

Dinamika populacija sitnih glodavaca u šumama Hrvatske u razdoblju od 2017. do 2021. godine

Miškulin, Anamarija

Master's thesis / Diplomski rad

2022

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:108:814372>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-26**



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**

ANAMARIJA MIŠKULIN

**DINAMIKA POPULACIJA SITNIH GLODAVACA U
ŠUMAMA HRVATSKE OD 2017. DO 2021. GODINE**

DIPLOMSKI RAD

ZAGREB, 2022 GODINA.

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

**DINAMIKA POPULACIJA SITNIH GLODAVACA U ŠUMAMA
HRVATSKE OD 2017. DO 2021. 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: Anamarija Miškulin

JMBAG: 0068224443

Broj indeksa:

Datum odobrenja teme:

Datum predaje rada:

Datum obrane rada: 08.07.2022.

Zagreb, srpanj 2022.

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

U Zagrebu, 08.07.2022.

vlastoručni potpis

Anamarija Miškulin

DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Naslov:	Dinamika populacija sitnih glodavaca u šumama Hrvatske u razdoblju od 2017. do 2021. godine
Title:	Dynamics of small rodent populations in Croatian forests from 2017 to 2021
Autor:	Anamarija Miškulin
Adresa autora:	Kralja Tomislava 94/V, 53000 Gospić
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:	2022.
Obujam:	Broj stranica: 52 Broj tablica: 1 Broj grafova: 31 Broj slika: 17 Navoda literature: 57
Ključne riječi:	Sitni glodavci, miševi, voluharice, dinamika populacije, monitoring
Key words:	Small rodents, mice, voles, population dynamics, monitoring
Sažetak:	<p>Sitni glodavci iz potporodica Murinae (miševi) i potporodice Arvicolinae (voluharice) značajna su biološka komponenta stabilnosti šumskih ekosustava. Osim brojnih pozitivnih uloga, značaj sitnih glodavaca se ogleda u štetama koje uzrokuju na šumskome sjemenu i pomlatku te kroz ulogu rezervoara i vektora brojnih zaraznih bolesti opasnih za ljude i životinje. Cilj ovog rada jest prikazati i analizirati rezultate sustavnog monitoringa sitnih glodavaca provedenog od strane tvrtke Hrvatske šume, koje gospodare državnim šumama u RH, u periodu od 2017. do 2021. godine. U navedenu svrhu korišteni su podaci iz online baze štetnici.hr. Monitoring sitnih glodavaca u državnim šumama Hrvatske, u navedenom petogodišnjem razdoblju obuhvatio je 11 Uprava šuma podružnica. Najugroženije Uprave su UŠP Vinkovci i Zagreb, zatim slijede Sisak, Našice i Nova Gradiška. Prosječna relativna brojnost kretala se od 2% do 61,73%, INP1 je bila u rasponu od 0,19% do 12,69%, INP2 od 0,09% do 1,8%, a INS u rasponu od 0,3% do 36,6%. Monitoring glodavaca zahtjevan je šumarski posao i ujedno i preduvjet preventivnoj zaštiti šuma.</p>

Popis slika:

Slika 1. Sistematika glodavaca

Slika 2. Žutogrli šumski miš

Slika 3. Rasprostranjenost vrste *Apodemus flavicollis*

Slika 4. Prugasti poljski miš

Slika 5. Rasprostranjenost i intenzitet šteta koje uzrokuje vrste *Apodemus agrarius*

Slika 6. Šumski miš

Slika 7. Rasprostranjenost i intenzitet šteta koje uzrokuje vrste *Apodemus sylvaticus*

Slika 8. Šumska voluharica

Slika 9. Rasprostranjenost vrste *Myodes glareolus*

Slika 10. Livadna voluharica

Slika 11. Rasprostranjenost vrste *Microtus agrestis*

Slika 12. Poljska voluharica

Slika 13. Rasprostranjenost i intenzitet šteta koje uzrokuje vrsta *Microtus arvalis*

Slike 14. Štete od glodavaca na žiru hrasta lužnjaka

Slika 15. Štete na korijenu mladog hrasta

Slika 16. Štete od glodavaca iz porodica Murinae i Arvicolinae na kori više drvenstih vrsta biljaka

Slika 17. Specifični simptomi lajmske borelioze

Popis grafova:

Graf 1. Veličina napadnutih i tretiranih površina (ha) od sitnih glodavaca i količina utrošenih rodenticida (kg) u razdoblju od 2017. do 2021. godine u državnim šumama RH

Graf 2. Veličina napadnutih i tretiranih površina (ha) te korištenih rodenticida protiv glodavaca od 2017. do 2021. godine u državnim šumama Hrvatske, prema Upravama šuma podružnicama

Graf 3. Udjeli (%) napadnutih površina (ha) sitnim glodavcima od 2017. do 2021. godine prema Upravama šuma podružnicama

Graf 4. Veličina napadnutih i tretiranih površina te utrošak rodenticida prema Upravama šuma za 2017/2018. godinu

Graf 5. Udjeli napadnutih površina u ukupnoj količini napadnutih površina u 2017/2018. godini prema Upravama šuma

Graf 6. Veličina napadnutih i tretiranih površina te utrošak rodenticida prema Upravama šuma za 2018/2019. godinu

Graf 7. Udjeli napadnutih površina u ukupnoj količini napadnutih površina u 2018/2019. godini prema Upravama šuma

Graf 8. Veličina napadnutih i tretiranih površina prema Upravama šuma za 2019/2020. godinu

Graf 9. Udjeli napadnutih površina u ukupnoj količini napadnutih površina u 2019/2020. godini prema Upravama šuma

Graf 10. Veličina napadnutih i tretiranih površina prema Upravama šuma za 2020/2021. godinu

Graf 11. Udjeli napadnutih površina u ukupnoj količini napadnutih površina u 2020/2021. godini prema Upravama šuma

Graf 12. Relativna brojnost i utvrđene štete na pomlatku i korijenu prema Upravama šuma u 2017. godini

Graf 13. Relativna brojnost i utvrđene štete na pomlatku i korijenu prema Upravama šuma u 2018. godini

Graf 14. Relativna brojnost i utvrđene štete na pomlatku i korijenu prema Upravama šuma u 2019. godini

Graf 15. Relativna brojnost i utvrđene štete na pomlatku i korijenu prema Upravama šuma u 2020. godini

Graf 16. Relativna brojnost i utvrđene štete na pomlatku i korijenu prema Upravama šuma u 2021. godini

Graf 17. Relativna brojnost i količina štete na pomlatku i sjemenu u UŠP Vinkovci 2017. godine

Graf 18. Relativna brojnost i količina štete na pomlatku i sjemenu u UŠP Vinkovci 2018. godine

Graf 19. Relativna brojnost i količina štete na pomlatku i sjemenu u UŠP Vinkovci 2019. godine

Graf 20. Relativna brojnost i količina štete na pomlatku i sjemenu u UŠP Vinkovci 2020. godine

Graf 21. Relativna brojnost i količina štete na pomlatku i sjemenu u UŠP Vinkovci 2021. godine

Graf 22. Relativna brojnost i količina štete na pomlatku i sjemenu u UŠP Zagreb 2017. godine

Graf 23. Relativna brojnost i količina štete na pomlatku i sjemenu u UŠP Zagreb 2019. godine

Graf 24. Relativna brojnost i količina štete na pomlatku i sjemenu u UŠP Sisak 2017. godine

Graf 25. Relativna brojnost i količina štete na pomlatku i sjemenu u UŠP Sisak 2018. godine

Graf 26. Relativna brojnost i količina štete na pomlatku i sjemenu u UŠP Sisak 2019. godine

Graf 27. Relativna brojnost i količina štete na pomlatku i sjemenu u UŠP Našice 2017. godine

Graf 28. Relativna brojnost i količina štete na pomlatku i sjemenu u UŠP Našice 2019. godine

Graf 29. Relativna brojnost i količina štete na pomlatku i sjemenu u UŠP Nova Gradiška 2017. godine

Graf 30. Relativna brojnost i količina štete na pomlatku i sjemenu u UŠP Nova Gradiška 2018. godine

Graf 31. Relativna brojnost i količina štete na pomlatku i sjemenu u UŠP Nova Gradiška 2019. godine

SADRŽAJ:

1. UVOD	9
2. PREDMET ISTRAŽIVANJA	2
2.1. Sistematika i rasprostranjenost glodavaca	2
2.2. Temeljna obilježja sitnih glodavaca (miševa i voluharica)	3
2.2.1. Razmnožavanje	3
2.2.2. Dinamika populacija sitnih glodavaca	4
2.2.3. Uloga osjetila glodavaca potporodica Murinae i Arvicolinae	5
2.2.4. Prehrana glodavaca potporodica Murinae i Arvicolinae	5
2.3. Najučestalije vrste iz potporodica Murinae i Arvicolinae u nizinskim šumama Hrvatske	6
2.3.1. Žutogrli šumski miš (<i>Apodemus flavicollis</i> , Melchior 1834.)	6
2.3.2. Prugasti poljski miš (<i>Apodemus agrarius</i> Pallas, 1771.)	7
2.3.3. Šumski miš (<i>Apodemus sylvaticus</i> Linnaeus, 1758.)	9
2.3.4. Šumska ili riđa voluharica (<i>Myodes glareolus</i> Schreber, 1789.)	10
2.3.5. Livadna voluharica (<i>Microtus agrestis</i> Linnaeus, 1761.)	11
2.3.6. Poljska voluharica (<i>Microtus arvalis</i> Pallas, 1779.)	12
2.4. Ekološki utjecaj sitnih glodavaca	13
2.5. Zoonotički potencijal sitnih glodavaca	15
2.5.1. Lajmska boreliozna	16
2.5.2. Hemoragijska vrućica s bubrežnim sindromom (HVBS) (mišja groznica)	16
2.6. Metode utvrđivanje brojnosti populacije sitnih glodavaca	17
2.7. Mjere zaštite i suzbijanje sitnih glodavaca	18
2.7.1. Preventivne metode	19
2.7.2. Represivne metode	19
3. CILJEVI RADA	22
4. MATERIJALI I METODE	23
5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA	24
6. RASPRAVA I ZAKLJUČAK	43
7. LITERATURA:	49

1. UVOD

Šume su najrasprostranjeniji kopneni ekosustav na Zemlji te su neprocjenjiv obnovljiv prirodni resurs koji sadrži oko 80% ukupne kopnene bioraznolikosti našega planeta (FAO 2010, Pan i dr. 2013). Ukupna površina šuma i šumskih zemljišta u RH iznosi 2 759 039 ha, što čini 49,3% kopnene površine države. Od toga je 2 097 318 ha u vlasništvu RH, dok je 661 721 ha u vlasništvu privatnih šumoposjednika (www.hrsume.hr). Time Republika Hrvatska spada u sami vrh Europe prema stupnju pošumljenosti (Filipović 2003). Od 94 vrste drveća evidentiranih nacionalnom inventurom šuma najzastupljenija vrsta na obraslom šumskom zemljištu je obična bukva (*Fagus sylvatica*) s 36,44 % (866 390 ha), nakon koje slijedi hrast lužnjak (*Quercus robur*) s 14,83 % (352 530 ha), obična jela (*Abies alba*) s 9,38 %, (223 110 ha), hrast kitnjak (*Quercus petraea*) s 8,35 % (198 430ha) i obični grab (*Carpinus betulus*) 5,34 %, (127 070 ha) (Čavlović 2010). U bukovim šumama Republike Hrvatske bitne štete od strane sitnih glodavca nisu zabilježene, dok u nizinskim šumama posebice šumama hrasta lužnjaka koje su nam od izuzetne gospodarske važnosti sitni glodavci periodično mogu biti uzročnici značajnih šteta (Margaletić i dr. 2002, Vucelja i dr. 2014).

Posljednjih godina, vidljiv je zajednički negativni trend djelovanja biotskih i abiotskih čimbenika zbog čega nerijetko dolazi do poremećaja u ravnoteži šumskih ekosustava te samim time i propadanja šuma (Prpić 1996). Glodavci (Rodentia), i to predstavnici potporodica Murinae (pravi miševi) i Arvicolinae (voluharice), pripadaju biotskim čimbenicima koji zbog svoje velike brojnosti mogu dovesti do propadanja šuma (Glavaš i Margaletić 2003). Glodavci mogu uzrokovati štete na šumskom sjemenu, kori i korijenju mladih biljaka te su jedan od razloga otežane obnove hrastovih sastojina. Osim navedenog, glodavci su rezervoari uzročnika brojnih zaraznih bolesti opasnih za zdravlje ljudi, divljači i domaćih životinja (Margaletić 2006). Problem preveniranja šteta u šumskim ekosustavima i izazivanja oboljenja i epidemija leži u biološkim karakteristikama ovih bića, oni su široke ekološke valencije, velikog potencijala razmnožavanja te vrlo promjenjive dinamike populacije (Henttonen 2000). Praćenje dinaminke glodavaca je jedan od glavnih preduvjeta integriranog pristupa zaštite od glodavaca. Hrvatske šume od 2017. godine usustavile su metodologiju praćenja njihove relativne brojnosti putem izlova koristeći metodu linearnog transekta i utvrđivanju stvarnih šteta na biljnom materijalu.

U ovome radu biti će prikazana dinamika populacije sitnih glodavaca po Upravama šuma u RH u razdoblju do 2017. do 2021. godine.

2. PREDMET ISTRAŽIVANJA

2.1. Sistematika i rasprostranjenost 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: *Myodes glareolus*, Schreber, 1780.
Rod: Microtus
Podrod: Microtus
Vrsta: *Microtus agrestis*, Linnaeus, 1761.
Vrsta: *Microtus arvalis*, Pallas, 1778.
Rod: Arvicola
Vrsta: *Arvicola amphibius*, Linnaeus, 1758.
Porodica: Muridae
Potporodica: Murinae
Rod: Apodemus
Vrsta: *Apodemus flavicollis*, Melchior, 1834.
Vrsta: *Apodemus sylvaticus*, Linnaeus, 1758.
Vrsta: *Apodemus agrarius*, Pallas, 1771.
Porodica: Gliridae
Potporodica: Glirinae
Rod: Glis
Vrsta: *Glis glis*, Linnaeus, 1766.
Podred: Castorimorpha
Porodica: Castoridae
Potporodica: Castorinae
Rod: Castor
Vrsta: *Castor fiber*, Linnaeus, 1766.

Slika 1. Sistematika glodavaca (Bjedov i dr. 2017)

Red: Rodentia (glodavci) predstavlja najveći red sisavaca s više od 2000 vrsta (Wilson i Reeder 2005). Temeljno obilježje ovog reda su par trajno rastućih sjekutića tzv. glodnjaka koji se nalaze u gornjoj i donjoj čeljusti te služe za glodanje hrane, obranu, kopanje tunela, itd. (Bjedov 2015).

Glodavci se rasprostiru na svim kontinentima izuzev Antartike. Svoju eurivalentnosti duguju sitnim dimenzijama, polifagnoj prehrani te kratkom ciklusu razmnožavanja. U Europi

nalazimo oko 60-ak vrsta, gdje se 28 vrsta vodi kao ugrožene vrsta, a 8 vrsta je introducirano (Lambert 1985).

Redu Rodentia pripada 17 potporodica, a za proučavanje dinamike populacije u Hrvatskoj važne su potporodice Murinae (pravi miševi) i Arvicolinae (voluharice).

