnih glodavaca. Moramo uzeti u obzir kako ova metoda nije uvijek opravdana s biološkog gledišta, te je njihova primjena opasna za čovjeka i životinje koje nisu predmet suzbijanja. Unatoč lošim stranama kemijskih sredstava, njihova prednost je u tome što imaju široku primjenu na velikim površinama.

Rodenticidi se najčešće pojavljuju u obliku praha, granula, pasta, tekućina i plina, odnosno supstanci koje oslobađaju otrovni plin. Ovisno o tome u kakvom se obliku pojavljuju na tržištu, rodenticidi se u praksi primjenjuju u obliku:

- suhih rastresitih ili kompaktnih (parafiniziranih ili briketiranih) mamaca s hranjivom podlogom biljnog i/ili životinjskog porijekla i praškastog, tekućeg ili u obliku paste rodenticida
- tekućih mamaca pripremljenih od odgovarajućeg tekućeg ili praškastog rodenticida otopljenog u vodi, mlijeku ili biljnom ulju, tekućih otopina ili suspenzija rodenticida s vodom u cilju prskanja praška vršina
- praškastih rodenticida namijenjenih tretiranju površina, plina, tj. fumigantnih sredstava.

Rodenticide koji se danas koriste možemo, s obzirom na letalni ishod po jednokratnom, odnosno višekratnom konzumiranju, podijeliti na brzodjelujuće i sporodjelujuće.

3. CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Sitni su glodavci biotski čimbenici šumskih ekosustava koji u godinama masovne pojave mogu značajno otežati njihovu prirodnu obnovu stvarajući štete na šumskom sjemenu te pomlatku. Unatoč, naoko velikom broju metoda zaštite raspoloživih u okviru prevencije njihove masovne pojave, mali broj zaista ima, ili može imati, širu praktičnu primjenu u šumskim ekosustavima i to prvenstveno zbog veličine i otvorenosti prostora.

Cilj ovoga preglednog rada jest analiza dinamike populacija sitnih glodavaca iz podporodica pravih miševa (Murinae) i voluharica (Arvicolinae) kroz pregled (napadnutih) površina na kojima su zabilježene štete od glodavaca te (tretiranih) površina na kojima je provedeno njihovo suzbijanje i zaštitarskih radova primjene rodenticida i to prema podacim Izvještajno prognoznih poslova (IPP) u šumarstvu Hrvatskog šumarskog instituta za dvadesetogodišnje razdoblje; od 2000. do 2019. godine. Svrha navedenih analiza jest bolje razumijevanje šumarskih zaštitarskih trendova u posljednje dvije dekade te potencijalno i kvalitetnije buduće planiranje radova prevencije šteta od glodavaca u državnim šumama Hrvatske.

4 .METODE ISTRAŽIVANJA

Za potrebe analize dinamike populacija sitnih glodavaca u državnim šumama Hrvatske zabilježene u periodu od 2000. do 2019. godine, odnosno u svrhu usporedbe veličina napadnutih i tretiranih površina, primijenjivanih metode zaštite, utvrđivanja vrste i količina utrošenih rodenticida, korištena su godišnja izvješća Hrvatskog šumarskog instituta (IPP; izvještajno prognozni poslovi u šumarstvu) za spomenuti višegodišnji period.

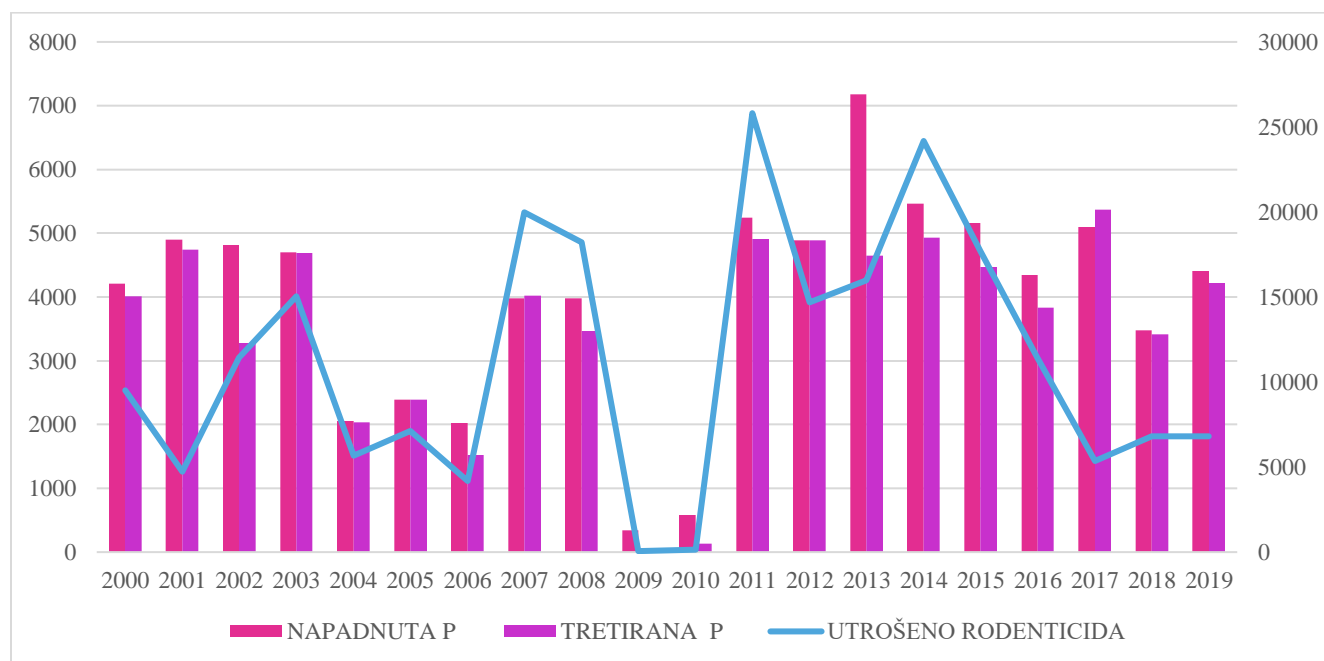
Monitoring sitnih glodavaca od početka 1980-ih godina uključuje bilježenje (od strane djelatnika poduzeća koje gospodari šumama u državnom vlasništvu, Hrvatske šume, d.o.o.) veličine površina napadnutih od glodavaca, tj. površina na kojima su uočljive štete od glodavaca u vidu grizotina na sjemenskom materijalu, odnosno na kori i korijenu mladih biljaka, zatim površina na kojima su provedena tretiranja glodavaca, odnosno evidentiranje utroška primijenjenih sredstava zaštite (rodenticida).

Uz korištenje programskog paketa Microsoft Office Professional Excel 2019, a prema Upravama šuma podružnicama, analizirani su parametri: napadnuta površina (ha), tretirana površina (ha) i utrošena količina rodenticida (kg).

5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

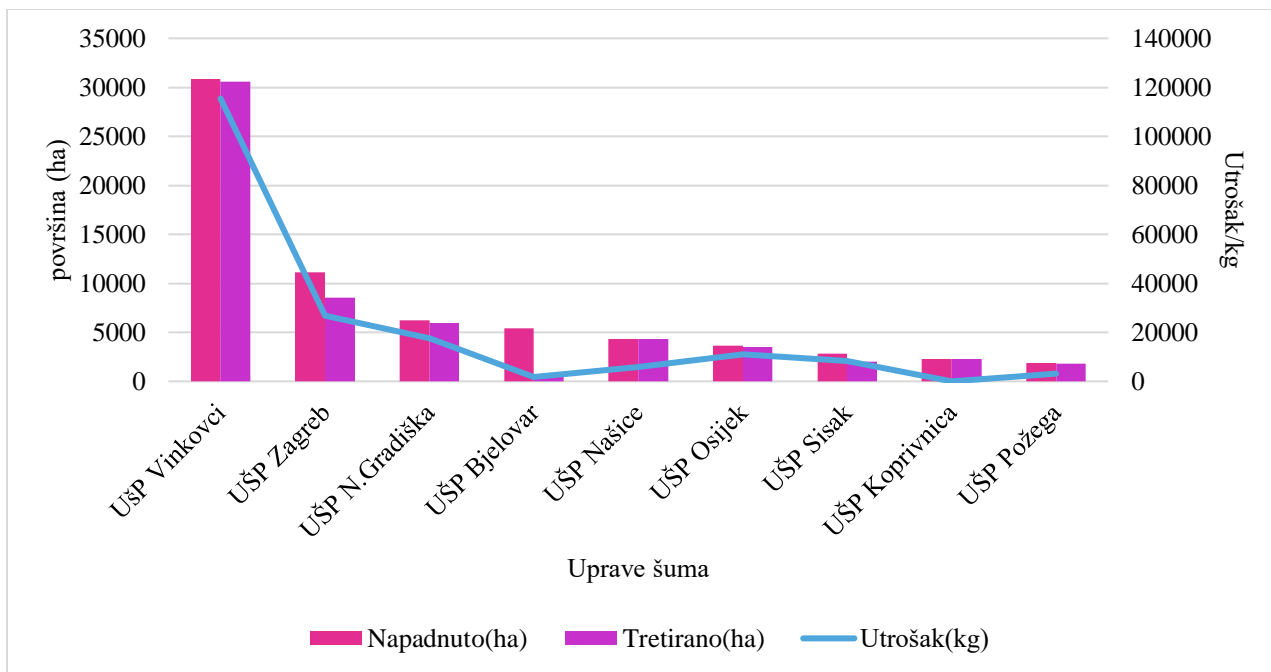
U razdoblju od 2000. do 2019. godine štete od sitnih glodavaca u državnim šumama zabilježene su na ukupnoj površini od 74 843,63 ha, od čega je 65 252,07 ha (87,2 %) površine tretirano različitim sredstvima zaštite od glodavaca (kumulativnim rodenticidima; antikoagulantima na bazi aktivnih tvari bromadiolon i difenakum te akutnim rodenticidima; fumigantima na bazi aktivne tvari cink fosfid). Prosječna godišnja veličina površina na kojoj su bilježene štete od sitnih glodavaca tijekom posljednjih 20 godina iznosila je 3 742,2 ha.

Godišnja dinamika ukupnih veličina površina u državnim šumama Hrvatske (sumarno za sve uprave šuma podružnice) na kojima su zabilježene štete od glodavaca (napadnute površine) te površina (tretirane površine) na kojima su glodavci suzbijani primjenom sredstava zaštite (rodenticida) za razdoblje od 2000. do 2019. godine prikazane su na Grafu 1.