Potporodica Arvicolinae obuhvaća 26 redova i 143 vrste (Gray 1821). U našim šumskim ekosustavima pridolaze: iz roda *Arvicola*, vrsta *Arvicola terrestris* L., iz roda *Myodes*, vrsta *Myodes glareolus* Schreib., iz roda *Microtus*, vrste *Microtus agrestis* L., *Microtus arvalis* Pall., *Microtus subterraneus* de Sel. i *Microtus multiplex* F..

Potporodica Murinae obuhvaća 122 roda i 529 vrsta (Wilson i Reeder 1992). U našim šumskim ekosustavima pridolaze: iz roda *Apodemus*, vrste *Apodemus agrarius*, *Apodemus flavicollis* i *Apodemus sylvaticus*.

2.2. Temeljna obilježja sitnih glodavaca (miševa i voluharica)

Za sitne glodavce karakteristični su dva para oštih sjekutića (glodnjaci), cilindrični oblik tijela te zakržljala vanjska uška. Imaju razvijene pandže koje se nalaze na prstima, kojih je najčešće pet. Rep im može biti prekriven sa dlakama ili rožnatim ljuskama. Imaju čvrstu čeljust u zadnjem dijelu čime mogu usitnjavati hranu kružnim pokretima. Morfološke karakteristike miševa su velike ispupčene oči, vitko tijelo s dugim repom koji je obično duži od polovice tijela, duga zadnja stopala te velike jasno izražene uši. Dok je za voluharice karakteristično zdepasto tijelo sa kraćim repom (manji od polovice tijela) i kraćim stražnjim nogama, sitne oči te male uši koje su potpuno ili djelomično prekrivene krznom. Prema načinu ishrane pretežno su biljojedi, ali također konzumiraju i animalnu hranu. Ove, pretežno noćne, životinje imaju jako dobro razvijena osjetila za miris, okus i opip, žive u skupinama sa razvijenom hijerarhijom te međusobnom komunikacijom. Imaju visok potencijal razmnožavanja sa izraženim sezonskim i višegodišnjim fluktuacijama u brojnosti njihovih populacija (Bjedov i dr. 2017).

2.2.1. Razmnožavanje

Spolnu zrelost sitni glodavci postižu dosta rano (od 2 do 4 mjeseca) te reproduksijska sposobnost ženki traje oko dvije godine, dok kod mužjaka može i duže. Kod sezone paranje prisutna je kompeticija te ženke preferiraju dominantije mužjake. Nakon uspješne oplodnje slijedi gravidnost koja, u ovisnosti o raspoloživosti hrane, može varirati između 17 do 35 dana (Macdonald 2001, Niethammer i Krapp 1982) Oskudica hrane više do 25% u vrijeme gravidnosti može uzrokovati smanjenje laktacije, a samim time i značajno manje mase nakota (Wehmer i Jen 1978). Mladunci dolaze na svijet goli, bez krzna, slijepi, zatvorenih očiju te gluhi, zatvorenih slušnih kanala, ali već nakon 12 dana osjetila vida i sluha počinju funkcionirati. Sitni glodavci se mogu kotiti nekoliko puta godišnje (do 4 puta) razlog tome je

što se ženke mogu ponovo pariti čak isti dan po okotu ili slijedeći dan, a po leglu mogu imati 3-6 mladunaca

2.2.2. Dinamika populacija sitnih glodavaca

Gustoća populacije je broj jedinki na nekoj jedinici površine ili volumenu u datom vremenu (Androić 1970). Podatak o gustoći populacije sitnih glodavaca od iznimnog je značaja u smislu potencijalnog narušavanja i remećenja stabilnosti šumskih ekosustava (Vucelja 2013).

Brojni čimbenici utječu na povećanje populacije sitnih glodavaca te se mogu grupirati u četiri glavne grupe

1. Brojnost i fiziološko stanje populacije – odnos spolova, unutarvrstna komepticija, socijalni odnosi, njihova genetička predispozicija te stupanj mortaliteta
2. Meteorološki uvjeti – povećanju populacije pogodovati će suha i topla jesen, blage zime bez stvaranja leden kore, topla proljeća i ljeta s umjernom količinom oborina (Solonen 2004)
3. Stanište i izvori hrane – povećanje populacije uvjetuje prisutnost korovske vegetacije zatim zeljasti i zrnati izvori hrane, brojnost i masa sjemenki drvenastih vrsta te prisutnost drvnih ostataka u šumi. Stanišni elementi koji utječu na dinamiku glodavaca su intenzitet svjetla, razina podzemne vode i trajanje poplava
4. Prirodni neprijatelji i bolesti - čimbenik koji može biti odlučujući je upravo zdravstveno stanje glodavaca te o njemu ovisi porast ili pad broja jedinki (Androić i sur. 1981).

Glavni čimbenik povećanja brojnosti granivornih glodavaca je izvor hrane i to najčešće urod šumskog sjemena (Jensen 2012). Gustoća populacije glodavaca dostiže svoj vrhunac godinu dana nakon obilnijeg uroda (tj. u godini nakon godine masovnog uroda sjemena) sjemena nakon čega obično nastupa drastično smanjenje populacije preko zime. Kod glodavaca aktivnih tijekom zimskih mjeseci, obilni urod šumskog sjemena stvara uvjete za razmnožavanje preko zime što rezultira povećanom brojnošću već u rano proljeće (Jensen 1982, Wolff 1996b). Preživljavanje glodavaca je nisko tijekom zime ako u jesen iste godine nije bilo uroda šumskog sjemena. U tom slučaju, mortalitet glodavaca iznosi u prosjeku oko 80%. Gustoća populacija glodavaca postiže prosječnu vrijednost treću godinu nakon obilnog rađanja šumskog sjemena (Jensen 1982, Pucek i dr. 1993, Hansson i dr. 2000). Kretanje gustoće populacije glodavaca teško je predvidjeti te ona fluktuirira unutar jedne, ali i tijekom više godina te je rezultat ovisnosti i uzajamnog djelovanja brojnih faktora (Andorić 1981, Henttonen 2000).

Postoji više metoda koje se mogu koristiti za procjenu brojnosti populacije glodavaca. Jedna od metoda je praćenje i utvrđivanje prirodnih ciklusa plodonošenja drvenastih biljaka, tj. utvrđivanje obilnosti uroda sjemena nakon čega u pravilu dolazi do ekspanzije glodavaca (Margaletić i sur. 2005, Margaletić i sur. 2002). Također, prognozu kretanja brojnosti možemo pratiti pomoću tromjesečnog praćenja gravidnosti životinja ili utvrđivanjem mase gonada i udjela skotnih ženki unutar populacije. Procijenukretanja brojnosti populacije ovih životinja donekle mogu biti pomoći saznanja o pravilnosti njihove masovne pojave. Za razumijevanja

mehanizama i principa odgovornih za masovnu pojavu glodavaca ključno je sustavno praćenje dinamike populacija (ali i drugih stanišnih parametara), koje predstavlja osnovu za kreiranje „novih“ prognoznih modela.

2.2.3. Uloga osjetila glodavaca potporodica Murinae i Arvicolinae

Za učinkovitu provedbu zaštite šuma, nužno je dobro poznavanje biologije štetnika, u ovom slučaju sitnih glodavaca. Uloga osjetila je vrlo bitna jer razumijevanjem načina na koji koriste osjetila može nam pomoći pri kontroliranju njihove brojnosti. Osjetilo opipa ima bitnu ulogu u njihovoj orijentaciji u prostoru s obzirom da se radi o to životnjama prilagođenim noćnom životu. Na leđima, bočnim stranama tijela te na njušci raspoređene su osjetilne dlake čijim se gubitkom bitno smanjuje sposobnost orijentacije u prostoru (Taylor i White 1978). Što se tiče osjetila vida, imaju visoku osjetljivost na svjetlosne podražaje, ali dosta malu mogućnost vizualizacije. Specifično za potporodicu Murinae (miševci) je da ne mogu razlikovati veliku većinu boja, osim zelene i žute. Sa aspekta zaštite, jedno od najvažnijih osjetila je osjetilo njuha. Njuh im služi kod pronalaska hrane, pri razmnožavanju i podizanju mladih te socijalnim i drugim odnosima. Mnogi repelenti su usmjereni na postizanje mirisnog efekta koje bi glodavce odbio od biljaka/predmeta/površina koje želimo zaštititi, npr. mirisi predatora (risa, čaglja, lisice i dr.) (Jędrezejewski i sur. 1993). Glodavci, mogu proizvesti (22-90 kHz) i čuti (20-100 kHz) zvuk iznad granice slušnosti čovjeka (Watts 1980). Zbog toga su teže uočljivi predatorima jer dolazi do brze apsorpcije ultrazvučnih valova u čvrstim predmetima i zraku (Smith 1979). Glodavci imaju iznimno visok prag tolerancije na gorko te je otežana primjena okusnog repelenta na bazi gorčine, no repelenti na bazi ljutinje (osjećaj pečenja) se koriste pri konzumaciji biljaka ili dijelova biljaka (Jędrezejewski i sur. 1993).

2.2.4. Prehrana glodavaca potporodica Murinae i Arvicolinae

Glodavci su prilagođeni za konzumiranje hrane i biljnog i životinjskog porijekla što je jedan od razloga njihove mnogobrojnosti. Tipični granivori (hrane se sjemenkama raznih vrsta) su vrste roda *Apodemus*, a vrste roda *Myodes* i *Microtus* se nalaze između herbivora i granivora (konzumiraju zelene biljne dijelove) (Margaletić 2001). Vrste ovih rodova od biljne hrane konzumiraju koru, pupove, korijen, zelene dijelove biljke, stabljiku, sjemenke i dr., a od hrane životinjskog porijekla hrane se insektima, paucima, stonogama, mekušcima i dr. Novu hranu prihvaćaju s oprezom, stoga s ciljem trovanja nekada je potrebno izlaganje nezatrovanih mamaca par dana prije suzbijanja. Vodu glodavci indirektno konzumiraju iz sočne hrane sa znatnim udjelom vode ili direktno lizanjem kapljica rose. Pri pokušajima redukcije njihove brojnosti možemo primijeniti vlažne ili tekuće mamce, osobito u sušnom razdoblju (Margaletić 1997).

2.3. Najučestalije vrste iz potporodica Murinae i Arvicolinae u nizinskim šumama Hrvatske

Iz potporodice Murinae (miševi) vrste koje u slučaju masovne pojave otežavaju prirodno pomlađivanje kontinentalnih šuma jesu: prugasti poljski miš (*Apodemus agrarius*, Pall.), žutogrli šumski miš (*Apodemus flavicollis*, Melch.), šumski miš (*Apodemus sylvaticus*, L.). Glavni predstavnici naših kontinentalnih šuma iz potporodice Arvicolinae (voluharice) su: šumska voluharica (*Myodes glareolus*, Schreb.), poljska voluharica (*Microtus arvalis*, Pall.), livadna voluharica (*Microtus agrestis*, L.), vodeni voluhar (*Arvicola terrestris*, L.) i podzemni voluharić (*Microtus subterraneus* de Sel.) (Margaletić 1998).

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



Slika 2. Žutogrli šumski miš (izvor: www.stetnici.sumins.hr)

Žutogrli šumski miš je tipična šumska vrsta glodavaca koja kod nas naseljava sve tipove šuma, osobito voli visoke stare hrastove i bukove šume sa izrazito malo prizemnog rašća ili bez njega te rubne dijelove takve šume. Masovna pojava se prosječno događa svake treće godine, a ovisi o urodu sjemena pretežno žira i lješnjaka i brojnosti populacije divlje svinje (Vajda 1974, Androić i sur. 1981, Niethamer i Krapp 1982). Ova je vrsta aktivna i danju i noću, izvrstan je penjač i često se hrani u krošnji gdje se može popeti preko 20 m visine. Od *A. sylvaticus* i *A. Agrarius* se razlikuje krupnijom građom tijela, žutom „ogrlicom“ (žuto obojenim dlakama u predjelu između prednjih nogu) ispod vrata i repom koji je često duži od tijela (Androić i sur. 1981). Sezona parenja im je od sredine veljače do zime, ali može biti neprekinuto tijekom cijele godine ovisno o vremenskim uvjetima. Prosječno godišnje imaju po 2.8 okota sa 5.5. mladih po leglu. Životni vijek u prirodi im je do dvije godine. Hrane se

biljnom i životinjskom hranom koju skladište na dubinu i do 1.5 m, između korijenja visokog drveća ili ispod panjeva. Štete uzrokuju oštećenjem sjemena, odgrizanjem pupova i izbojaka, rovanjem u gredicama, glodanjem (Vajda 1974). Dnevno pojede relativno velike količine hrane, smatra se da može dnevno pojesti više hrane od svoje težine(Oštrec 1998).



Slika 3. Rasprostranjenost vrste *Apodemus flavicollis* (Izvor: www.fr.m.wikipedia.org)

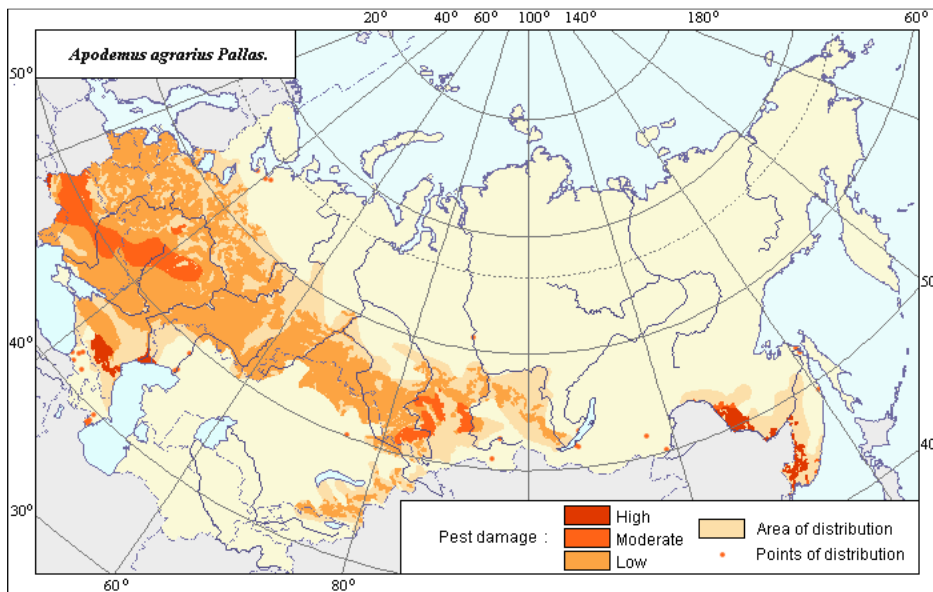
2.3.2. Prugasti poljski miš (*Apodemus agrarius* Pallas, 1771.)



Slika 4. Prugasti poljski miš (izvor: www.bvo.zadweb.biz.hr)

Prugasti poljski miš nastanjuje vlažnija staništa poput šuma, livada, travnjaka i močvara. Naseljava i antropogena staništa poput ruralnih polja i urbanih zelenih površina, a

zimi ga se može naći u stajama i skladištima. U nizinskom dijelu Hrvatske u jesen se premješta s polja i livada u šume, dok u proljeće čini obrnuto (Margaletić 1997). Poljski miš u Hrvatskoj naseljava kontinentalni dio i Istru. Od ostalih vrsta roda *Apodemus* razlikuje se karakterističnom linijom crno obojenoga krzna preko cijele dužine leđa, relativno malom glavom i kratkom tankom njuškom (Niethamer i Krapp 1982, Budovsky i sur. u tisku). Poljski miš ima najveću stopu prirasta i najkraću sezonu parenja (6 mjeseci). U prosjeku imaju 3.2 legla po godini sa 5.7 mladunaca po leglu. Specifično je da imaju visok udio animalne hrane u prehrani, dok od biljne konzumiraju korijenje, žitarice, bobice, sjemenke, voće, orašaste plodove, a zeleni dijelovi biljaka su manje zastupljeni. Kod masovne pojave čini velike štete u šumi i rasadnicima glođući koru drveća (Margaletić 2005).



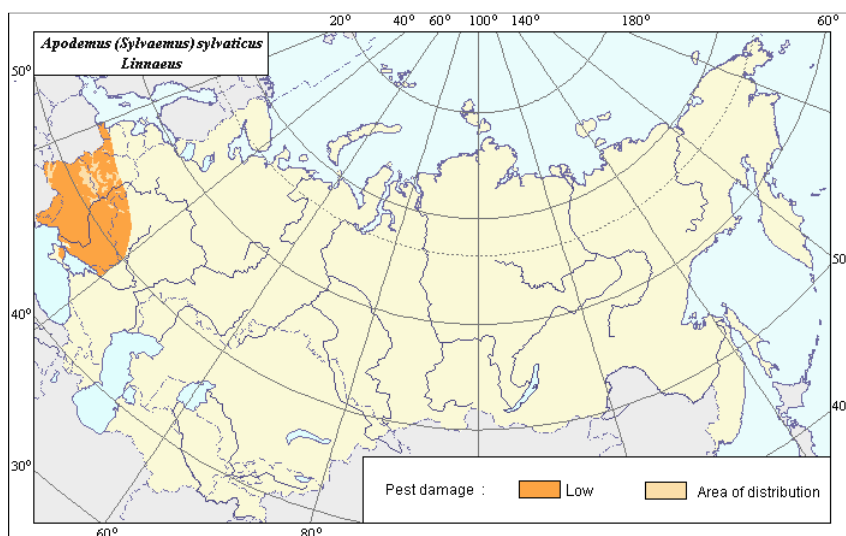
Slika 5. Rasprostranjenost i intenzitet šteta koje uzrokuje vrste *Apodemus agrarius* (izvor: www.agroatlas.ru)

2.3.3. Šumski miš (*Apodemus sylvaticus* Linnaeus, 1758.)



Slika 6. Šumski miš (izvor: www.mammalweb.org.hr)

Šumski miš nastanjuje topla i otvorena staništa, šume i šumske rubove, parkove, vrtove, livade, polja gdje gradi sustave podzemnih hodnika sa jednim ulazom i sa jednim ili više izlaza koji im služi za skladištenje hrane tokom zimskih mjeseci i za legla. Kod determinacije važno je istaknuti da do sada nije pronađen šumski miš kojem u potpunosti pruga okružuje vrat. Sezona parenja im traje od veljače do rujna. Prosječno imaju 3.8 legala godišnje sa 5.2 (maksimalno 9) mladih po leglu. Prehrana im je i biljnog i životinjskog porijekla, dok najviše konzumiraju sjemenke. Od listopada do veljače 90% hrane je upravo sjeme (bukve, graba, hrasta, jasena, smreke...), a od ožujka do svibnja većina prehrane su zeleni biljni dijelovi. Znaju učiniti poprilične štete na sjemenu u godinama masovne pojave te su uzrok otežanog prirodnog pomlađivanja. Štete uzrokuju i u rasadnicima i kulturama grizenjem i oštećivanjem pupova, kore i korijena. Ugrožene biljne vrste su bukva, hrast, grab, lijeska, brijest, bazga, te vrlo rijetko crnogorica (Vajda 1974).



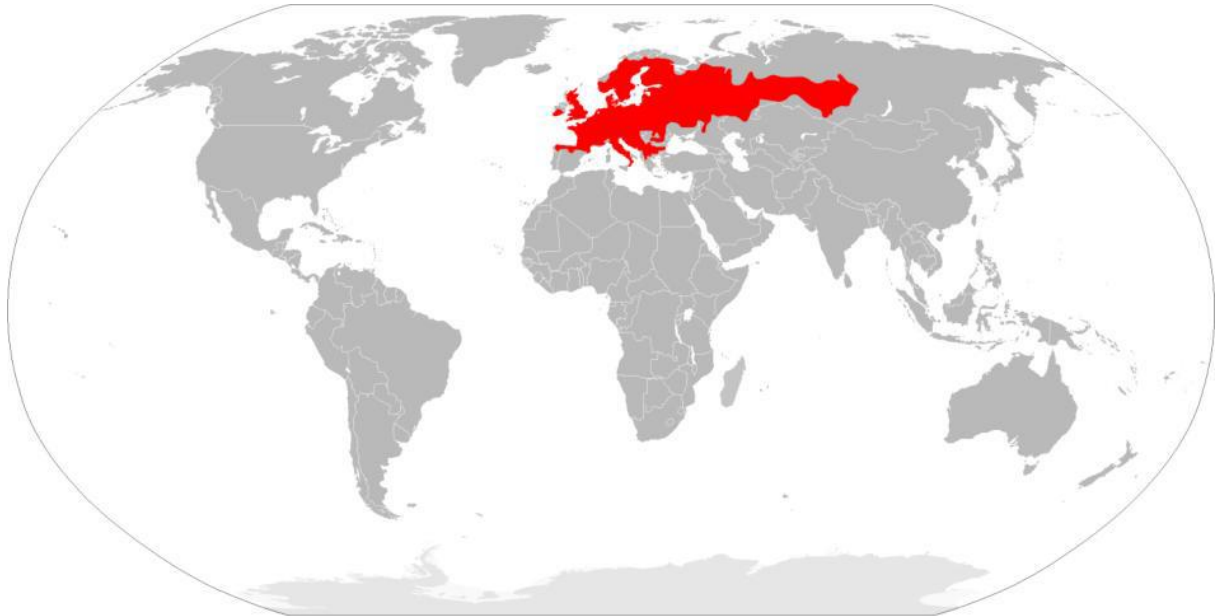
Slika 7. Rasprostranjenost i intenzitet šteta koje uzrokuje vrste *Apodemus sylvaticus* (izvor: www.agroatlas.ru)

2.3.4. Šumska ili riđa voluharica (*Myodes glareolus* Schreber, 1789.)



Slika 8. Šumska voluharica (izvor: www.stetnici.sumins.hr)

Šumska ili riđa voluharica najrasprostranjenija je vrsta unutar potporodice voluharica (Arvicolinae). Tipičan je stanovnik šuma i šumskih rubova. U šumama uglavnom obitava u sloju prizemnog rašća, dok je rjeđe u močvarama, sječinama, grmlju i rubovima oranica. Za razliku od drugih voluharica, ova vrsta je arborealna te često traži hranu na drveću i u krošnjama. Većinom su to dnevne životinje, međutim mogu biti aktivne i u sumrak te noću. Grade podzemna skloništa ispod šumske prostirke, svega par cm ispod površine do 45 cm gdje skladište hranu. Ova vrsta se lako raspoznaje od drugih voluharica svojom specifičnom crvenkastosmeđom obojenošću i dužim repom. Brojnost populacije ove vrste u šumama ovisi o urodu šumskog sjemena. Oba spola spolno su sposobna i nakon 2 godine starosti. Prosječno imaju 3.2 legla/god. sa prosječno 4.3 mladih po leglu. Prehranu im čine vegetativni dijelovi zeljastih i drvenastih biljaka, sjemenke, kora, korijenje dok animalnu hranu najviše konzumiraju tokom sezone parenja u ljeto. Postojana je hijerarhija koja je uvjetovana dobi gdje prednost imaju starije jedinke, dok se pridošlice automatski izoliraju. Štete čine guljenjem i oštećivanjem drvenastih biljaka odkorijena do grana na visini do 5m. U rasadnicima oštećuje zasijano sjeme i to najviše žir i bukvicu (Jensen 1982, Heroldova i sur. 2008). Ugrožene biljne vrste jesu bukva, jela, lipa, crni bor, javor, vrbe, obični bor, smreka i dr. (Vajda 1974).



Slika 9. Rasprostranjenost vrste *Myodes glareolus* (izvor: [www. fi.wikipedia.org](http://www.fi.wikipedia.org))

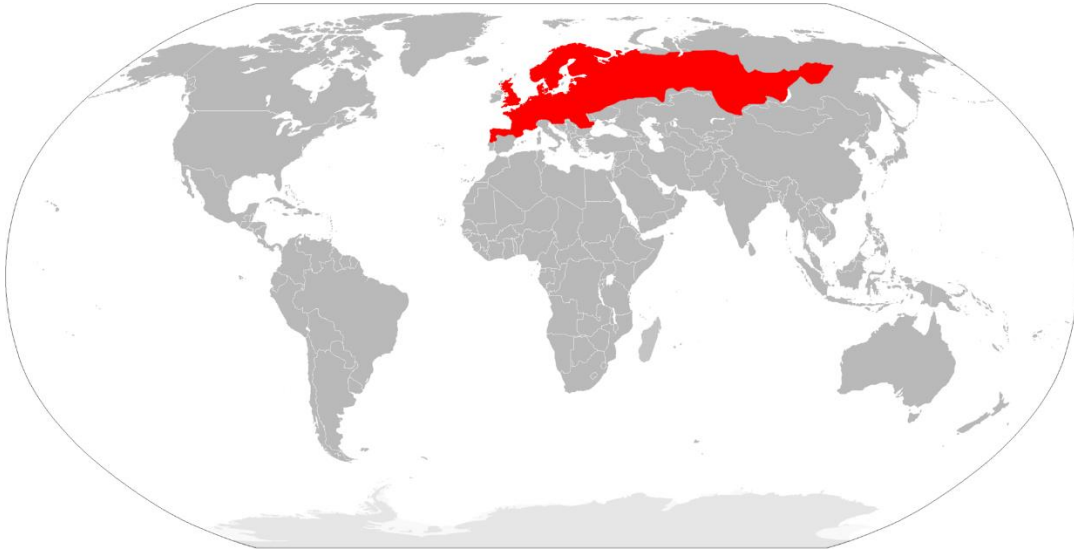
2.3.5. Livadna voluharica (*Microtus agrestis* Linnaeus, 1761.)



Slika 10. Livadna voluharica (izvor: stetnici.sumins.hr)

Livadna voluharica je mali tamnosmeđi glodavac koji visinski naseljava područja do 2100 m.n.v. u Alpama. Dolazi na vlažnim staništima kao što su livade, travnjaci, šume, progale, sječine i sl. te ga nalazimo također i na antropogenim staništima. Najvažniji faktor koji utječe na rasprostranjenost je vrlo gust sloj prizemnog rašća. Livadna voluharica, za razliku od poljske, ima uške skroz ili do pola prekrivene krznom. Masovna pojava je obično svake 3 do 4 godine i uzrokuju štete na pašnjacima, voćnjacima i šumskim kulturama i plantažama (Zima 1999). Za ovu vrstu karakteristično je da ne zimi ne prolazi fazu hibernacije te je aktivna i danju i noću. Grade kuglasta gnijezda od trave koja se mogu nalaziti tijekom suhih ljeta na

površini u travi ili za vrijeme hladnijih perioda ispod zemlje. Sezona parenja je od veljače do studenog te prosječno godišnje imaju 3.6 legala sa po 4.4 mladih (Budovsky i sur. u tisku). Prehranu čini zeljasto bilje, trave, šaševi, mahovine, sjemenke, pupove te kora drveća. Tragovi glodanja, za razliku od poljskog miša, su jači i dublji, položeni vodoravno u drvo i razdijeljeni preko cijele plohe (Vajda 1974).



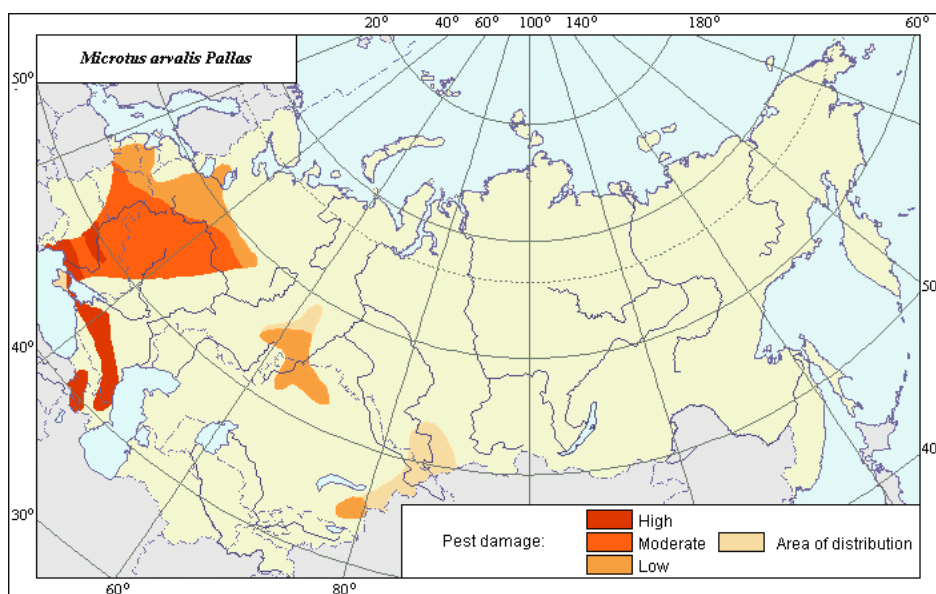
Slika 11. Rasprostranjenost vrste *Microtus agrestis* (izvor: www.en.wikipedia.org)

2.3.6. Poljska voluharica (*Microtus arvalis* Pallas, 1779.)



Slika 12. Poljska voluharica (izvor: stetnici.sumins.hr)

Poljska voluharica dolazi na različitim tipovima staništa; na vlažnim livadama, rubovima šuma, rasadnicima, poljoprivrednim površinama i dr. Ne dolaze na prevlažnim terenima, niti u suhim šumama. Odgovaraju im nagnuti tereni jer su manje izloženi ocjednim i oborinskim vodama. Masovna pojava se događa svakih 10-ak godina. Od livadne voluharice razlikuje se kraćom dlakom na ušima i kraćom ušnom resicom te je lubanja nešto šira, plosnatija, kraća i oblija. Razmnožavanje traje od ožujka do listopada sa prosječno godišnje 5,5 legala sa 5,1 mladih po leglu. Pravi okrugla gnijezda od raznih trava, najčešće pod zemljom ili na travi pod snijegom. Zimsko gnijezdo je veće nego ljetno. Najčešće se hrani vegetativnim dijelovima zeljastih biljaka, sjemenom zeljastih biljaka, dijelovima korijena i korom drvenastih biljaka. Štete uzrokuje guljenjem kore i odgrizanjem mladih biljaka te često glođe i pod zemljom. Ugrožene vrste su bukva, grab, jasen, vrba, smreka, bor, ariš (Vajda 1974).