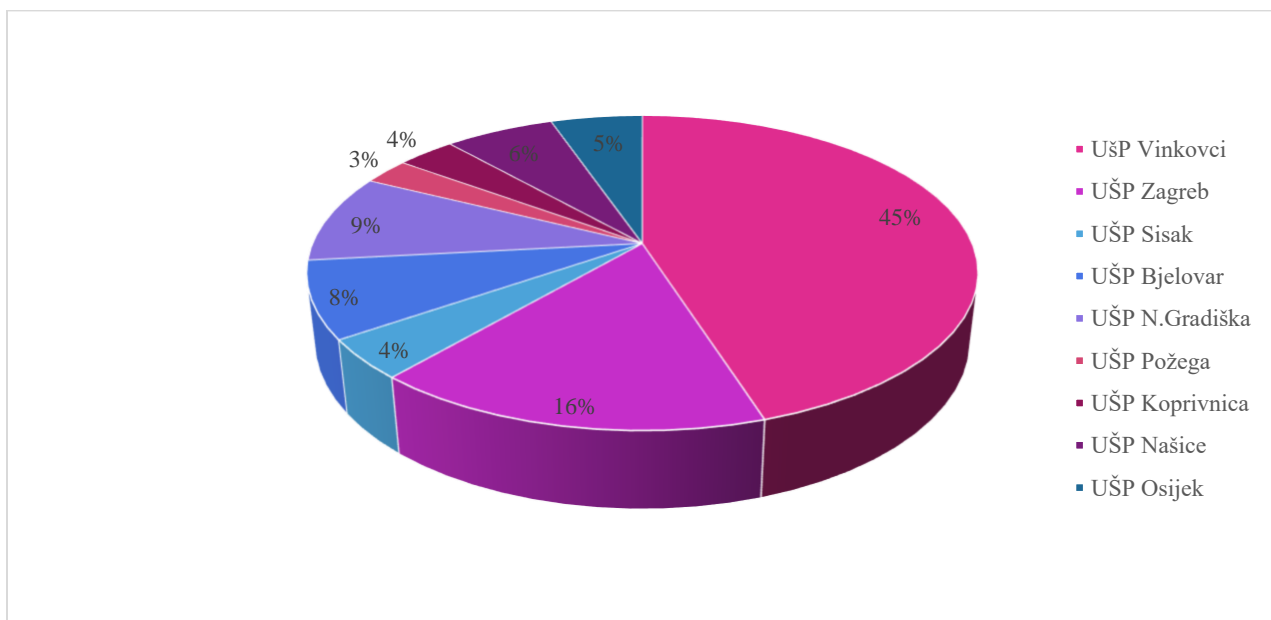


Graf 1: Godišnji iznosi tretiranih i napadnutih površina (ha) od sitnih glodavaca te količine utroška rodenticida (kg) u državnim šumama Hrvatske od 2000. do 2019. godine

Iznosi tretiranih i napadnutih površina (ha) te utroška rodenticida (kg) u državnim šumama Hrvatske, prema Upravama šuma podružnicama (UŠP), ka oi pripadajući udjeli, prikazani su na Grafovima 2. i 3.

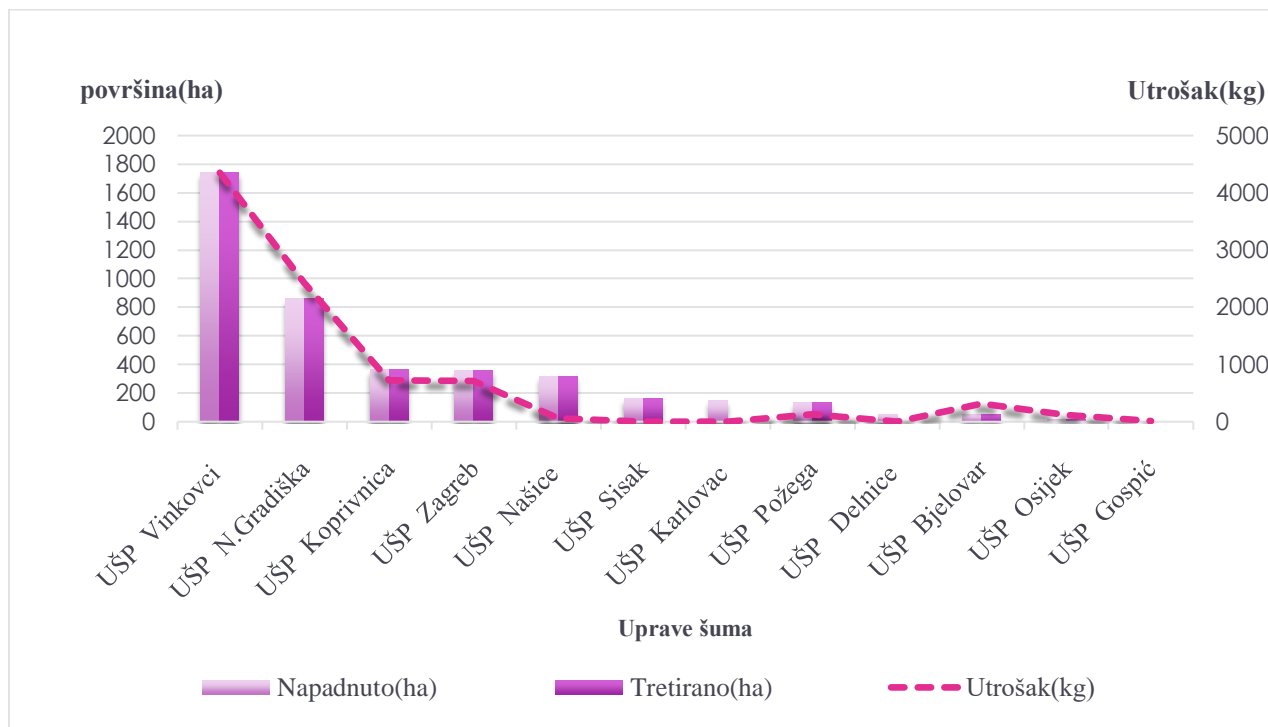


Graf 2: Veličina napadnutih i tretiranih površina (ha) te korištenih rodenticida protiv glodavaca od 2000.-2019. godine u državnim šumama Hrvatske, prema Upravama šuma podružnicama



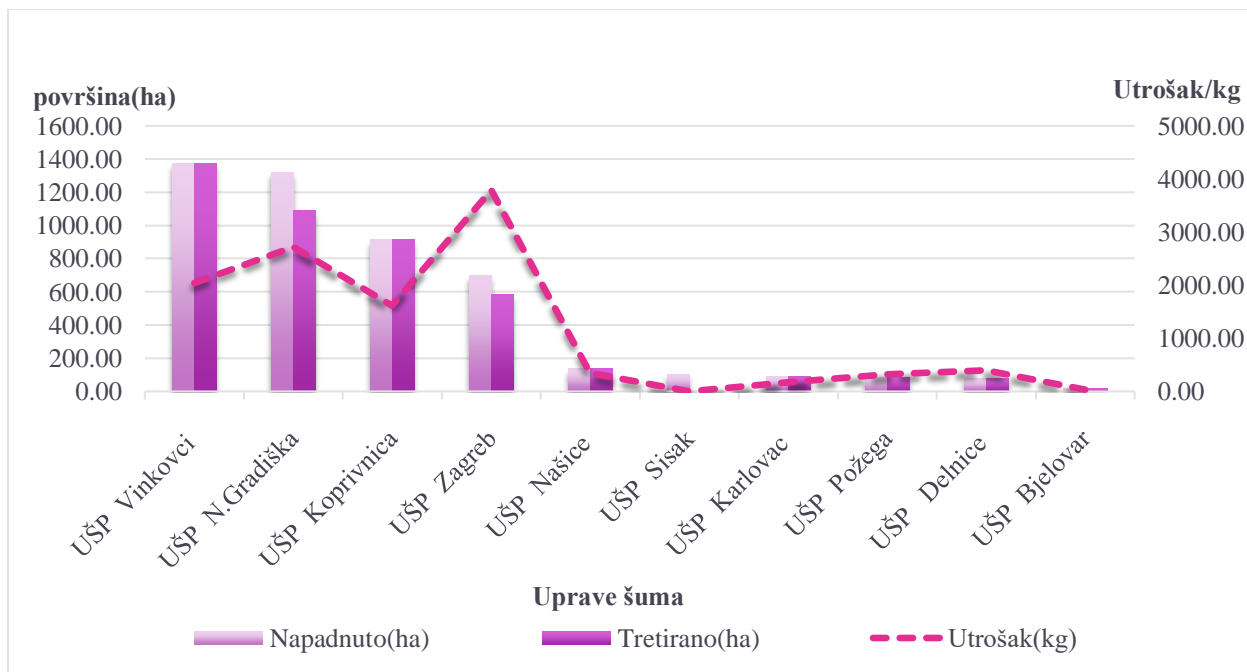
Graf 3: Udjeli (%) napadnutih površina (ha) sitnim glodavcima od 2000. do 2019. godine prema Upravama šuma podružnicama

U nastavku, na Grafovima 4 - 22 prikazane su godišnje veličine površina napadnutih i tretiranih protiv glodavaca (ha), kao i utrošak korištenih sredstava zaštite (rodenticida) (kg) prema Upravama šuma podružnicama¹.

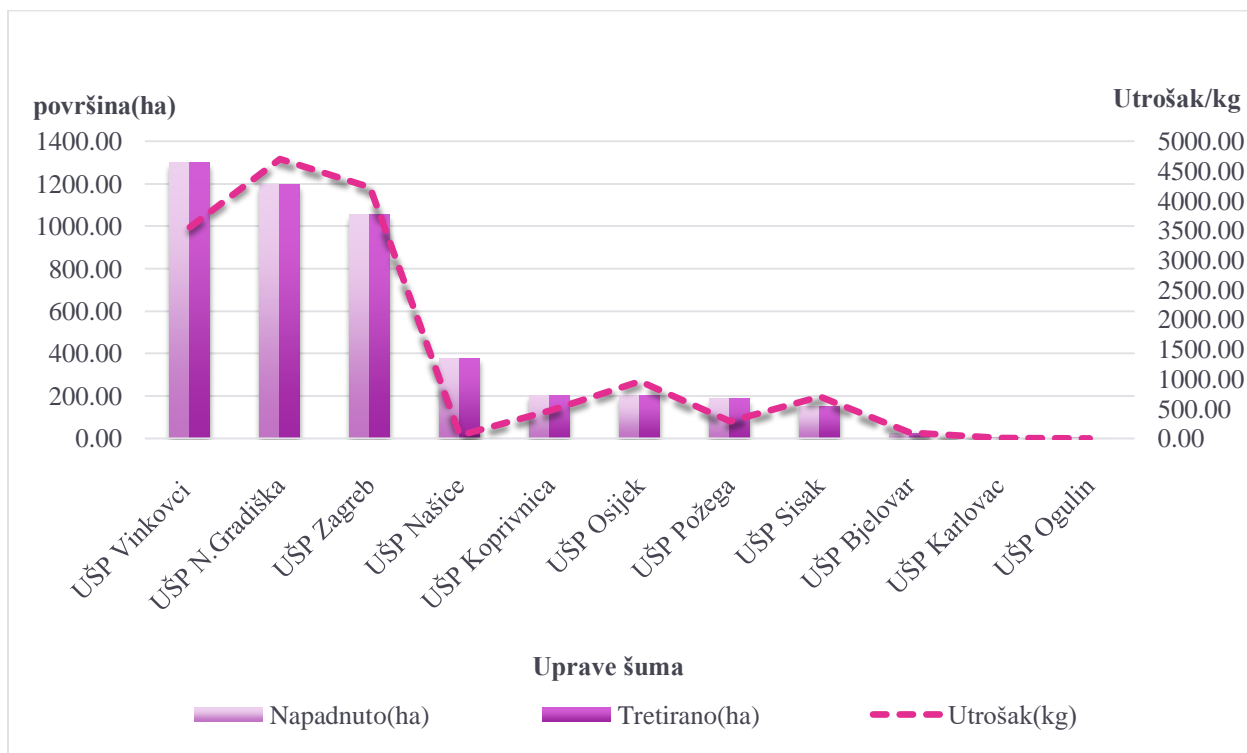


Graf 4: Veličina napadnutih i tretiranih površina te korištenih rodenticida protiv glodavaca 2000. godine u državnim šumama Hrvatske