Slika 13. Rasprostranjenost i intenzitet šteta koje uzrokuje vrsta *Microtus arvalis* (izvor: www.agroatlas.ru)

2.4. Ekološki utjecaj sitnih glodavaca

Sitni glodavci iz potporodica Murinae i Arvicolinae imaju značajnu ulogu u šumskom ekosustavu. Kao biljojedi oštećuju sjeme, koru, korijenje i mlade biljke, a s druge strane i sami su hrana za mesoždere. Uvriježeno je mišljenje da predstavljaju štetnu skupinu organizama jer čine štete u šumskim ekosustavima i prenositelji su zaraznih bolesti. Iz tih razloga se na njih gleda sa dozom straha i opreza, međutim često su zanemareni njihovi korisni aspekti, kao što su: formiranje mikroklimatne tla, poboljšanje prirodnih osobnosti tla, ubrzanje razgradnje organske tvari, formiranje sastojinske strukture, raznošenje sjemena, redukcija štetnih kukaca, održavanje populacije njihovih predatora i dr. (Turček 1968).

Sitni glodavci su nezaobilazna komponenta zoocenoze šuma hrasta lužnjaka i u godinama masovne pojave značajno otežavaju obnovu hrasta, uzrokujući pri tome štete na sjemenu, stabljici i korijenu mladih biljaka.



Slike 14. Štete od glodavaca na žiru hrasta lužnjaka (Vucelja 2013)



Slika 15. Štete na korijenu mladog hrasta (Vucelja 2013)



Slika 16. Štete od glodavaca iz porodica Murinae i Arvicolinae na kori više drvenstih vrsta biljaka (Vucelja 2013)

Štete na šumskom sjemenu uglavnom se (običajno) pripisuju vrstama iz potporodice pravih miševima, dok se štete na korijenu i kori mladih biljaka najčešće pripisuju voluharicama (Moraal 1993). Najveća brojnost ovih vrsta je tijekom jeseni i početkom zime te tada možemo očekivati najveće štete jer su izvori hrane ograničeni (Osman 2010). Značajne štete, osim na hrastu, mogu činiti i na bukvi, grabu, javoru, jasenu, jarebici, topoli, trešnji, vrbi, a od četinjača na dugaljzi, europskom arišu, smreci i jeli. Općenito češća je pojava na listopadnom nego na crnogoričnom drveću (Bjedov 2015). U razdoblju od 1945. do 1977.g. procjena štete od livadne voluharice na razini cijele Europe bila je 60-119 milijuna €, a na razini Njemačke oko 5,4 milijuna € godišnje (Mathys 1977, Myllymäki 1977). Hrvatsko šumarstvo u godinama masovne pojave bilježi štete na preko 4 500 ha (Vucelja 2013). Pojava i kulminacija brojnosti sitnih glodavaca uvjetovana je brojnim čimbenicima pri čemu veće štete glodavci prčinjavaju u nizinskim šumama gdje je travnata vegetacija i prizemno rašće razvijeno te u uvjetima rijetkih i kraćih poplava. Jedan od bitnijih preduvjeta je puni urod sjemena. Godinu dana nakon punog uroda žira ili bukvice zbog velike količine hrane dolazi do masovnog razmnožavanja i masovne pojave sitnih glodavaca. Monitoring, održavanje šumskog reda i, prema potrebi, redukcija brojnosti populacija, osnovni su preduvjeti učinkovite zaštite od sitnih glodavaca. (Iveković 2019).

2.5. Zoonotički potencijal sitnih glodavaca

Prema Svjetskoj Zdrastvenoj Organizaciji (prema WHO - World Health Organization) zoonoze (grč. zoon - životinja i nosos - bolest) su zarazne bolesti koje se sa životinja prenose na čovjeka. Zoonoze se najprije javljaju kao bolesti životinja te zaražena jedinka postaje rezervoar uzročnika bolesti (npr. *Apodemus sylvaticus*, *A. agrarius*, *Myodes glareolus*, *Microtus agrestis* itd.) Rezervoari dalje prenose bolest na druge životinje (potencijalne rezervoare) ili direktno na čovjeka. Vektori su drugi način prenošenja bolesti sa rezervoara na čovjeka. To su hematofagni inekti (npr. *Ixodes ricinus*). Žarišta nekih zoonoza su areali

glodavaca koji su se na tom području pojavili u masovnom broju (Pisačić 2015). Glodavci najčešće ne pokazuju simptome bolesti i ne oboljevaju, ali su izvor infekcije. Do zaraze najčešće dolazi zbog kontakta za slinom, urinom, fesesom zaražene životinje ili sa kontaminiranom hranom, vodom i udisanjem zaraženog aerosola. Zoonotski patogeni najčešće su bakterije, virusi, gljivice, paraziti, rikecije i prioni, a najučestalije bolesti koje prenose na životinje i ljude su lajmska borelioza, trihinelozna, leptospiroza, Q groznica, hemoragijska vrućica sa bubrežnim sindromom (HVBS). Praćenjem sitnih glodavaca možemo primjetiti da se epidemije bolesti koje prenose javljaju u godinama njihove povećane brojnosti. Povećanju brojnosti predhodi godina punog i obilnog uroda šumskog sjemena. Samo povećanje brojnosti glodavaca uvjetuje povećanje broja njihovih predatora te sve navedeno može utjecati na brojnost vektora, kao što su krpelji, koji su prenositelji zaraznih bolesti poput krpeljnog meningoencefalitisa, lajmske borelioze i dr. (Ostfeld i dr. 2006).

2.5.1. Lajmska borelioza

Lajmska borelioza se prenosi ugrizom zaraženog krpelja vrste *Ixodes ricinus* čiji rezervoari su krupna divljač i sitni glodavci (miševi i voluharice). *Borrelia burgdorferi* je bakterija koja je uzročnik ove bolesti. Zaraženi krpelj u pravilu treba sisati krv 36-48 sati kako bi bakterija ušla u krvotok čovjeka. Prvi simptomi su crvenilo kože na proksimalnom dijelu ekstremiteta ili na trupu, a pojavljuju se 3 do 32 dana nakon ugriza (kod ¾ oboljelih), veličine i do 50 cm. Drugi simptomi su vrtoglavica, mučnina, povišena temperatura i osjećaj slabosti. U ranijim stadijima bolest se liječi antibioticima. Kod nepravovremenog liječenja može doći do kroničnog artritisa i trajnijeg oštećenja živčanog sustava.



Slika 17. Specifični simptomi lajmske borelioze (izvor: Neferanovci A., 2018)

2.5.2. Hemoragijska vrućica s bubrežnim sindromom (HVBS) (mišja groznica)

Hemoragijska vrućica s bubrežnim sindromom je zoonoza uzrokovana virusima iz skupine hantavirus. Hantavirusi mogu uzrokovati dvije bolesti: u Sjevernoj i Južnoj Americi uzrokuje hantavirusni plućni sindrom (HPS) koji je teži oblik bolesti sa stopom smrtnosti od 35% do 50% dok na području Euroazije i Afrike uzrokuju hemoragijsku vrućicu sa bubrežnim

sindromom (HVBS). Do sada imamo otkrivenih sedam hantavirusa koji uzrokuju HVBS, a to su: Amur/Soochong, Dobrava, Hantaan, Puumala, Luxi, Saaremaa i Seoul (Avšič-Županc i sur. 2016), dok su u Hrvatskoj potvrđena dva: Puumala (PUUV) i Dobrava-Belgrade (DOBV) (Cvetko i dr. 2005). Virus Puumala je najrašireniji i uzrokuje blagi do srednje teški oblik bolesti koji se još naziva i epidemijska nefropatija. Virus Dobrava uzrokuje težu kliničku sliku sa krvarenjem te plućnim i neurološkim simptomima, što nekad dovodi i do smrtnog ishoda. Stopa smrtnosti uzrokovana virusom Dobrava se nalazi između 10 i 12% (Avšič-Županc i sur. 2014). Glavni rezervoari hantavirusa su sitni glodavci, a do zaraze najčešće dolazi udisanjem kontaminiranog aerosola životinjskim sekretom i ekskretom, direktnim kontaktom sa zaraženom životinjom ili konzumacijom zaražene hrane ili pića. U prva dva tjedna nakon infekcije javlja se temperatura, bolovi u leđima i mišićima, zatim jake glavobolje, proljev i povraćanje. Kasnije se mogu javiti bubrežna zatajenja i petehijalna krvarenja. Postoji pet faza ove bolesti koje su karakterističnije za virus Dobrava, rijeđe za virus Puumala, a to su: febrilna, hipotenzivna, oligurijska, poliurijska i rekonvalescentna. U liječenju HVBS bitno je nadoknaditi elektrolite, održavati normalnu razinu krvnog tlaka i kisika te liječiti sekundarne infekcije. Ponekad se može primjenjivati i dijaliza. Razvoj bolesti se ublažava primjenom antivirusnog lijeka ribavarina. U rizičnu skupinu spadaju osobe kojima je posao ili hobi usko vezan za stanište sitnih glodavaca (šumari, poljoprivrednici, vojnici, rekreativci...). HVBS je sezonskog karaktera s najvećom zarazom u proljeće i ljeto. Pojedinačni slučajevi se događaju svake godine, a epidemije povremeno; tako je prva zabilježena veća epidemija bila za vrijeme Domovinskog rata 1995. godine, sljedeće su se zbile 2002., 2012., 2014.

2.6. Metode utvrđivanje brojnosti populacije sitnih glodavaca

Gustoća populacije je broj jedinki neke vrste na nekoj jedinici površine ili volumenu u datom vremenu. Postoje dva načina na koja možemo iskazati brojnost neke populacije, kao apsolutnu i kao relativnu brojnost. Apsolutna brojnost je broj jedinki neke vrste na jedinici neke površine, te se za utvrđivanje iste koriste metode poput minimalnog kvadrata i „Y-metode“. Relativna se brojnost, s druge strane, iskazuje postotnim udjelom ulovljenih jedinki u odnosu na ukupan broj korištenih zamki, te se u tu primijenjuje metoda linearnog transektta. Praćenje brojnosti populacije se provodi zbog utvrđivanja broja i vrste glodavaca, zbog izračuna kritičnog broja i postavljanja prognoze povećanja ili smanjenja gustoće populacije sitnih glodavaca. U Hrvatskim šumama najveće štete su vezane za pomladak hrasta lužnjaka koje uglavnom nastaju tijekom zime kada su miševima i voluharicama nedostupni drugi izvori hrane. Što je duži snježni period to su štete veće, te što je snježni pokrivač viši glodavci čine štete na većim visinama stabla i na starijim stablima (do 15 godina). Utvrđivanje brojnosti poželjno je provoditi dva puta godišnje. U jesen radi dobivanja podataka o brojnosti glodavaca (tj. „procijeni opasnosti“) prije zime te u proljeće, u cilju dobivanja podatka o brojnom stanju populacije nakon zimskog perioda, tijekom kojega dolazi do prirodne redukcije. U utvrđivanju brojnosti glodavaca, preporuča se korištenje mrtvolovki zbog jednostavnijeg načina rukovanja i lakše obrade ulovljene jedinice te smanjenja opasnosti od ugriza životinje (Bjedov et al. 2017). Osim direktnih metoda koje uključuju izlov životinja, postoje i indirektno metode kao što su

brojanje aktivnih rupa na pomladnim površinama, postavljanje grančica kao mamaca (Steckholzmethode) i praćenje oštećenja istih. Ovakve metode zahtjevaju manju radnu snagu i manje vremena, ali nam ne daju podatak o strukturi populacije (zastupljenosti vrsta), ni relativnoj brojnosti glodavaca.

2.6.1. Metoda linearnog transeka

Od 2017. u državnim šumama Hrvatske, djelatnici tvrtke Hrvatske šume, koriste metodu linearnog transeka u sklopu redovnog monitoringa (i to u nizinskim šumskim ekosustavima tj. zajednicama s hrastom lužnjakom i poljskim jasenom), kojom se određuje relativna brojnost sitnih glodavaca. Tercijarne metode utvrđivanja prisutnosti glodavaca (brojanje aktivnih rupa, analiza tragova, prisutnost izmeta) sporadično se (ali za pretpostaviti je da u manjoj mjeri) također koriste u praksi. Prilikom monitoringa glodavaca primjenom lovnog transketa, lovnna linija može poželjno je da obuhvati više stanišnih tipova, odnosno nije nužno da bude pravocrtna. Najčešće se postavljaju mrtvolovke na razmaku od 5-7 (10) m jedna od druge, a razmak između linija, u slučaju da ih postavljamo više, je minimalno 50 m. Broj zamki koje je preporučljivo koristiti je 50 (min 30) po odsjeku, a one se kontroliraju 24 sata i 48 sati nakon postavljanja. Prednost ove metode jest jednostavnost i brzina dobivanja rezultata. Rezultati se prikazuju relativnom brojnosti i indeksom brojnosti. Relativna brojnost iskazuje se kao omjer ukupnog broja ulovljenih jedinki sitnih glodavaca te broja korištenih zamki. Crnković (1982) navodi kako redukcija brojnosti nije potrebna ako je postotak ulovljenih jedinki ispod 20%. Između 20% i 30% suzbijanje se provodi po potrebi. Prema Videcu (2009) u slučaju ulova od 40% suzbijanje je obavezno. 30-60% relativne brojnosti je pokazatelj povećane brojnosti glodavaca (Androić i dr. 1981), dok ulov od 80% i više siguran je pokazatelj masovne pojave sitnih glodavaca (Delany 1974). Indeks brojnosti zasniva se na 100 lovnih klopki koje su postavljene večer prije i ujutro se kontroliraju. Indeks brojnosti se izračunava za vrstu ili skupinu glodavca koji čini štetu na pomlatku (voluharice, jer su pretežno herbivori i hrane se korom i korijenjem šumskog pomlatka) dok se ostale vrste, koje ne čine štete, isključuju (miševi, pretežno su granivori, te se hrane sjemenom). Indeks brojnosti nam daje postotni udio vrste glodavca koji čini štetu u odnosu na broj lovnih klopki-noći.

2.7. Mjere zaštite i suzbijanje sitnih glodavaca

Suzbijanje sitnih glodavaca je kompleksan zadatak zbog njihove uloge u šumskim ekosustavima. Do njihovog masovne pojave, osobito u nizinskim šumskim zajednicama, dolazi zbog niza faktora; poput obilja raspoložive hrane, ekskluzije predatora kao posljedice ograđivanja površina i sastojina u obnovi, klimatskih promjena do njihove reproduktivne sposobnosti. Sustavni monitoring glodavaca makar djelomice otvara mogućnost poduzimanja zaštitarskih mjera s ciljem prevencije njihove masovne pojave tj. nastanka značajnih šteta. Preventivnim mjerama u šumama stvaramo ambijent koji ne odgovara i ne pogoduje sitnim

glodavcima i to provodimo u sklopu integrirane zaštite šuma (Osman 2010). U preventivne mjere ubrajamo: šumsko-uzgojne radove, agrotehničke radove, tehnološko-manipulativne radove, građevinsko tehničke radove, sanitarno-higijenske radove, repelente i ultrazvučne i elektromagnetske valove. Preduvjeti za uspješno suzbijanje glodavaca su utvrđivanje vrste i gustoće populacije glodavaca, poznavanje njihove biologije i ekologije te odabir perioda i metode njihova suzbijanja. Osim preventivnih metoda koriste se i direktne odnosno represivne metode (mjere koje se provode kada preventivne nisu dobro provedene i njihova funkcija nije ispunjena). Direktne metode bi bile: mehaničke, fizikalne, biološke, genetske i kemijske metode.

2.7.1. Preventivne metode

Prema priručniku o glodavcima šuma Hrvatske (2017) preventivne metode koje se preporuča provoditi u zaštiti od negativnog utjecaja glodavaca na stabilnost šumskih zajednica (ili rasadničkih površina) su slijedeće: kultivacija i modifikacija staništa (košnja, eliminacija nepoželjne vegetacije), sadnja brzorastućih vrsta drveća (što ranije zatvaranje sklopa i smanjenje prizemne vegetacije), odabir prikladne vrste drveća, genotipa i porijekla sadnica, održavanje biološke raznolikosti sastojina (osobito diverziteta drvenastih vrsta), orezivanje mladih izbojaka pionirskih vrsta listača u jesen i zimu (odvraćanje od ciljane vrste drveća), odabir optimalnog vremena za sadnju (proljeće nakon masovne pojave glodavaca), uklanjanje ostataka sječe (šumski red), mehanička priprema staništa (formiranje humaka na mjestu sadnje sadnica), odgovarajuća metode sječe (oplodne sječe), primjena agrotehničkih metoda (oranje, prekopavanje, usitnjavanje zemlje), primjena različitih tipova štitnika (plastičnih, mrežastih) u zaštiti mladih biljaka, podupiranje i zaštita prirodnih predatora glodavaca (lisica, divlja svinja, hermelin, lasica, tvor, kuna, jazavac, domaća i divlja mačka, ptice grabljivice, sove, ždralovke, rode, čaplje, galebove, vrane, gavrane, zmije), postavljanje prečki za sjedenje (min. visina: 4 m, razmak prečki: 50 m) pticama grabljivicama na dijelovima pomladnih površina obraslih travnatom vegetacijom (prije kemijskog suzbijanja glodavaca, prečke je potrebno ukloniti), osiguravanje posebnih prolaza te postavljanje atraktanata za divlju svinju i lisicu na ograđenim pomladnim površinama, korištenje fizičkih barijera (ekskluzija glodavaca iz šticećenog prostora), primjena živolovki za višekratan ulov glodavaca, primjena repelenata (audio-taktilnih, mirisnih, okusnih), održavanje ispaše (divljači i domaćih životinja), gnojidba i dr.

2.7.2. Represivne metode

Primjena represivnih metoda, sukladno postulatima integrirane zaštite od štetnika, podrazumijeva poznavanje brojnoga stanja štetnika, kao i njegovu kritičnu brojnost, koja je preduvjet za uopće poduzimanje takvih mjera.

Represivno djelovanje dominantno uključuje primjenu kemijskih metoda kroz korištenje zatrovanih mamaca. Iako kemijsko suzbijanje nije uvijek opravdano s biološkog stajališta te

može predstavljati opasnost za čovjeka i druge organizme koji nisu predmet suzbijanja, ova je metoda (i nakon više od 40 godina) u šumarstvu Hrvatske i dalje najučestalija i smatra se najučinkovitijom, a i jednom od onih čija je primjena moguća i na većim/velikim površinama (Hrgović i sur. 1991). Ovisno o obliku u kakvom se javljaju na tržištu, rodenticidi se primjenjuju u obliku:

- suhих 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 površina
- praškastih rodenticida namijenjenih tretiranju površina
- plina, tj. fumigantnih sredstava

S obzirom na letalni ishod, rodenticidi se mogu podijeliti na brzodjelujuće (akutne, trenutne) i sporodjelujuće (kronične, kumulativne).

Kumulativni, sporodjelujući rodenticidi najviše su korišteni tijekom posljednja 4 desetljeća. Njih uglavnom čine antikoagulanti koji sprječavaju zgrušavanje krvi i izazivaju unatrenje krvarenje. Simptomi trovanja i smrt nastupaju tek 3 do 10 dana nakon konzumiranja mamca i zbog toga ovakvi pripravci ne izazivaju strah kod drugih jediniki. Osim antikoagulanata u EU i SAD-u se još koriste cinkfosfid, brometalin, kolekalciferol i stihnin. Zbog straha od sekundarnih trovanja zakonska ograničenja i način korištenja rodenticida razlikuje se od države do države. Hrvatske šume d.o.o. kao jedna od nositeljica FSC certifikata 30.11.2011. obvezala se na prestanak korištenja rodenticida na bazi aktivne tvari bromadiolon u svrhu kontrole brojnosti sitnih glodavaca, ali zbog nepostojanja adekvatne zamjene u vidu preventivne ili represivne metode suzbijanja Hrvatske šume d.o.o. 2012.g. su zatražile i dobile odobrenje za korištenje rodenticida na bazi aktivne tvari difenakum za narednih 5 godina. U periodu od 2017. do 2023. godine koriste se rodenticidi na bazi aktivne tvari cink fosfid. U skladu sa sve većom restrikcijom rodenticida unutar Europske unije sve veća pražnja je usmjerena na primjenu preventivnih metoda u cilju suzbijanja glodavaca te stvaranja nepovoljnih uvjeta za njihov opstanak bilo u zatvorenom ili otvorenom prostoru (Videc 2006, Jacob i Tkadlec 2010).

Mehaničke metode spadaju u jedne od najstarijih metoda. U njih spadaju fizičke ograde sa zamkama, različite vrste klopki za hvatanje i ubijanje štetnih glodavaca te razne vrste ljepljivih traka. Veličina, visina i dubina ograda prvenstveno ovisi što pokušavamo zaštititi i od čega. Pa tako ograde sa zamkama koristimo kod obrane usjeva i trajnih nasada od miševa i voluharica. Obično se koriste žičane ograde koje postavljamo oko nasada ili usjeva tako da se ograda ukopa 20 cm u tlo jer miševi i voluharice ne kopaju dublje do 20 cm, a iznad tla 40 cm (Fuelling i sur. 2010). Prema istraživanjima Fuelling i sur. (2010) utvrđeno je da ovaj oblik mehaničke zaštite, ograde sa zamkama, privlači predatore koji se zadržavaju u blizini ograde hvatajući miševe i voluharice koje se nalaze u tom području, te također uklanjaju zatočene glodavce. Ulaganja u mehaničku obranu višegodišnjih nasada u početku su znatno skuplja od korištenja rodenticida, ali promatramo li kroz duži vremenski period isplativije su i učinkovitije,

ali i ujedno ekološki su prihvatljivije od korištenja otrovnih mamaca. Fizikalne metode uključuju zvuk, svjetlost i elektromagnetske valove u suzbijanju sitnih glodavaca. Pošto su glodavci uglavnom noćne životinje, svjetlost se koristi za osvjetljavanje noću područja od interesa u svrhu suzbijanja štetočina. Zvukom kao jednom od metoda zaštite, oponašamo ptice njihove prirodne neprijatelje ili koristimo frekvencije koje iritiraju glodavce (Modrić 2020). Elektromagnetni valovi su relativno nova metoda koja nije još dovoljno istražena, ali ono što znamo jest da životinje izložene elektromagnetnim valovima napuštaju svoja skrovišta i bježe te prestaju uzimati hranu (Osman 2010).

Biološke metode suzbijanja glodavaca uključuju korištenje prirodnih predatora, parazita i patogenih organizama u redukciji glodavaca. Mnoge životinjske vrste (brojni sisavci i ptice) prirodni su predatori glodavaca, čija uloga najviše dolazi do izražaja u godinama kada nije još došlo do masovne pojave. Također postoje metode suzbijanja primjenom mikroorganizama. Određenom vrstom bakterija se inficiraju štetni glodavci što dovodi do oboljenja i uginuća same životinje. S početka su se koristili razni sojevi bakterija iz roda *Salmonella*, kasnije je utvrđeno da su neki sojevi bili opasni i za čovjeka, ali i učinkovitost se nije pokazala najboljom s obzirom da su neke vrste glodavaca razvile otpornost na pojedine sojeve. Stoga je svjetska zdravstvena organizacija donesla preporuku po kojoj se bakterije iz rod *Salmonella* ne bi trebala koristiti u redukciji štetnih glodavaca (Brooks i Rowe 1987). Postoje dvije metode genetske kontrole brojnosti populacije mišolikih glodavaca. Prva metoda je povećavanje osjetljivosti glodavaca na prirodne bolesti pomoću destruktivnog gena, a druga metoda je ubacivanje u prirodu sterilne jedinke. Prva metoda se naziva još i Grünbergov letalni sindrom te izaziva smrt 25-100% potomaka hetrozigotnih roditelja prije nego što postignu spolnu zrelost. U praktičnoj primjeri ova metoda daje jako dobre rezultate međutim potrebna su značajna financijska sredstva za provedbu (Hrgović i sur. 1991). Druga metoda, puštanje sterilnih mužjaka prema pokusima koji su napravljeni ne daje dobre rezultate. Da bi se stvorio lažni graviditet u prirodu je potrebno pustiti veliki broj sterilnih jedinki što je financijski teško i u početku bi jako opteretili stanište povećavajući štete radi prehrane tih istih jedinki (Hrgović i sur.1991).

3. CILJEVI RADA

Miševi i voluharice u godinama masovne pojave uzrokuju značajne štete na sjemenu i pomlatku šumskoga drveća te jedan od nezaobilaznih biotskih čimbenika koji periodično otežava prirodnu obnovu naših najvrijednih šuma hrasta lužnjaka i poljskog jasena. Jedan od značajnih elemenata ekonomski i ekološki opravdane i učinkovite zaštite šuma od sitnih glodavaca, pored poznavanja njihove biologije i ekologije i pravilnog izbora rodenticida te alternativnih metoda redukcije brojnosti, jest sustavan i metodološki ujednačen monitoring tj. praćenje brojnosti i sastava njihovih populacija, s ciljem prognoze budućih kretanja, odnosno pravovremenog preventivnog ili represivnog postupanja. Cilj ovoga rada jest provesti analizu rezultata monitoringa sitnih glodavaca iz potporodica Murinae (pravi miševi) i Arvicolinae (voluharice) provedenog u državnim šumama Hrvatske u razdoblju od 2017. do 2021. godine. Svrha analize jest bolje razumijevanje unutarnje višegodišnje dinamike populacija sitnih glodavaca, odnosno zastupljenosti potporodica miševa i voluharica u njihovim populacijama prema Upravama šuma Podružnicama na kojima se monitoring provodio te također bolje uopće bolje razumijevanje višegodišnjih trendova kretanja brojnosti glodavaca u šumama Hrvatske kao i analiza pojavnosti šteta na sjemenu i pomlatku šumskog drveća u ovisnosti od utvrđenih brojnosti glodavaca. Rad trebao bi pridonijeti boljem razumijevanju značaja sustavnog monitoringa sitnih glodavaca kao segmenta planiranja i provođenja zaštitarskih radnji prevencije šteta u šumskim ekosustavima kao i posredno sprječavanja pojava epidemija ili pojedinačnih slučajeva oboljenja od zoonoza kod ljudi ili divljih životinja.

4. MATERIJALI I METODE

Podaci za potrebe analize monitoringa sitnih glodavaca i šteta koje čine na pomlatku, korijenju i sjemenu drvenastih šumskih vrsta prikupljeni su iz dostupnih publikacija šumarske operative, tj. sa web portala štetnici.hr (<https://stetnici.sumins.hr/>)¹. Podaci o veličinama napadnutih i tretiranih površina te vrstama i količinama rodenticida dobiveni su iz godišnjih izvješća Hrvatskog šumarskog instituta (IPP; izvještajno prognozni poslovi u šumarstvu) za period od 2017. do 2021. godine.

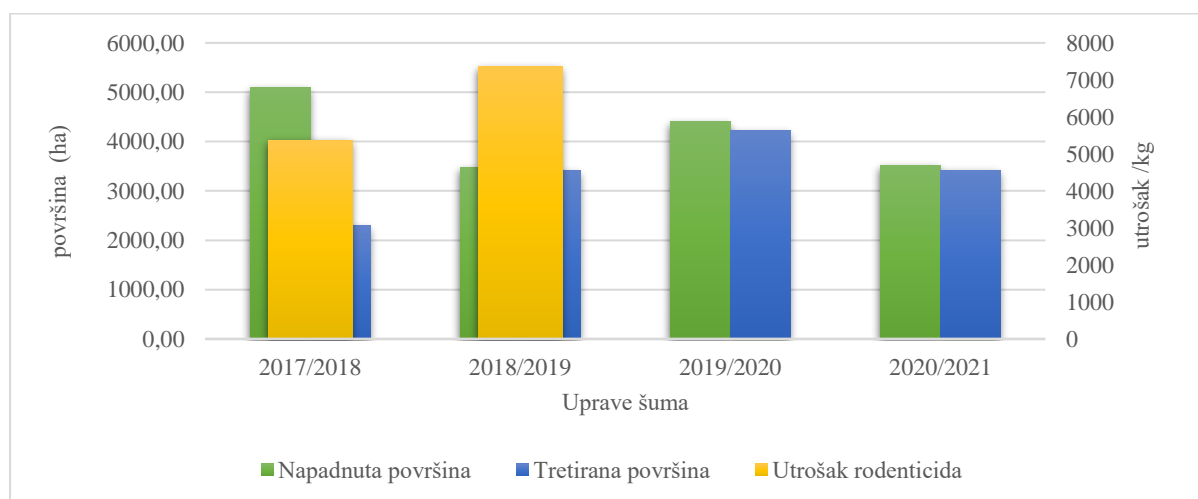
Za potrebe analize, korišten je programski paket Microsoft Office Excel 2013. Dobiveni podaci prikazani su prema Upravama šuma podružnicama te detaljnije za pojedinačne šumarije. Analizirani su parametri: RB (relativna brojnosti), INP1 (intenzitet štete na pomlatku - kora) INP2, (intenzitet štete na pomlatku - korijenje) INS, (intenzitet štete na sjemenu) napadnuta površina (ha), tretirana površina (ha) i utrošena količina rodenticida (kg).

¹ podatci sa portala "štetnici.hr" preuzeti su su studenom 2021. godine. Podatci za 2021. godinu kojima je istoimena online baza eventualno naknadno nadopunjena nisu uzeti u analizu u ovome radu.