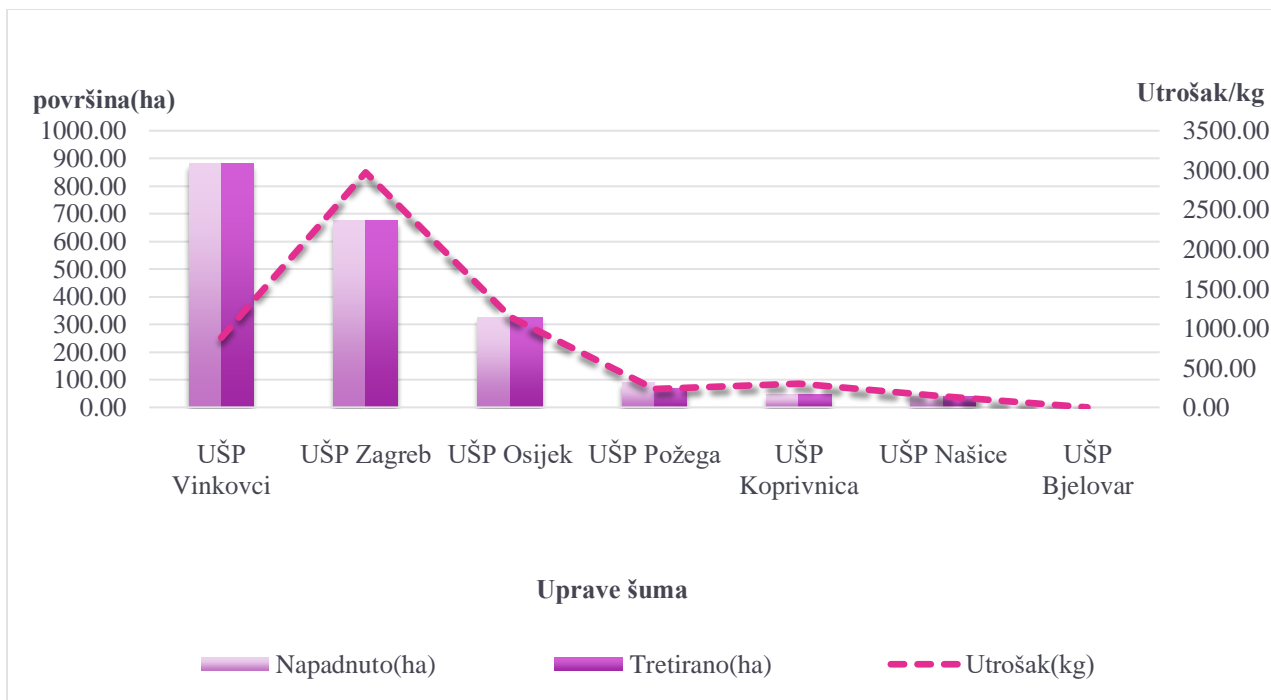
¹ 2001. godinu nismo prikazali u rezultatima u obliku grafa s obzirom da su za dotičnu godinu dostupni nam bili samo podatci ukupne rekapitulacije po svim upravama šuma u Hrvatskoj koje su bile zahvaćene napadom od sitnih glodavaca.



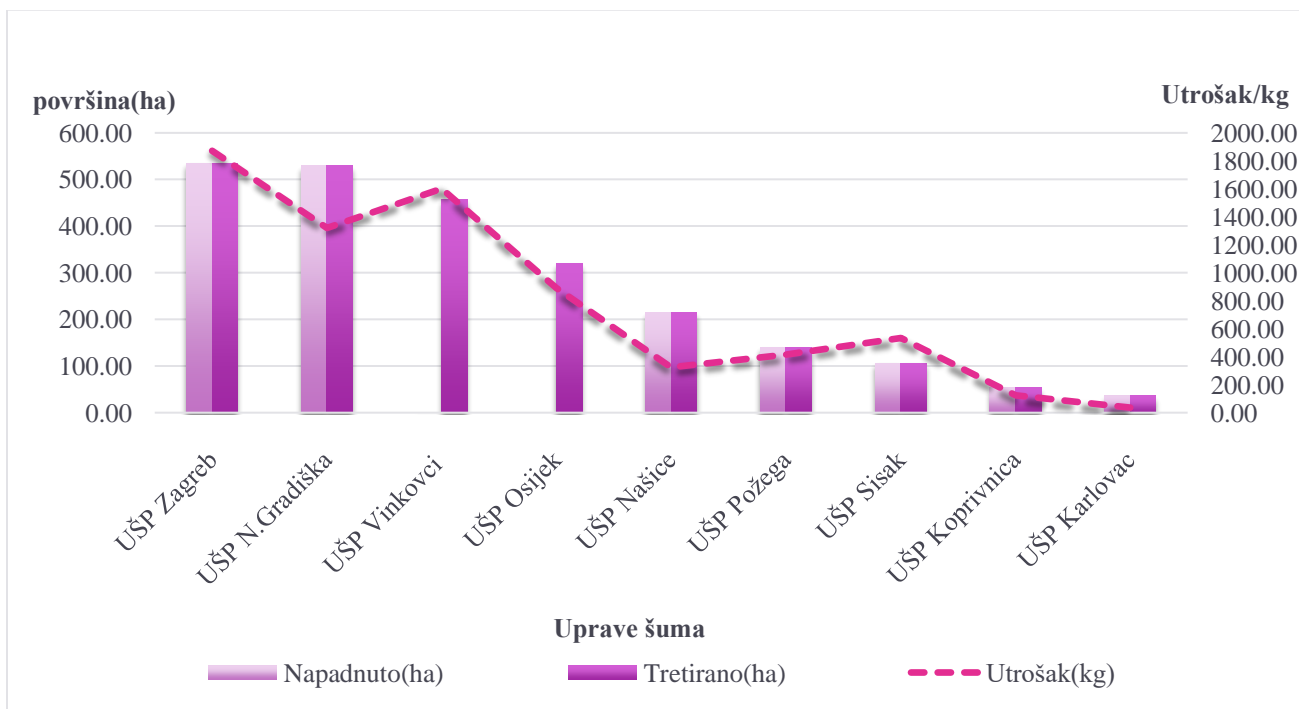
Graf 5: Veličina napadnutih i tretiranih površina te korištenih rodenticida protiv glodavaca 2002. godine u državnim šumama Hrvatske



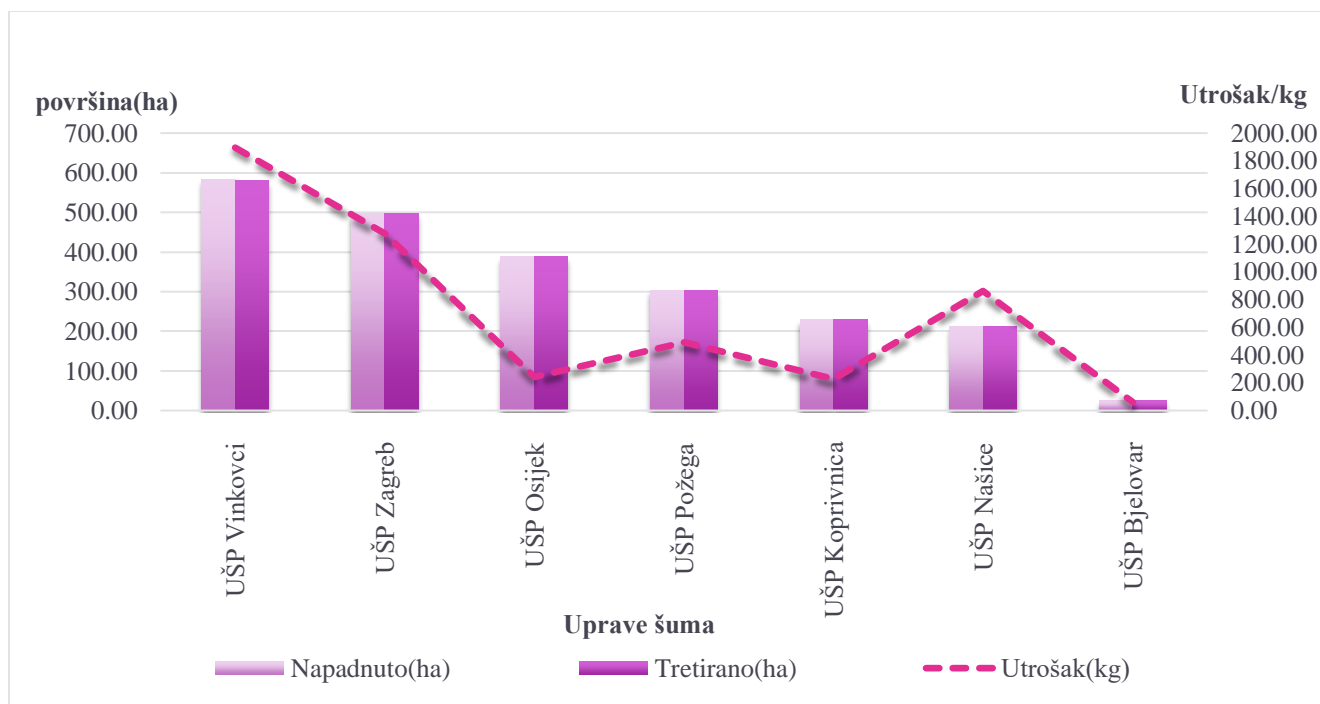
Graf 6: Veličina napadnutih i tretiranih površina te korištenih rodenticida protiv glodavaca 2003. godine u državnim šumama Hrvatske