5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

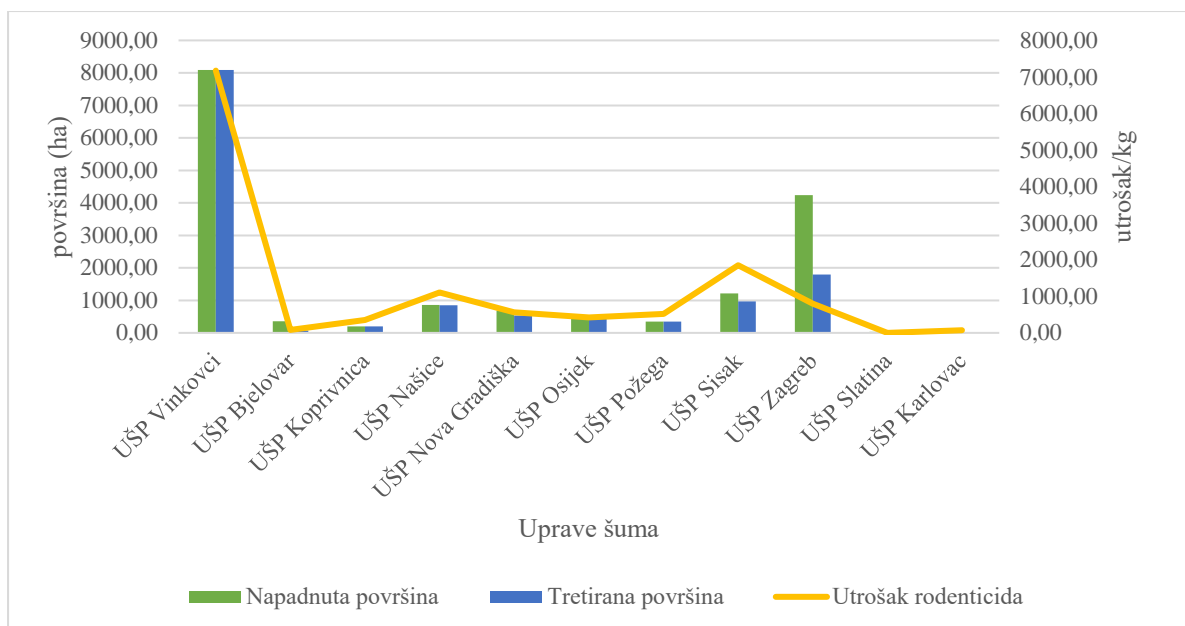
U razdoblju od 2017. do 2021. godine - na temelju službenih godišnjih izvještaja Izvještajno prognoznih poslova (IPP) Hrvatskog šumarskog instituta (2017/2018, 2018/2019, 2019/2020, 2020/2021) - na području 11 Uprava šuma podružnica (UŠP Vinkovci, UŠP Osijek, UŠP Našice, UŠP Požega UŠP Bjelovar UŠP Koprivnica, UŠP Zagreb, UŠP Sisak i UŠP Nova Gradiška UŠP Slatina i UŠP Karlovac) površine napadnute od glodavaca iznosile su 16 605,20 ha, od čega su tretiranja poduzeta na ukupno 13 343,41 ha (80,36%) i to uz utrošak rodenticida od 12 729,75kg; uz napomenu da su u izvještajima izostali podaci o utrošku rodenticida za 2019./2020. i 2020./2021.

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 2017. do 2021. godine prikazane su na Grafu 1.

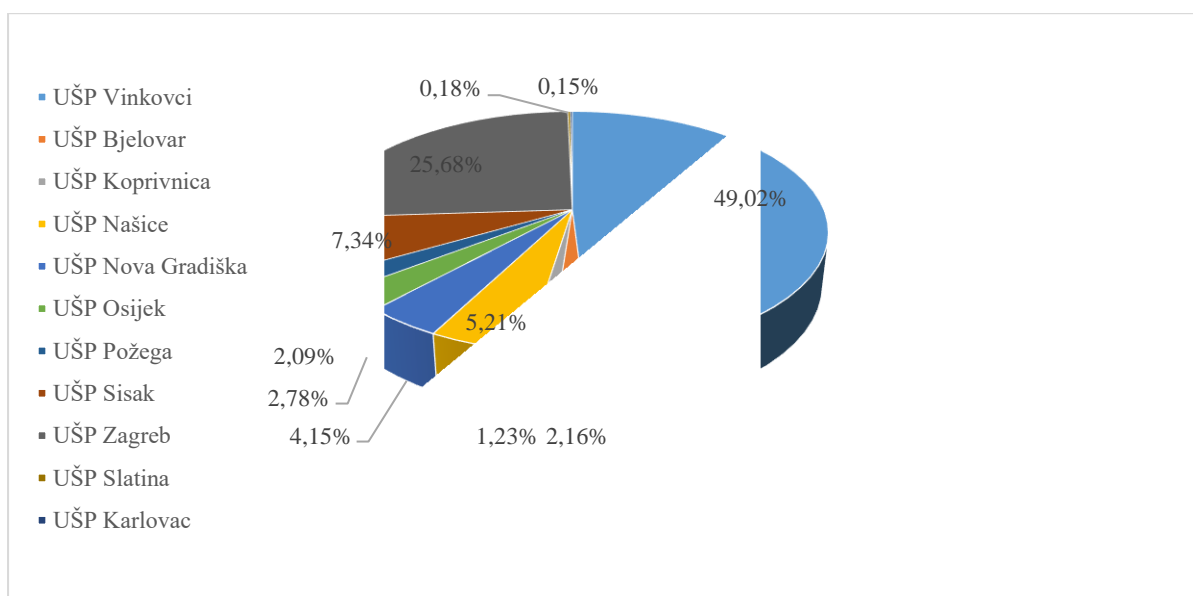


Graf 1. Veličine napadnutih i tretiranih površina (ha) od sitnih glodavaca i količina utrošenih rodenticida (kg) u razdoblju od 2017. do 2021. godine u državnim šumama RH

Veličine napadnutih i tretiranih površina te korištenih rodenticida protiv glodavaca od 2017. do 2021. godine prema Upravama šuma podružnicama prikazani su na Grafu 2, odnosno prema udjelima dotičnih površina na Grafu 3.

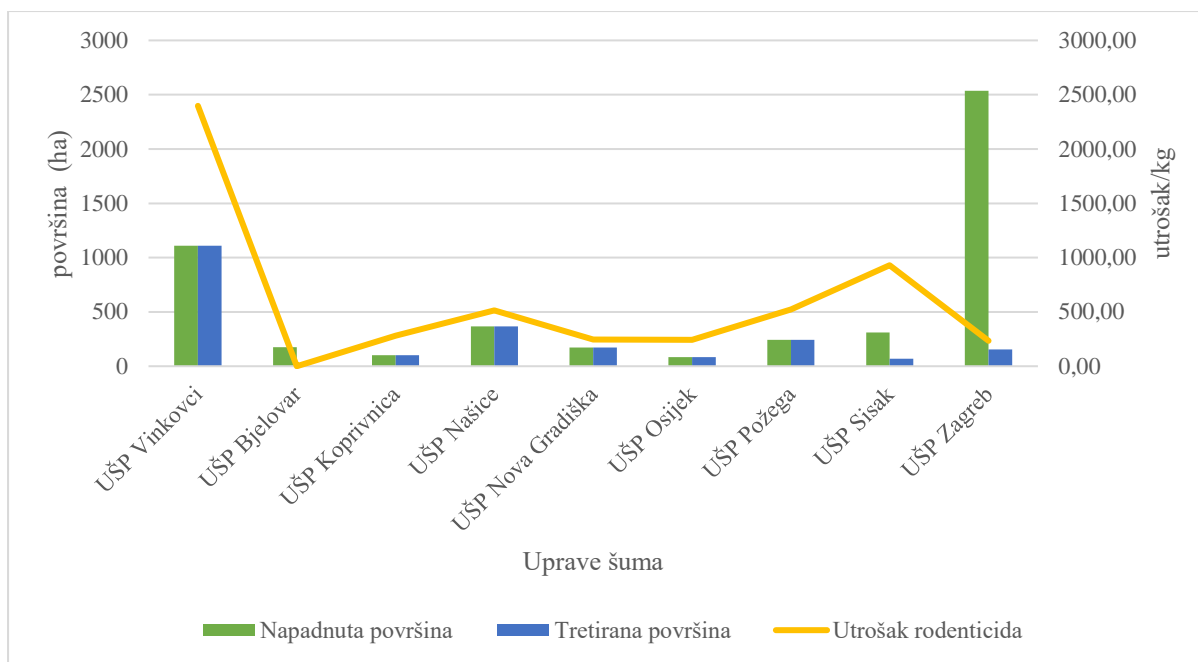


Graf 2. Veličina napadnutih i tretiranih površina (ha) te korištenih rodenticida protiv glodavaca od 2017. do 2021. godine u državnim šumama Hrvatske, prema Upravama šuma podružnicama

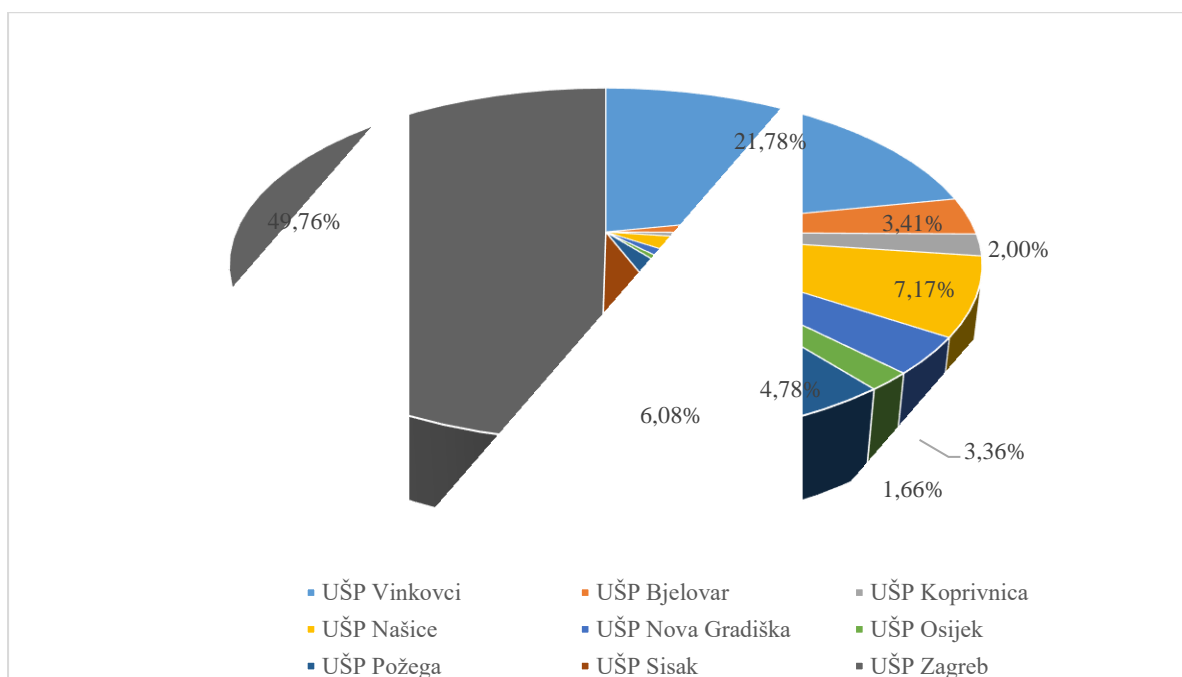


Graf 3. Udjeli (%) površina (ha) sa evidentiranim štetama od sitnih glodavaca od 2017. do 2021. godine prema Upravama šuma podružnicama

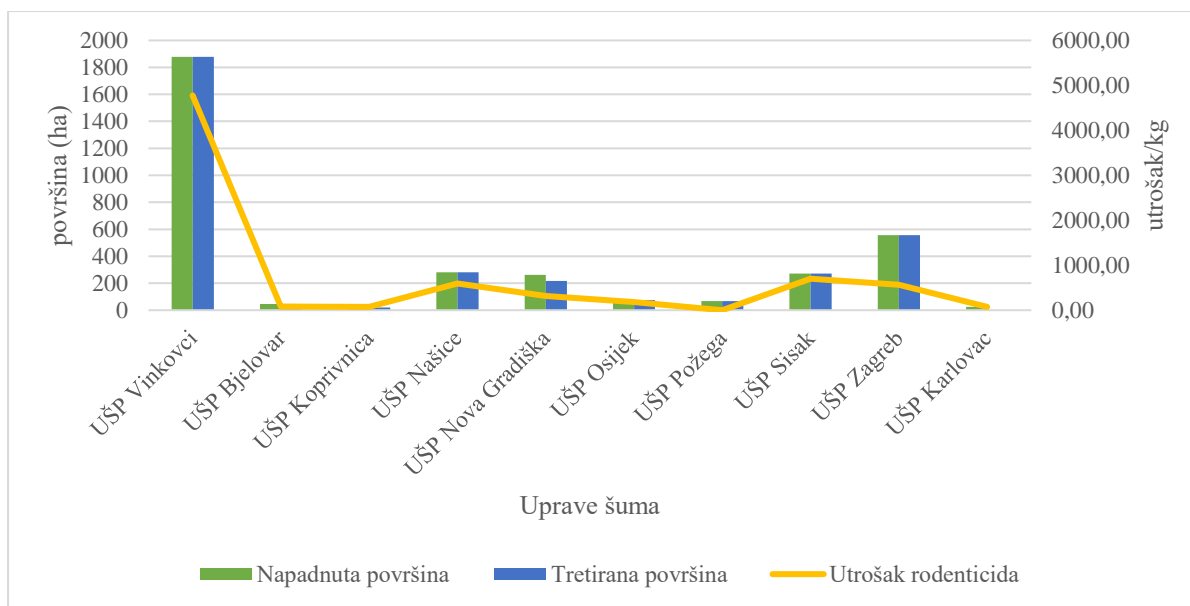
Na grafovima od rednog broja 4 do 11 u nastavku su prikazani godišnji podaci napadnutih i tretiranih površina i utrošak rodenticida te udjeli napadnutih površina u ukupnoj količini napadnutih površina prema Upravama šuma u razdoblju od 2017. do 2021. godine.