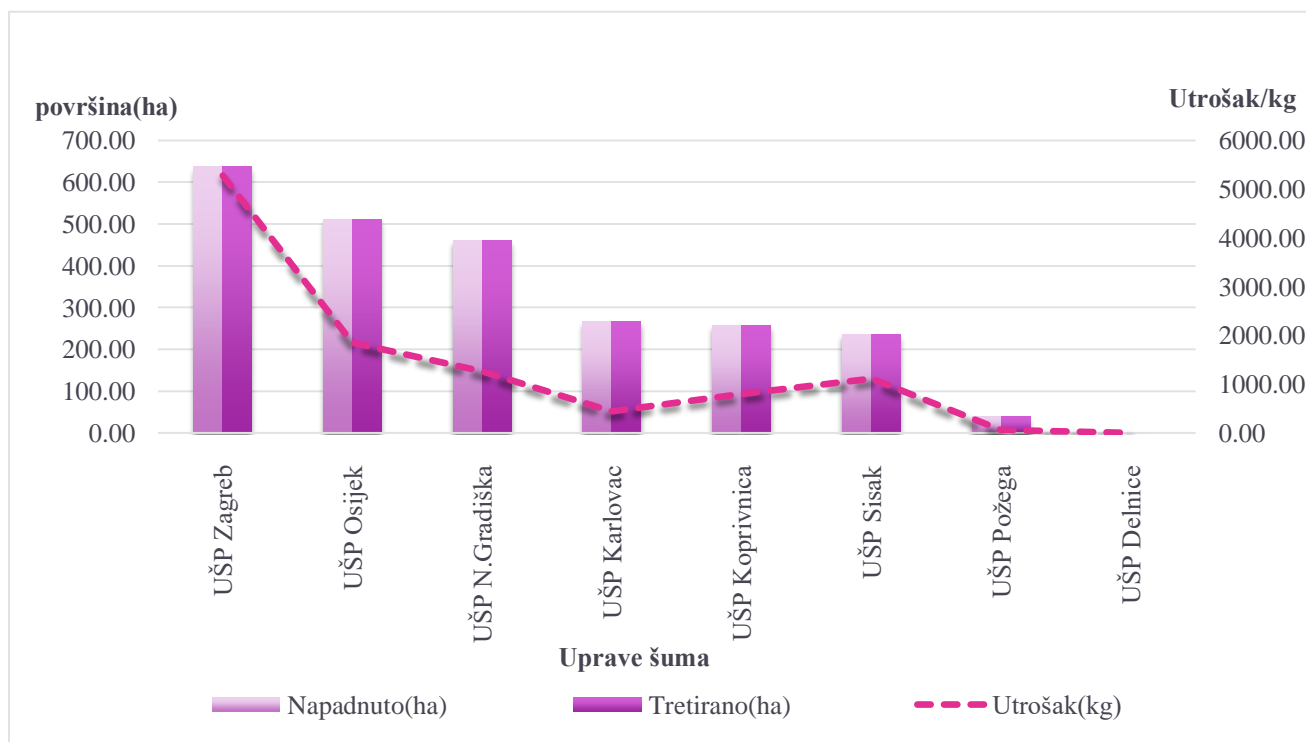
Graf 7: Veličina napadnutih i tretiranih površina te korištenih rodenticida protiv glodavaca 2004. godine u državnim šumama Hrvatske



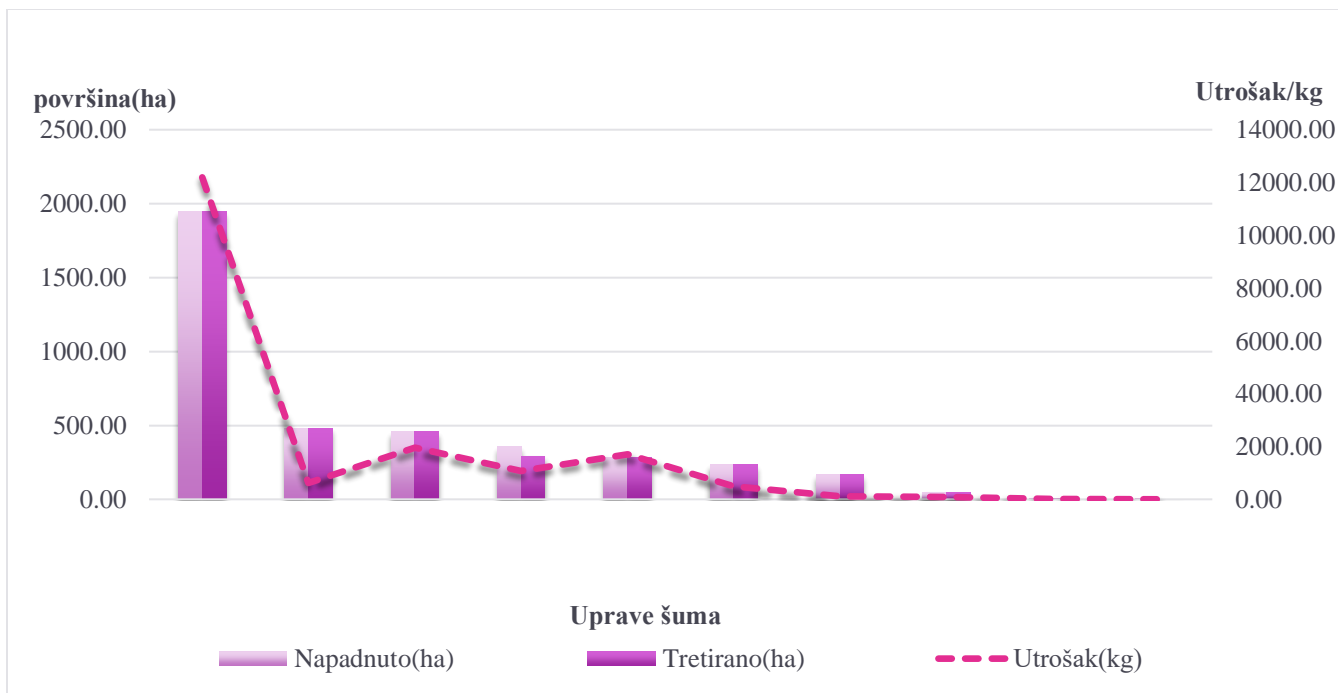
Graf 8: Veličina napadnutih i tretiranih površina te korištenih rodenticida protiv glodavaca 2005. godine u državnim šumama Hrvatske



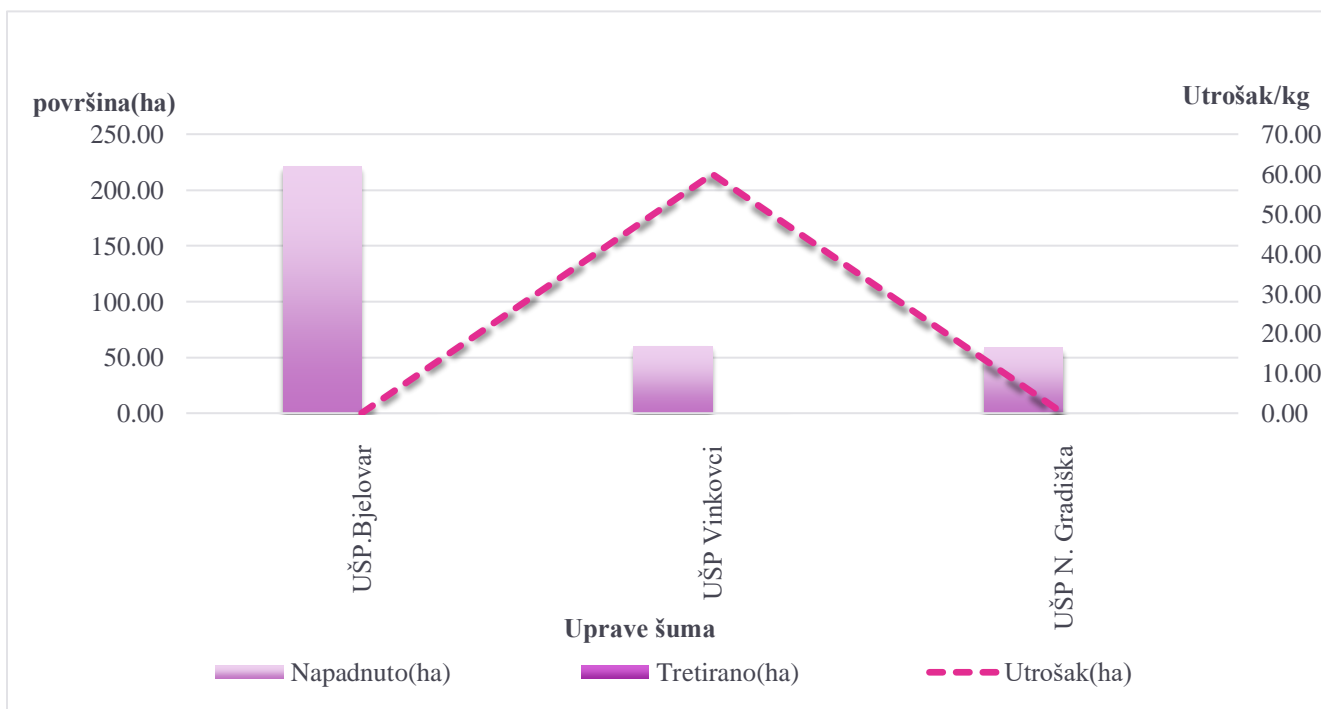
Graf 9: Veličina napadnutih i tretiranih površina te korištenih rodenticida protiv glodavaca 2006. godine u državnim šumama Hrvatske