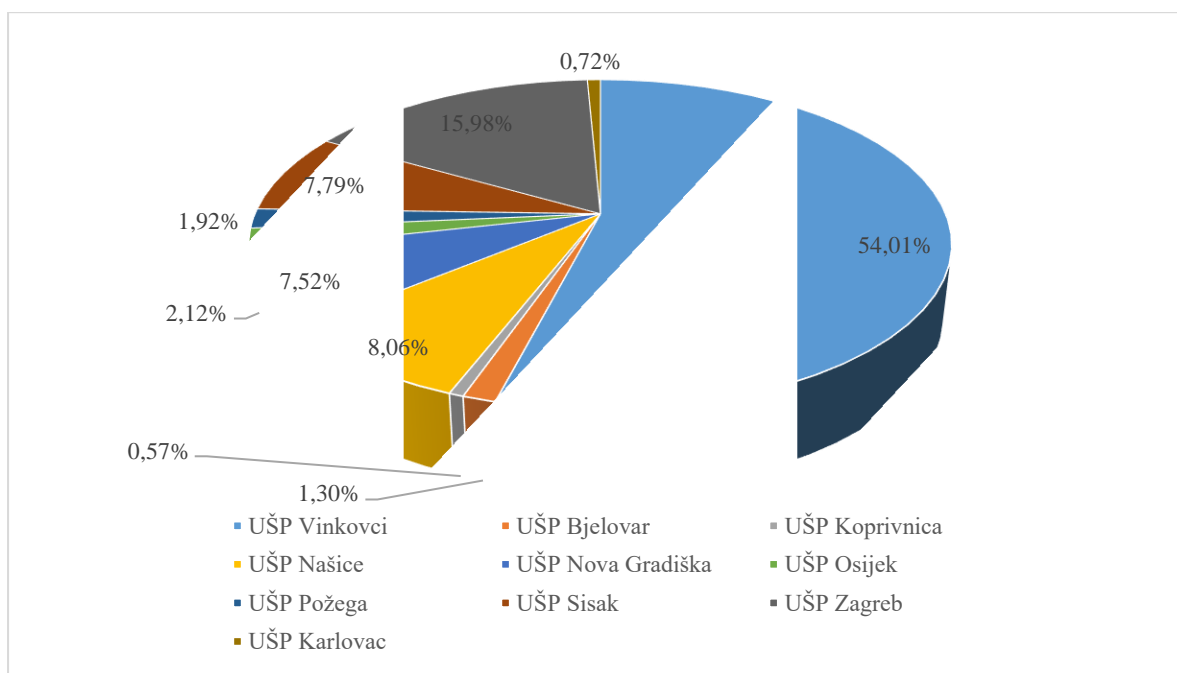
Graf 4. Veličina napadnutih i tretiranih površina te utrošak rodenticida prema Upravama šuma za 2017/2018. godinu



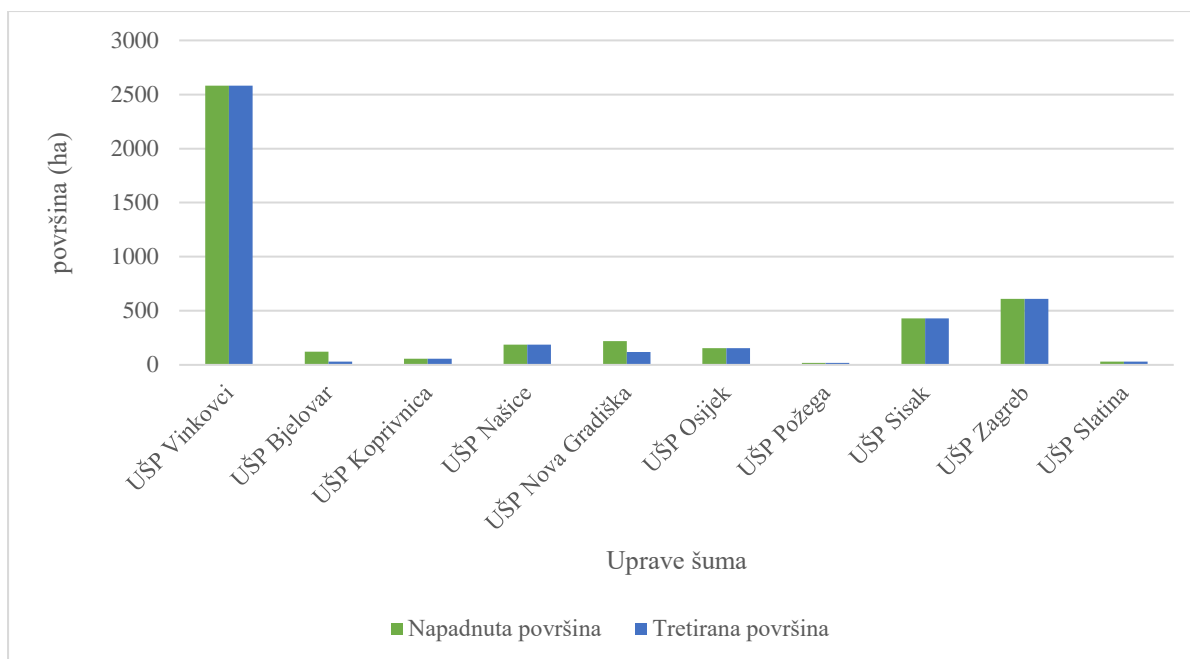
Graf 5. Udjeli napadnutih površina u ukupnoj količini napadnutih površina u 2017/2018. godini prema Upravama šuma



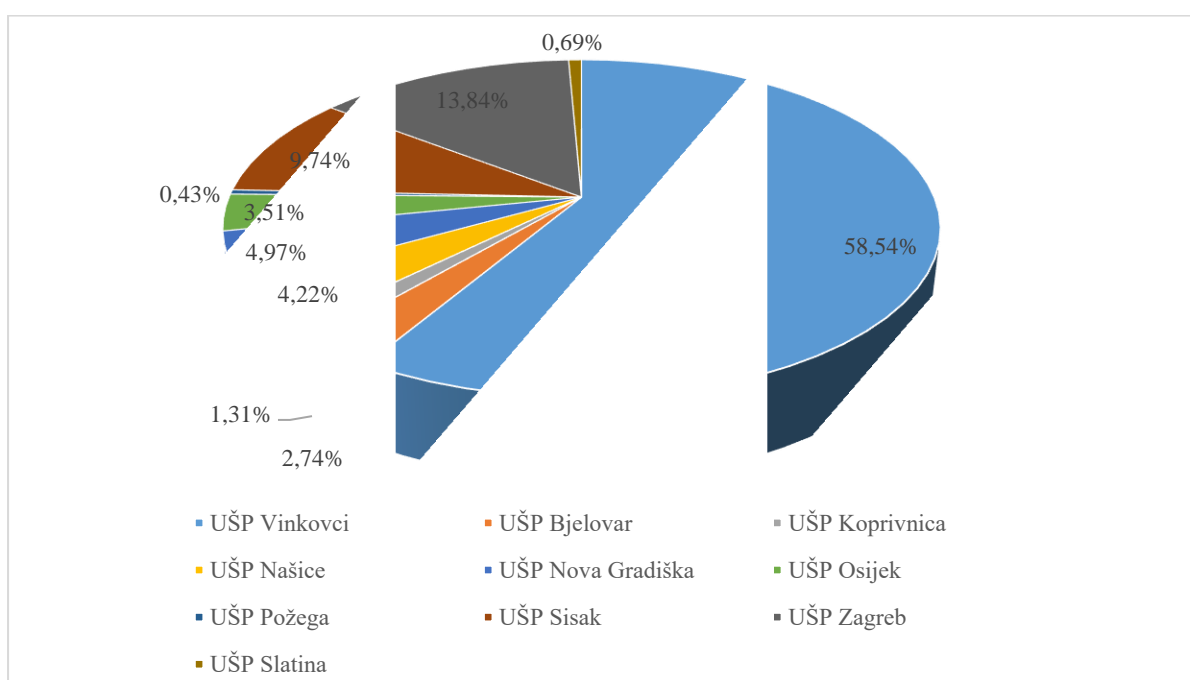
Graf 6. Veličina napadnutih i tretiranih površina te utrošak rodenticida prema Upravama šuma za 2018/2019. godinu



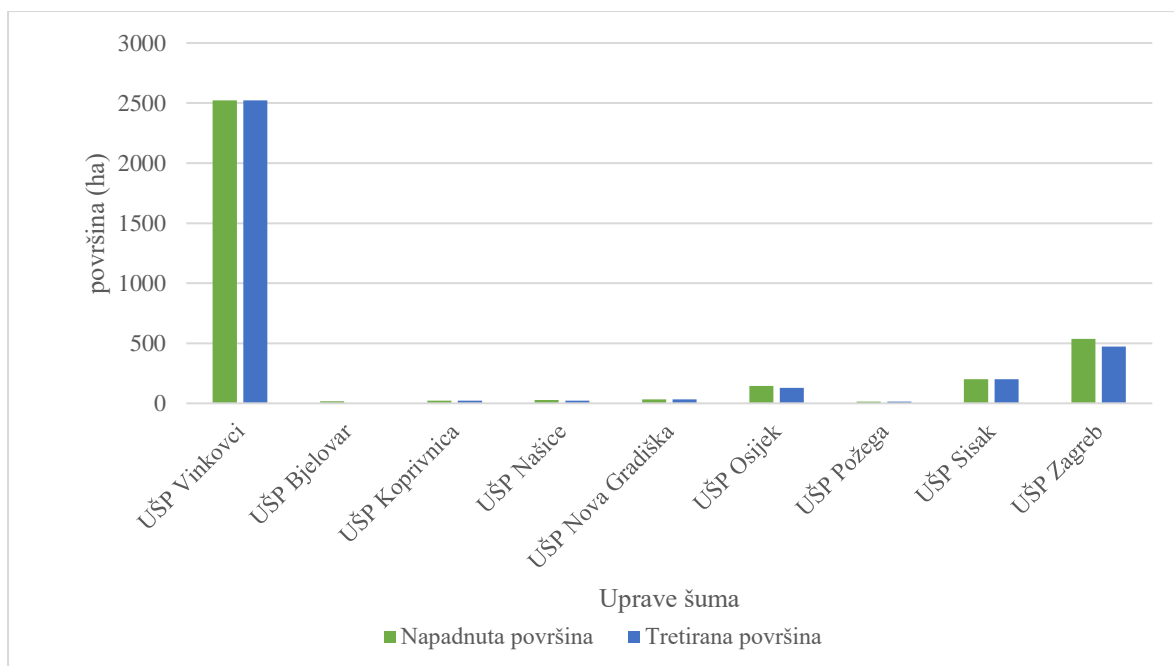
Graf 7. Udjeli napadnutih površina u ukupnoj količini napadnutih površina u 2018/2019. godini prema Upravama šuma



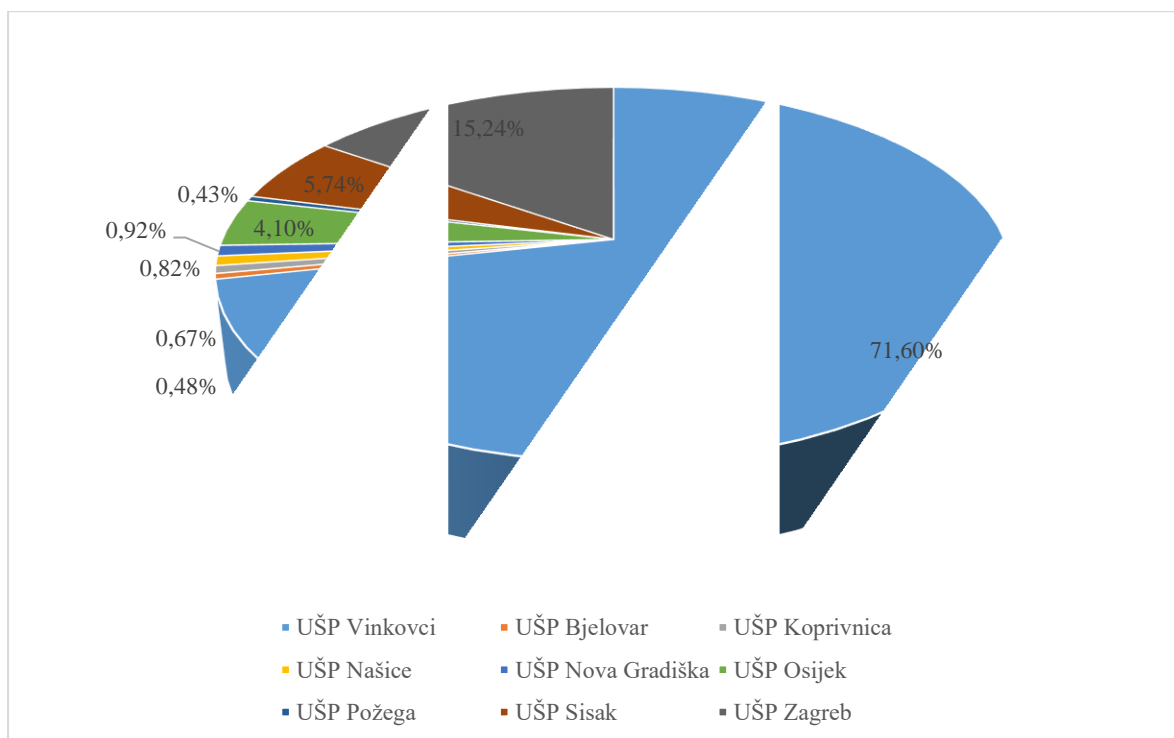
Graf 8. Veličina napadnutih i tretiranih površina prema Upravama šuma za 2019/2020. godinu



Graf 9. Udjeli napadnutih površina u ukupnoj količini napadnutih površina u 2019/2020. godini prema Upravama šuma

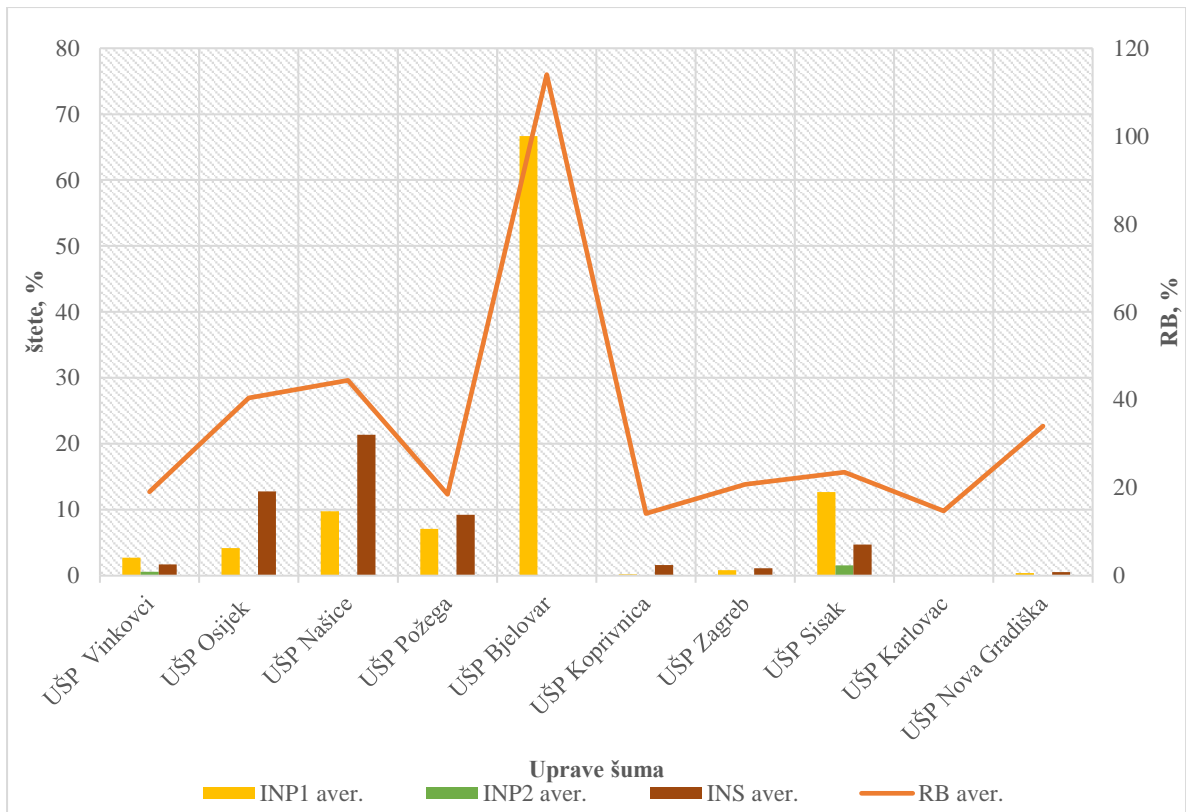


Graf 10. Veličina napadnutih i tretiranih površina prema Upravama šuma za 2020/2021. godinu