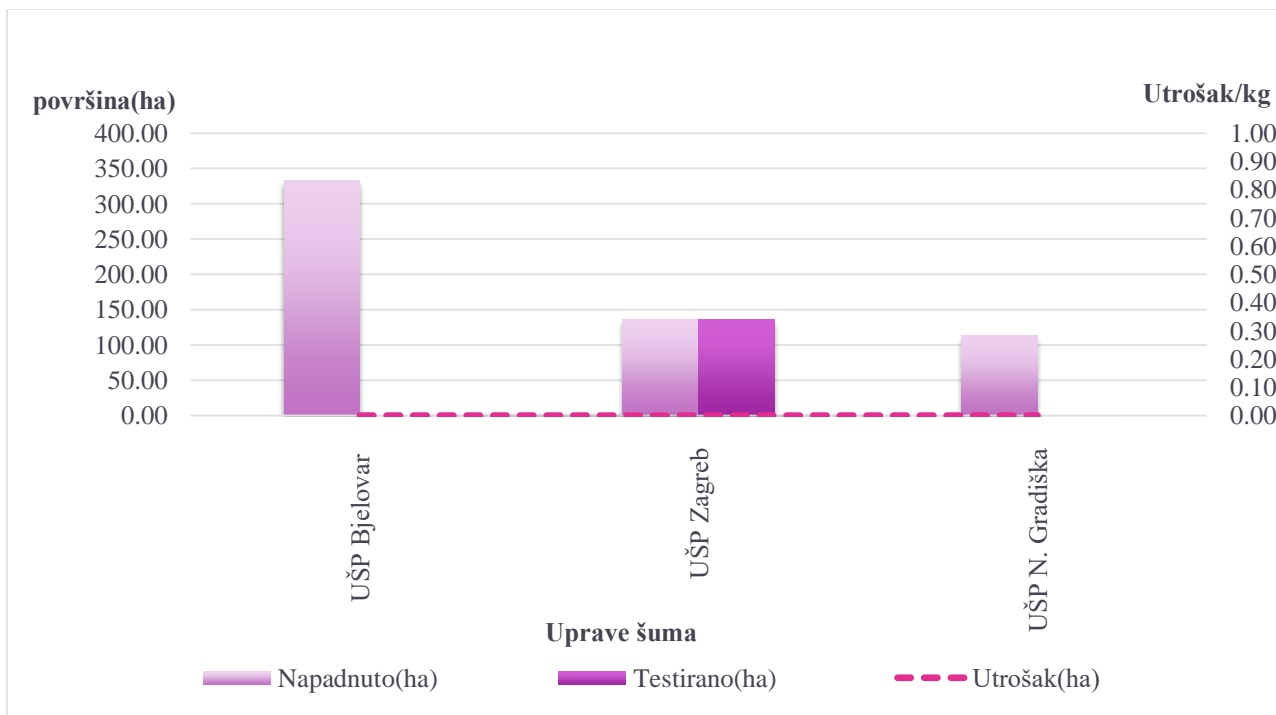
Graf 10: Veličina napadnutih i tretiranih površina te korištenih rodenticida protiv glodavaca 2007. godine u državnim šumama Hrvatsku



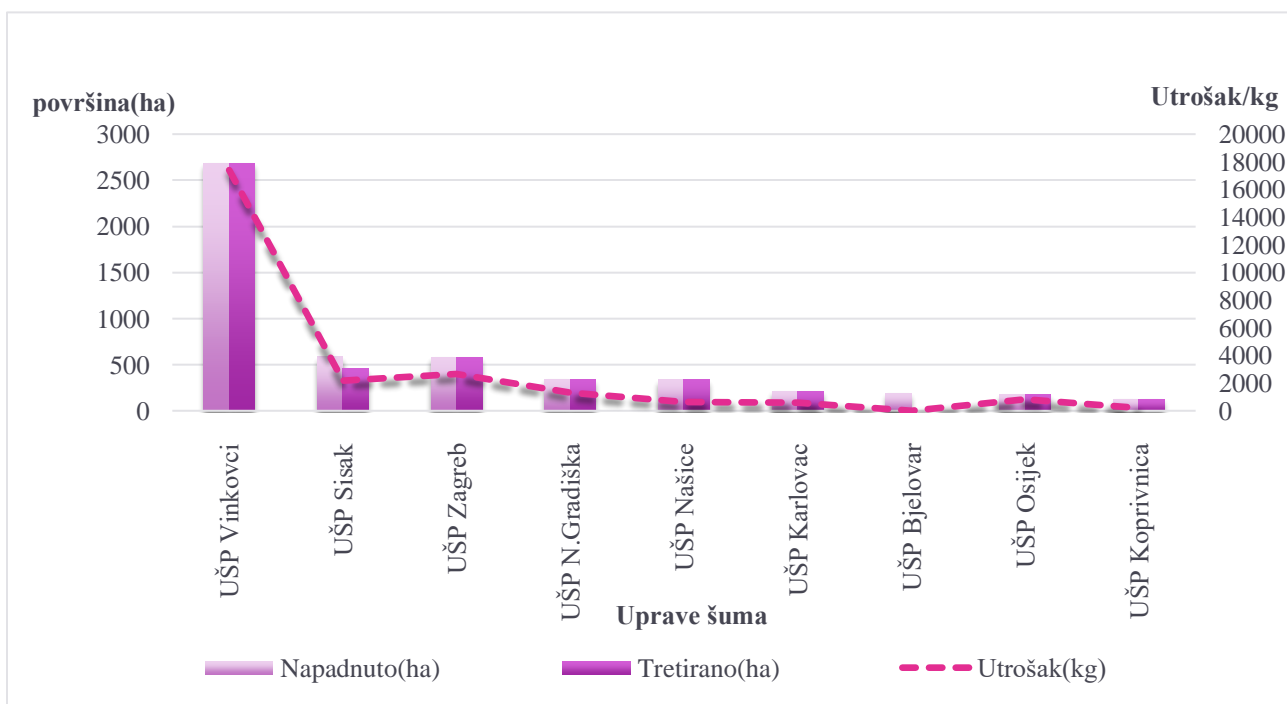
Graf 11: Veličina napadnutih i tretiranih površina te korištenih rodenticida protiv glodavaca 2008. godine u državnim šumama Hrvatske



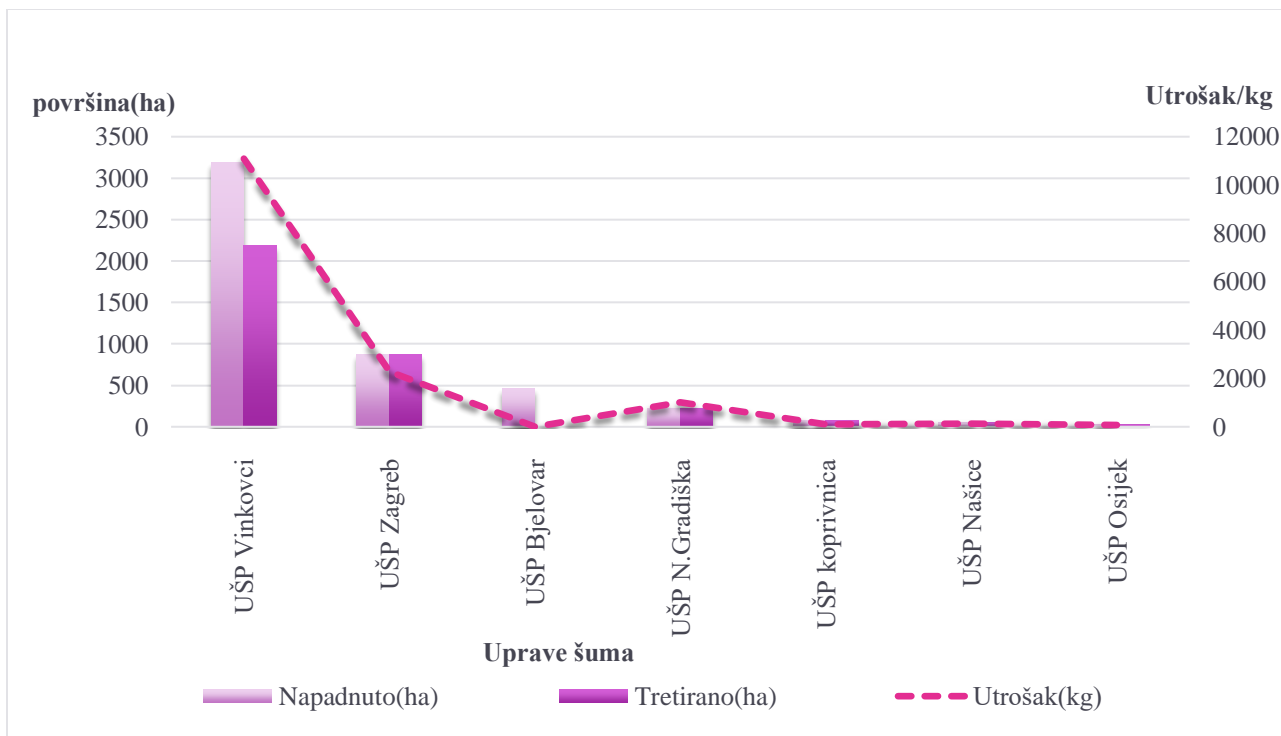
Graf 12: Veličina napadnutih i tretiranih površina te korištenih rodenticida protiv glodavaca 2009. godine u državnim šumama Hrvatske



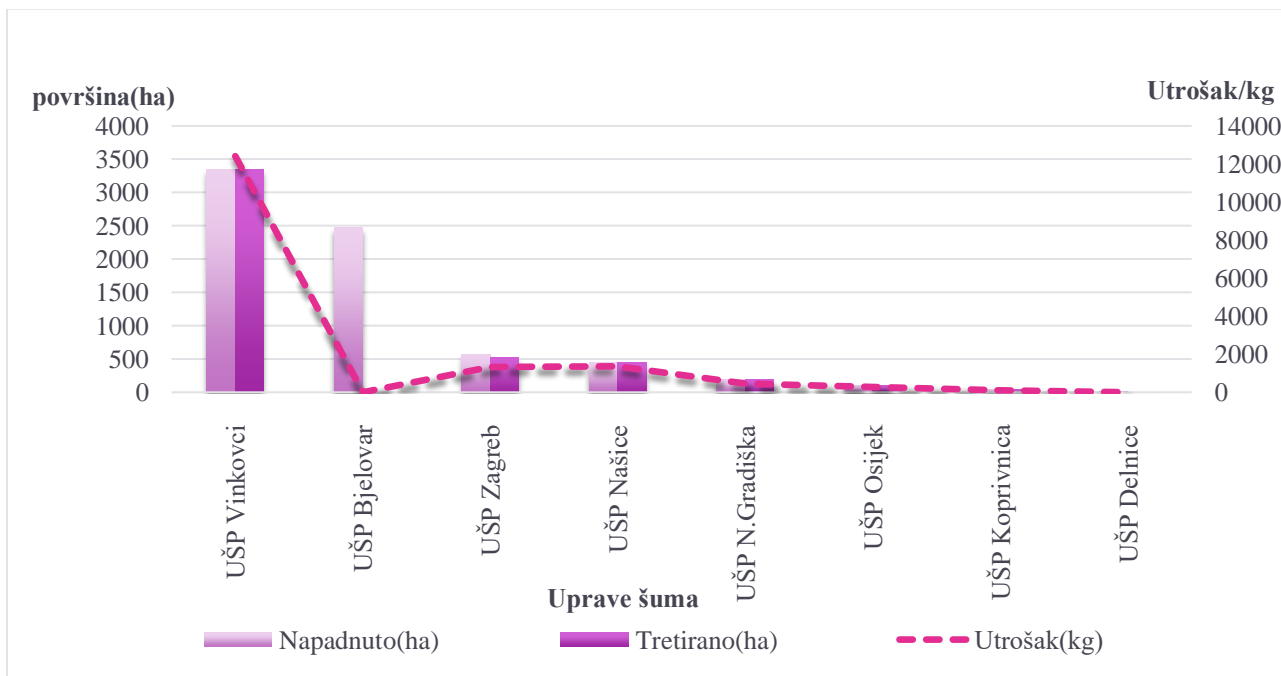
Graf 13: Veličina napadnutih i tretiranih površina te korištenih rodenticida protiv glodavaca 2010. godine u državnim šumama Hrvatske



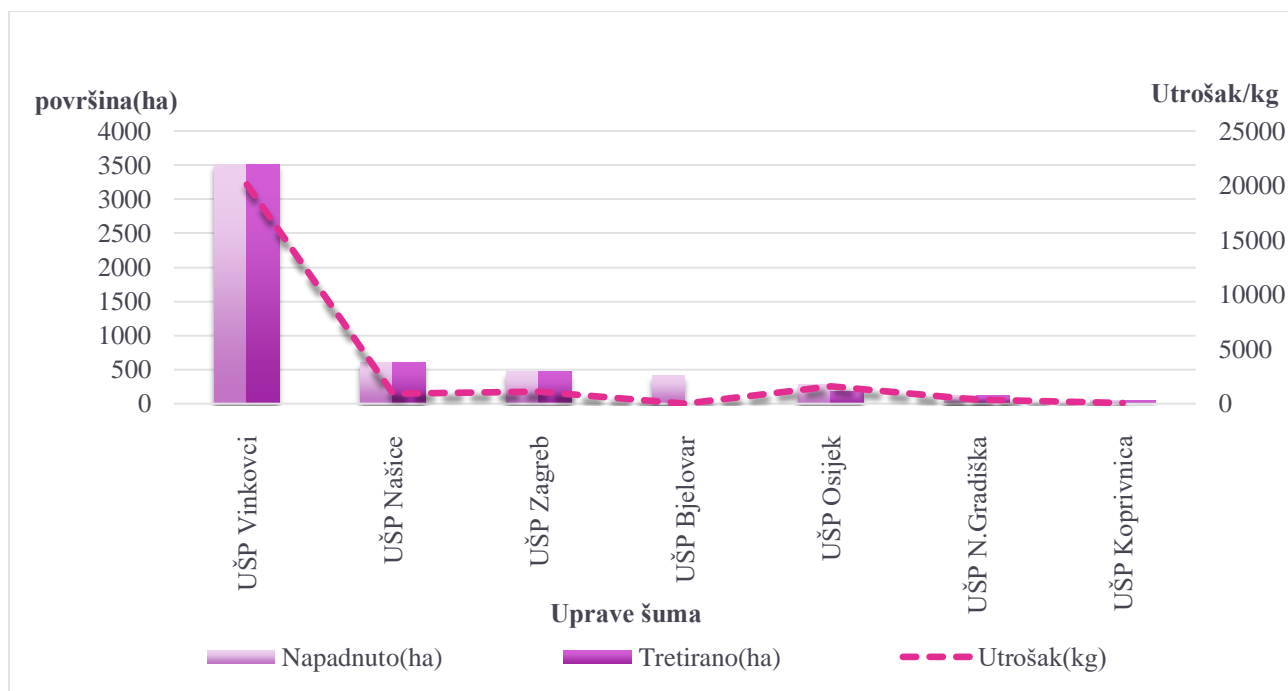
Graf 14: Veličina napadnutih i tretiranih površina te korištenih rodenticida protiv glodavaca 2011. godine u državnim šumama Hrvatske



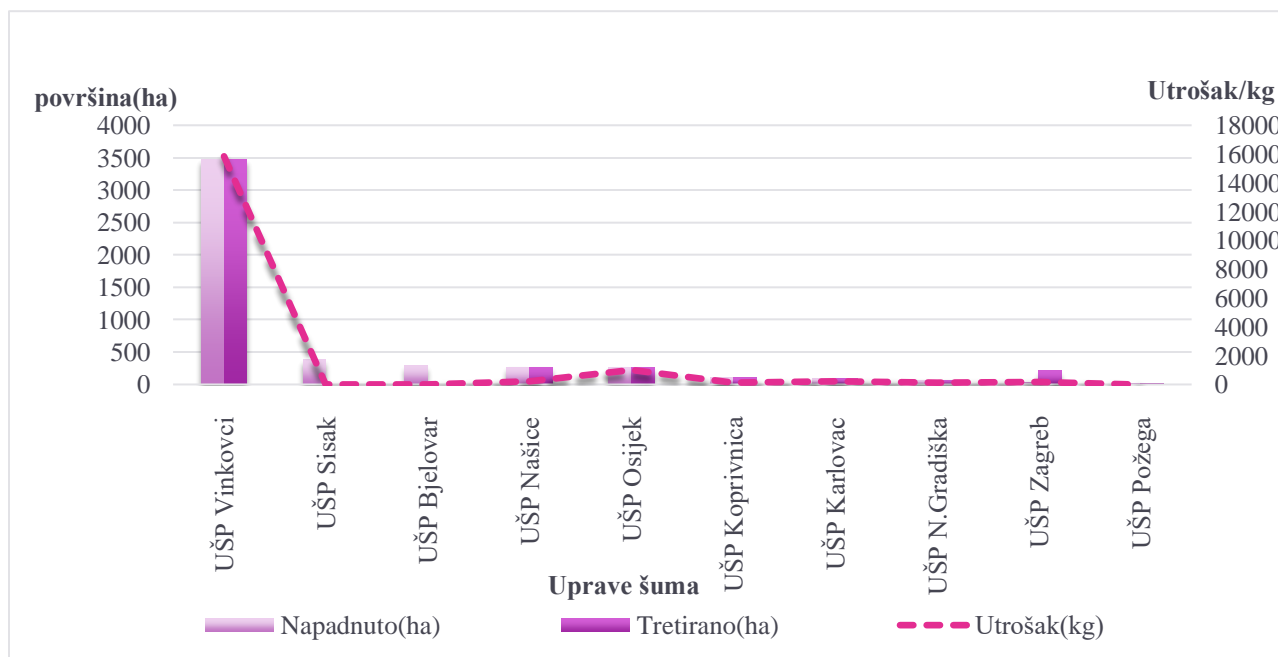
Graf 15: Veličina napadnutih i tretiranih površina te korištenih rodenticida protiv glodavaca 2012. godine u državnim šumama Hrvatske



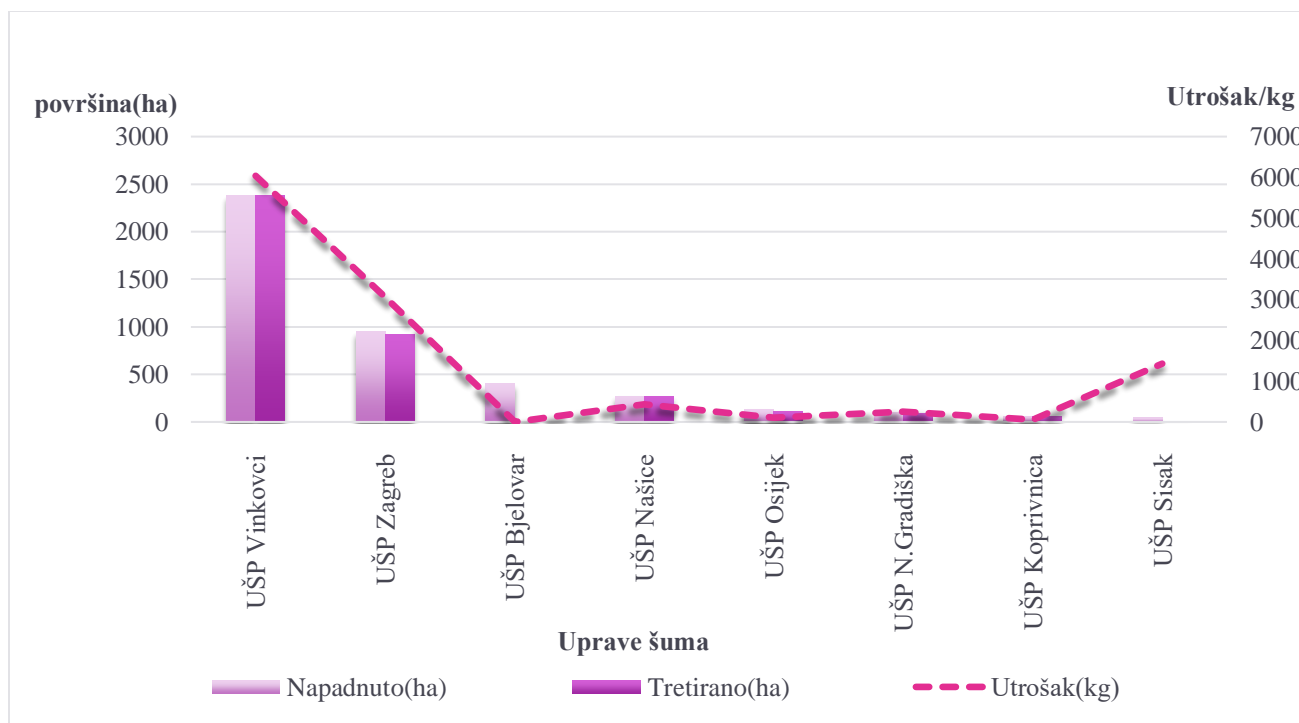
Graf 16: Veličina napadnutih i tretiranih površina te korištenih rodenticida protiv glodavaca 2013. godine u državnim šumama Hrvatske



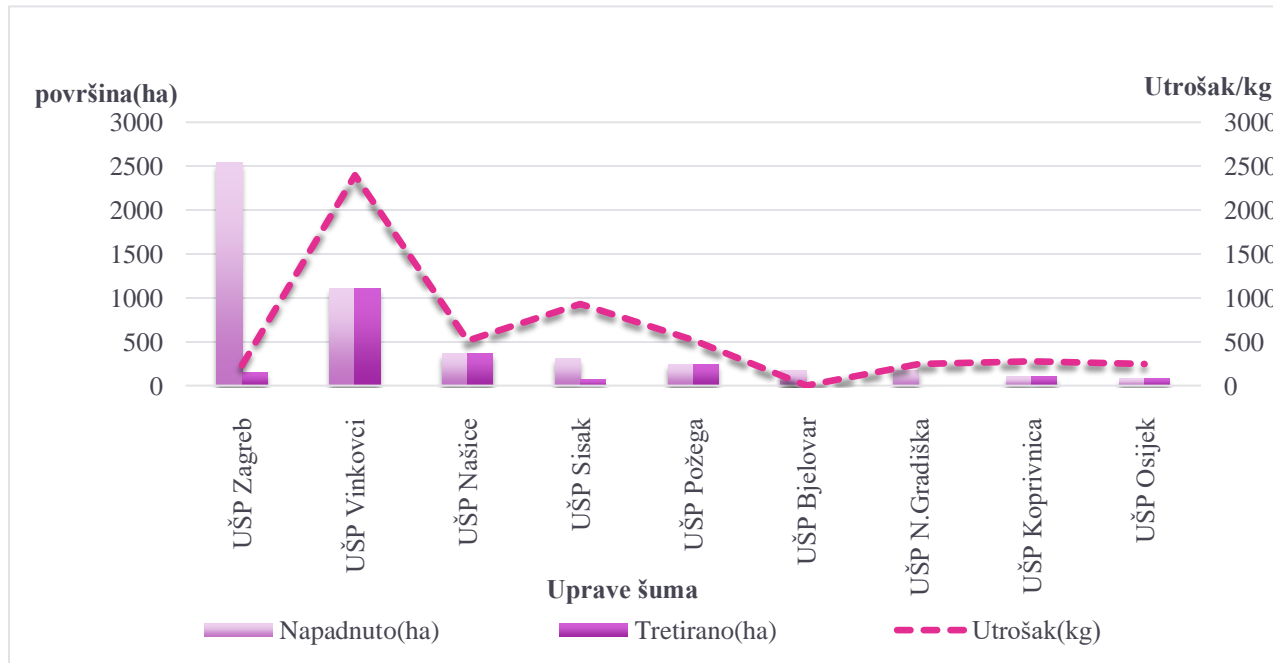
Graf 17: Veličina napadnutih i tretiranih površina te korištenih rodenticida protiv glodavaca 2014. godine u državnim šumama Hrvatske



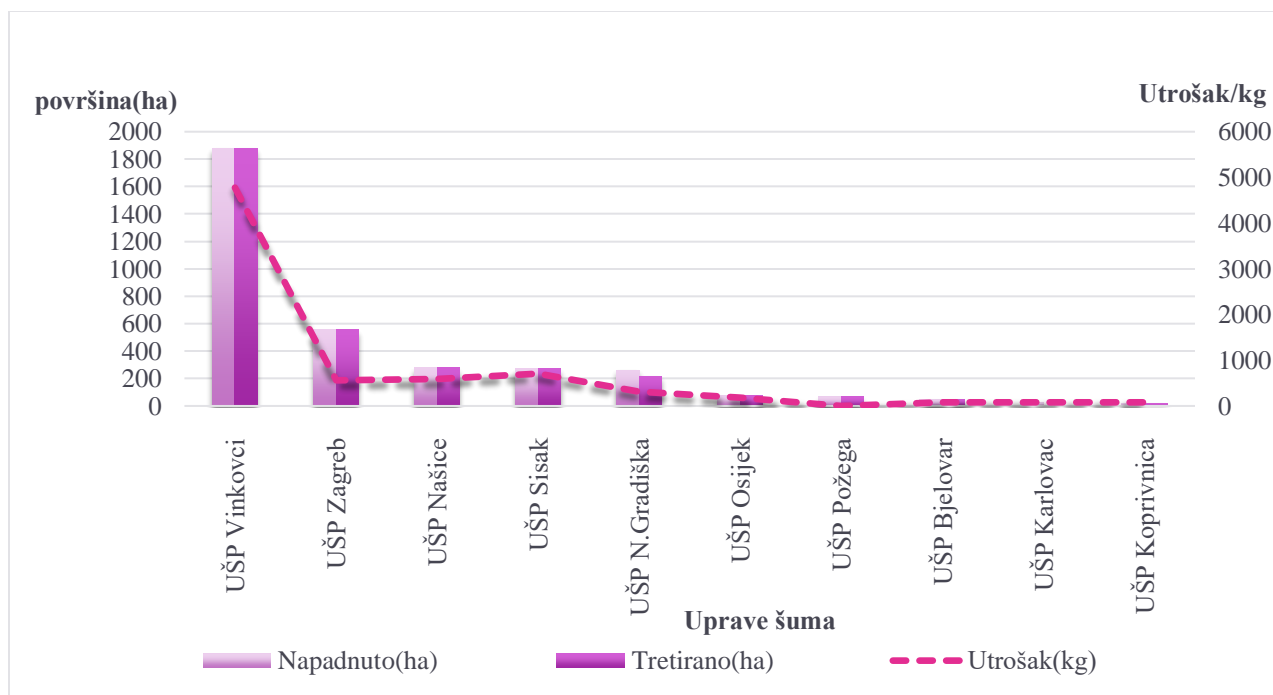
Graf 18: Veličina napadnutih i tretiranih površina te korištenih rodenticida protiv glodavaca 2015. godine u državnim šumama Hrvatske



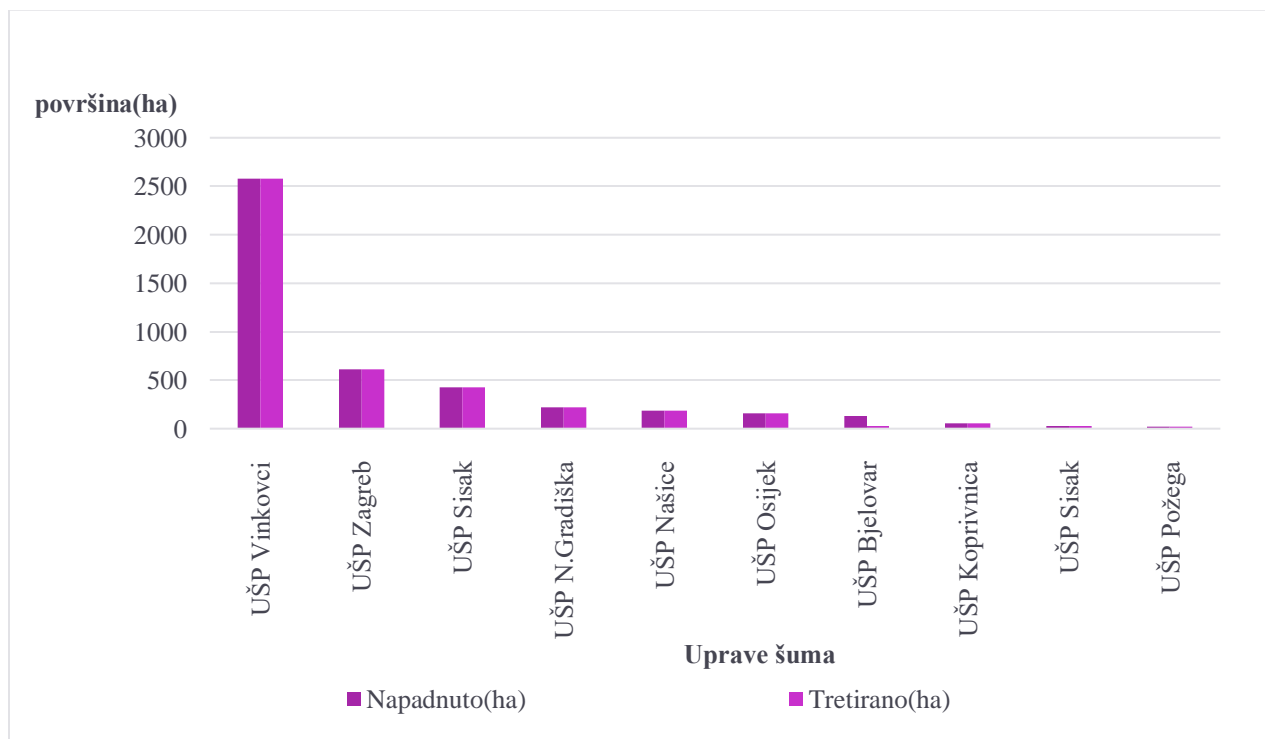
Graf 19: Veličina napadnutih i tretiranih površina te korištenih rodenticida protiv glodavaca 2016. godine u državnim šumama Hrvatske



Graf 20: Veličina napadnutih i tretiranih površina te korištenih rodenticida protiv glodavaca 2017. godine u državnim šumama Hrvatske



Graf 21: Veličina napadnutih i tretiranih površina te korištenih rodenticida protiv glodavaca 2018. godine u državnim šumama Hrvatske



Graf 22: Veličina napadnutih i tretiranih površina 2019. godine u državnim šumama Hrvatske

6. RASPRAVA I ZAKLJUČAK

Sitni glodavci su trajno prisutni uzročnici šteta u šumskim ekosustavima, rasadnicima, kulturama, plantažama, skladištima sjemena te poljoprivrednim površinama, čiji intenzitet varira u ovisnosti od njihove brojnosti, ali i od brojnih drugih čimbenika (Borowski 2007, Huitu i sur. 2013).

Glavni zadatak šumara je da štiti prirodnu strukturu šume te omogući prirodnu obnovu, potrajnost, biološku raznolikost i stabilnost. Praćenje dinamike populacija sitnih glodavaca od velikog je značaja za uspješno provođenje mjera i metoda suvremene zaštite šuma.

U analiziranom razdoblju od 2000. do 2019. godine od 17 Uprava šuma podružnica (UŠP) koliko ih je na području državnih šuma Hrvatske, na njih 11 provodi se, povremeno ili kontinuirano, zaštita šuma od glodavaca, te su za dotične UŠP analizirani godišnji podatci o napadnutim i tretiranim površinama i sami utrošak rodenticida. Od spomenutih 11 UŠP, valja istaknuti UŠP Vinkovce, Zagreb, Novu Gradišku, Bjelovar i Našice koje gospodare šumama u nizinskom području i koje su kao takve pod većim utjecajem negativnog djelovanja sitnih glodavaca. UŠP Vinkovci i Zagreb iako nisu susjedne uprave šuma, niti su geografski blizu jedna drugoj, veže ih jedna sličnost, a to je da od svih uprava šuma imaju najveći postotak napadnute površine od sitnih glodavaca od ukupne površine koja je bila promatrana. Obje uprave šuma rasprostranjene su svojim najvećim dijelom u nizinskom području gdje je glavna vrsta drveća hrast lužnjak, a njegovi dijelovi (pupovi, stabiljka i žir) neizostavna su hrana sitnim glodavcima, što možda možemo navesti kao jedan od razloga zašto dotične uprave imaju najveći udio napadnute površine od sitnih glodavaca.

Najveća brojnost sitnih glodavaca, odnosno najveće zabilježene ukupne površine napadnute od glodavaca zabilježene su 2013. godine na površini od 7 178,07 ha, od čega je tretirano 4 651,2 ha, a najmanje 2009. godine na površini od 339,63 ha na kojima te godine nije bila zabilježena upotreba rodenticida (Graf 1).

U razdoblju od 2000. do 2012. godine korišteni su kumulativni rodenticidi antikoagulanti Brodilon i Faciron forte, od 2012. do 2017. godine koristio se antikoagulant druge generacije pod

nazivom Sorex cebo (aktiv. tvar difenakum) u dozama od 1,0 do 9,2 kg/ha, a od 2017.do 2019. godine koristio se akutni rodenticide na bazi aktivne tvari cink fosfid; Detia Mäuse Giftkörner. Najviše rodenticida u promatranom razdoblju potrošeno je u UŠP Vinkovci (115 412,1 kg) i UŠP Zagreb (26 717,35 kg).

Sukladno regulativama Europske Unije i FSC odredbama upotreba svih sredstava na bazi djelatne tvari bromadiolon zabranjena prije 10 godina., te se ne smije koristiti u zaštiti šuma od sitnih glodavaca. Privremena derogacija (izuzeće od zabrane), odnosno iznimna dozvola primjene djelatne tvari cink fosfid za smanjenje populacije štetnih glodavaca započela je u državnim šumama 09.01.2018. Ta primjena je ograničena na period od pet godina, odnosno do 09.01.2023. godine. Prema tome, na hrvatskom tržištu trenutno ne postoje registrirana kemijska sredstva osim onih na bazi cink fosfida koji bi se mogli koristiti za suzbijanje glodavaca u šumarstvu.

Od početka 1980-ih (do 2016/2017) model monitoringa glodavaca u šumarstvu Hrvatske uključivao je procjenu intenziteta napada (%) i evidentiranje površina (napadnutih/tretiranih) (ha) na kojima su uočene štete na sjemenskom materijalu te pomlatku, odnosno na kojima su glodavci tretirani sredstvima zaštite (u pravilu rodenticidima). Segment čija primjena je sve samo ne jednostavna na velikim šumskim površinama i koja tek treba postati dijelom standardne zaštite od jest primjena nekemijskih, odnosno mehaničkih, biotehničkih i bioloških preventivnih i represivnih metoda zaštite od glodavaca. Neki od čimbenika koji utječu na brojnost populacije glodavaca, a na koje se može utjecati jesu korovska vegetacija, nisko raslinje, ostaci granjevine i drvnoga materijala kojim se glodavci koriste kao zaklonom pri bešumnom kretanju, odnosno kako bi bili neupadljivi predatorima (King 1985., Hansson 1982.). Da redukcija korova može smanjiti opasnost od šteta koje uzrokuju glodavci, potvrđuju brojni autori (Kolb i Weisshaar, 2005., Heroldova i sur., 2007., Hytönen i Jylha, 2005., Suchomel, 2008., Davies i Pepper, 1993., Ward, 1993., Mujezinović, 2010., Schreiner i sur., 2000., Vucelja, 2013., Thompson i Pitt, 2003., Jacob i Halle, 2001., Huitu i sur., 2003., Nilsson i Örlander, 1999., Birkedal i sur., 2009.). Također za smanjivanje brojnosti glodavaca mogu se koristiti različiti repelenti poput urina lisice, živolovke za opetovan ulov, audio-taktilni repelenti.

Na osnovi podataka sakupljenih od strane Hrvatskih šuma d.o.o. u kojima je prikazana napadnuta površina (ha) od sitnih glodavaca, te tretirana površina (ha) rodenticidima možemo doći

do zaključka ukoliko se štete koju uzrokuju sitni glodavci žele smanjiti potrebno je pravovremeno poduzeti mjere zaštite šuma, zaštite zdravlja ljudi i životinja. Iako se ponekad program zaštite ne čini opravdanim u usporedbi sa nastalom štetom, prevencija je ipak od velike važnosti u zaštiti od raznolikih vrsta glodavaca. Iako nam se ponekad preventivne metode mogu činiti skupima u startu, zapravo su garancija u kontekstu potrajnog gospodarenja prirodnim resursima.

U sastojinama u kojima nema kvalitetne obnove i potrajnog gospodarenja smanjuje im se vitalnost i kvaliteta, a samim time i općekorisne funkcije (Margaletić 2004). Stoga nam je od velike važnosti provoditi praćenje dinamike sitnih glodavaca, a ukoliko dođe do njihovog prereznoženja, od velike je važnosti pravovremenu reagirati kako bi se štete koje čine svele na minimalnu razinu.

Prema tome, redovitim praćenjem dinamike populacije sitnih glodavaca racionaliziraju se troškovi zaštite i obnove šuma te se smanjuje utjecaj kemijskih sredstava na ostalu faunu šume (Margaletić 2004). Stoga, redovita kontrola brojnosti populacija sitnih glodavaca može biti prilog zaštiti i očuvanju prirodnih šumskih ekosustava koja su obitavališta brojnim biljnim i životinjskim vrstama.

1. Bjedov, L., 2015: Odnosi populacija sitnih glodavaca kao rezervoara prirodno-žarišnih zoonoza u šumskim ekosustavima obične bukve (*Fagus sylvatica*) u Republici Hrvatskoj. Doktorska disertacija. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str.9-40
2. Bjedov, L.; Vucelja, M.; Margaletić, J., 2017: Priručnik o glodavcima šuma Hrvatske. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zavod za zaštitu šuma i lovno gospodarenje, str.23-44
3. Blaschke, J., Bäumlner, W., 1989: Micophagy and Spore Dispersal by Small Mammals in Bavarian Forests. *Forest Ecology and Management*, 26: 237-245.
4. Bronson, F.H., 1983: Chemical communication in house mice and deer mice: functional roles in reproduction of wild populations. U: Eisenberg, J.F., Kleimann, D.G. (ur.),
5. *Advances in study of mammalian behaviour*. Spets.Publ.Am.Soc.Mamm. 7: 198.
6. Crnković, D., 1982: Kontrola brojnosti i suzbijanje miševa na području SŠGO „Slavonska šuma“ Vinkovci. *Zbornik radova*, 285-287
7. Delany, M.J., 1974: The ecology of small mammals. *Studies in biology*, 51 Edward Arnold, London: 60.
8. Douzery, E.J.P., Delsuc, F., Stanhope, M.J., Huchon, D., 2003: Local molecular clocks in three nuclear genes: divergence times for rodents and other mammals and incompatibility among fossil calibrations. *Journal of Molecular Evolution* 57: S201–13.
9. Genjga, B., 2012: Sitni glodavci kao sastavni dio šumske zoonoze. Sveučilište u Zagrebu. Diplomski rad. Šumarski fakultet, Zavod za zaštitu šuma i lovno gospodarenje,
10. Gliwicz, J., 1980: Ecological aspect of synurbanization of the striped field mouse, *Apodemus agrarius*. *Wiadomosci Ekologiczne*, 26:117–124.
11. Henttonen, H., 2000: Long-term dynamics of bank vole *C. glareolus* at Pallasjärvi, northern Finnish taiga. *Pol. J. Ecol*, 48:31-36.
12. Huitu, O., Rousi, M., Henttonen, H., 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.
13. Kovačević, Ž., 1956: Primjenjena entomologija, Šumski štetnici, III knjiga, Zagreb: 53-61
14. Kowalski, K., 1976: *Mammals An Outline of Terriology* PWN, Polish scientific Publishers
15. Kuzele, T., 2011: Sitni glodavci kao dio šumske zoonoze na području šumarije Gerovo 2011. Magistarski rad. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str.7-12

16. Lambert, 1985: *The Field Guide to Prehistoric Life*. New York: Facts on File Publications, 1985.
17. Macdonald, D., 2001: *The Encyclopedia of Mammals*. Barnes & Noble/Andromeda Oxford a. Ltd., Abingdon, UK.
18. Margaletić, J. 2003: Sitni glodavci šumskih ekosustava kao rezervoari zaraznih bolesti. *Acta Medica Croatica*. 5: 421-426.
19. Margaletić, J., Glavaš, M., Turk, N., Milas, Z., Starešina, V., 2002: Sitni glodavci kao izvor leptospiroza u posavskim šumama u Hrvatskoj. *Glasnik za šumske pokuse*, 39: 43-65.
20. Margaletić, J. 2006: Sitni glodavci kao rezervoari zoonoza u šumama Hrvatske. *Radovi -Šumarski institut Jastrebarsko*. 41; 1-2; 133-140.
21. Margaletić J. 1997: Mišoliki glodavci i njihova štetnost u Turopoljskom Lugu I šumama Hrvatske, Magistarski rad.
22. Margaletić, J., 2004: Dinamika populacija sitnih glodavaca u Hrvatskoj. *Šumarski list* 11- 12/2004, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za zaštitu šuma i lovstvo, Zagreb, str. 599-607
23. Mills, J. N., Childs, J.E., 1998: Ecologic studies of rodent reservoirs: their relevance for human health. *Emerg. Infect. Dis.* 530, 4.
24. Niethamer, J., Krapp, F., 1978: *Handbuch der Säugetiere Europas: Nagetiere* 1/1. Akad. Verlag Wiesbaden, 1: 281-381.
25. 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.
26. Petrov, B., 1992: *Mammals of Yugoslavia, insectivores and rodents*. Nat. Hist. Mus. Belgrade, Suppl. 37:1-186.
27. Posarić, D., 2010: Najvažniji razlozi gubitka hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) iz sastojina do dobi prvih proreda. *Šumarski list* 3-4/2010: 151-158, Zagreb, str.153
28. Prpić, B., 1996: Propadanje šuma hrasta lužnjaka. U: *Hrast lužnjak u Hrvatskoj*, Hrvatska akademija znanosti u umjetnosti i JP Hrvatske šume, Zagreb - Vinkovci, 1996: 273.
29. Spitzenberger, F., Amori, G., Hutterer, R., Kryštufek, B., Yigit, N., Mitsain, G., Palomo, L.J., 2008: *Microtus liechtensteini*. In: IUCN 2013. *IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2013.1. (www.iucnredlist.org)
30. Taylor, P. K., White, P.M., 1978: Changes induced in rat trigeminal nuclei by whisker removal. *Proc. Univ. Otago Med. School*: 28-56.
31. Vajda, Z., 1974: *Nauka o zaštiti šuma*. Školska knjiga, Zagreb: 307-316.

32. Videc, G., 2009: Sitni glodavci kao dio šumskog ekosustava Ivanščice. Magistarski rad. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str.7-14
33. Vucelja, M., 2013: Zaštita od glodavaca (Rodentia, Murinae, Arvicolinae) u šumama hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) – integrirani pristup i zoonotički aspekt. Doktorska disertacija. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str.46-57
34. Vucelja, M.; Margaletić, J.; Bjedov L.; Šango M.; Moro M., 2014.: Štete od sitnih glodavaca na stabljici i korijenu hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.). Šumarski list 5- 6/2014: 283-291, Zagreb, str.284
35. 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.
36. Zima, J., 1999: *Microtus agrestis*. 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.