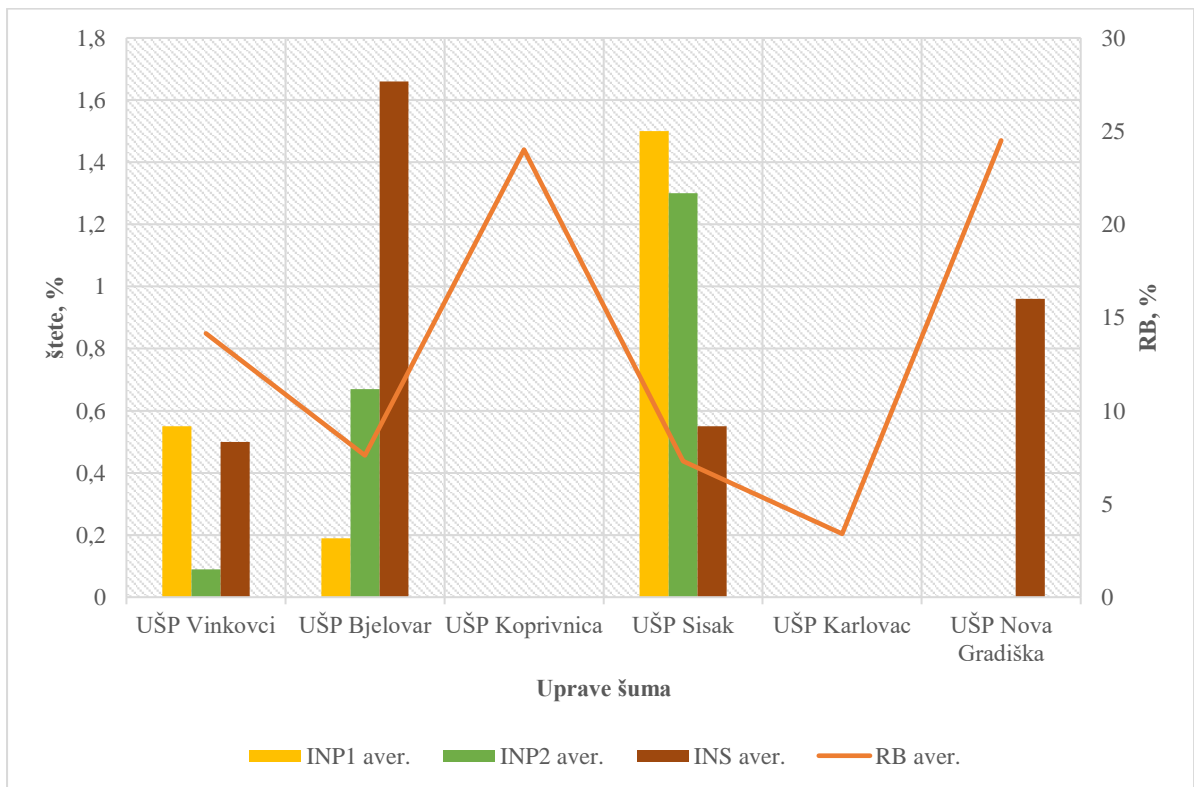


Graf 11. Udjeli napadnutih površina u ukupnoj količini napadnutih površina u 2020/2021. godini prema Upravama šuma

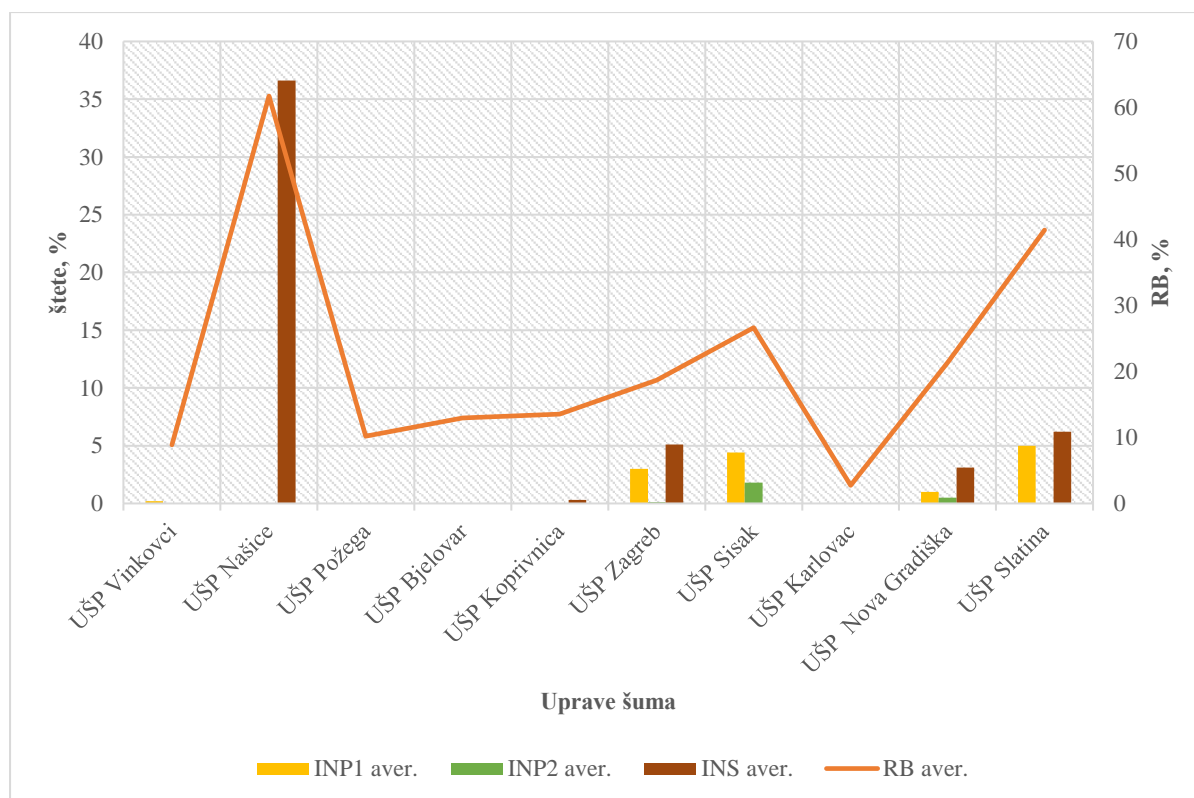
Na grafovima od rednog broja 12 do 16 su prikazani parametri: prosječna relativna brojnost populacije (RB aver.), prosječni intenzitet štete na pomlatku - grizotine (INP1 aver.), prosječni intenzitet štete na korijenu pomlatka (INP2 aver.) i prosječni intenzitet štete na sjemenu (INS aver.). Podaci su prikazani prema godinama (2017. - 2021.) i prema Upravama šuma.



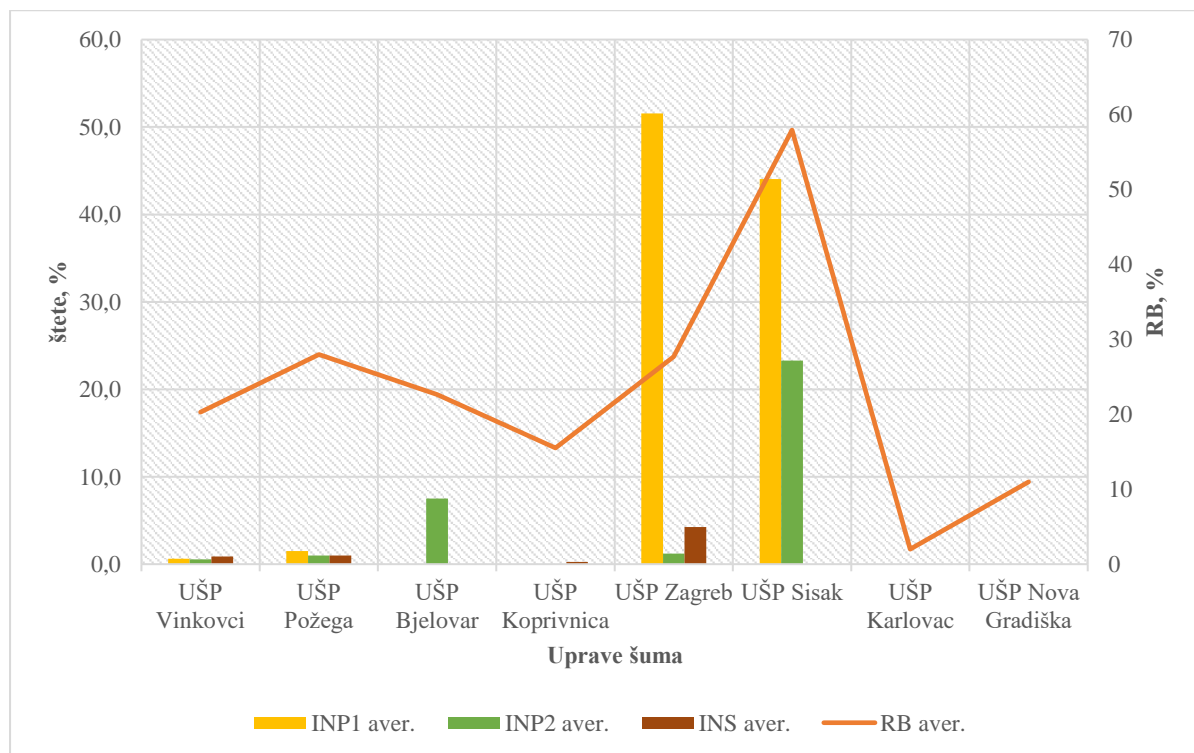
Graf 12. Relativna brojnost i utvrđene štete na pomlatku i korijenu pomlatka prema Upravama šuma u 2017. godini (* NAPOMENA: pri RB od 114% zabilježenoj u UŠP Bjelovar, za pretpostaviti je da se radi o pogrešci pri unosu podataka u bazu „štetnici.hr“)



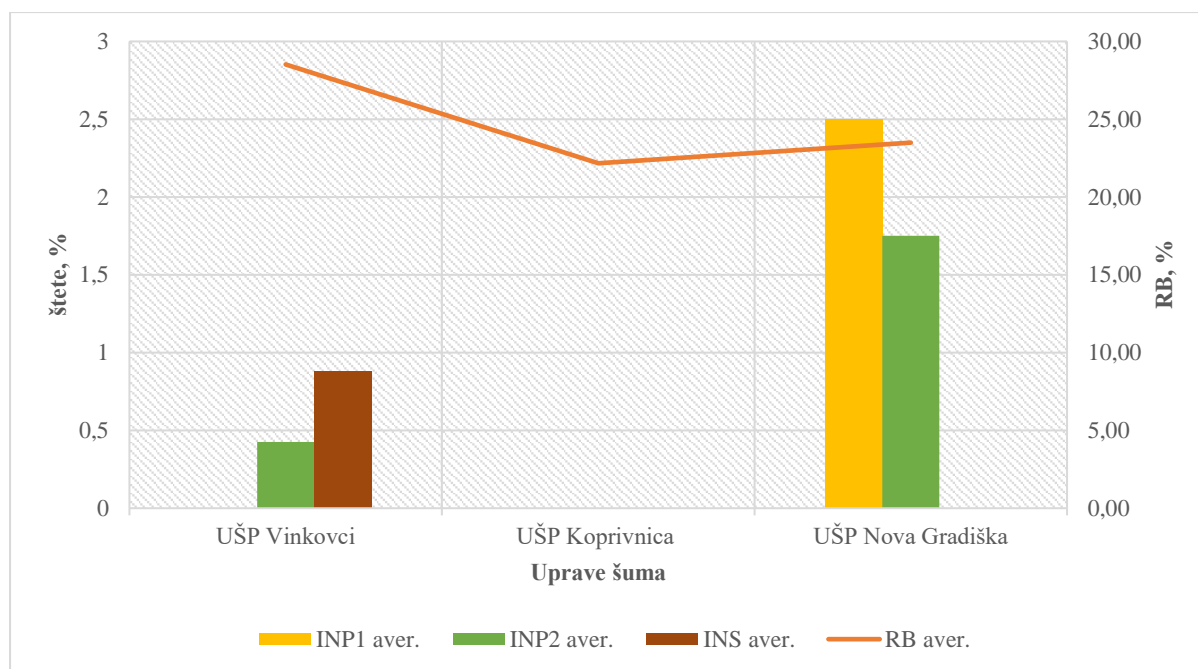
Graf 13. Relativna brojnost i utvrđene štete na pomlatku i korijenu pomlatka prema Upravama šuma u 2018. godini



Graf 14. Relativna brojnost i utvrđene štete na pomlatku i korijenu prema Upravama šuma u 2019. godini



Graf 15. Relativna brojnost i utvrđene štete na pomlatku i korijenu prema Upravama šuma u 2020. godini

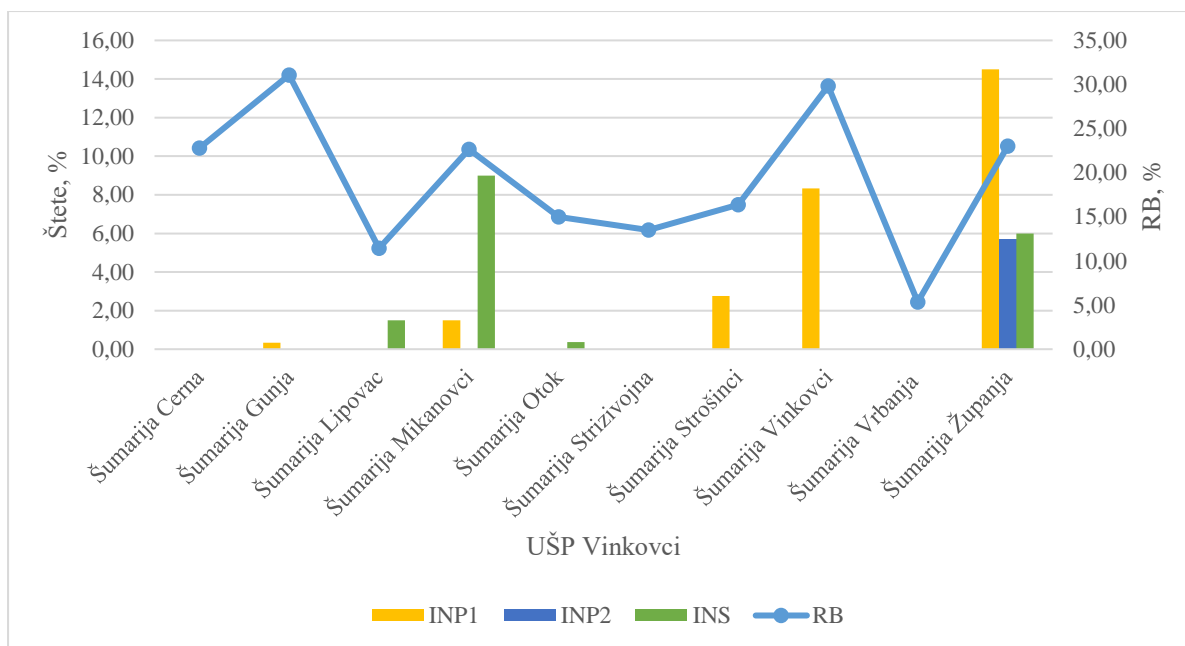


Graf 16. Relativna brojnost i utvrđene štete na pomlatku i korijenu prema Upravama šuma u 2021. godini

Prema dobivenim podacima 5 najkritičnijih Uprava šuma u RH od napada glodavaca su: UŠP Vinkovci sa udjelom napadnutih površina od 49,02%, UŠP Zagreb 25,68%, UŠP Sisak 7,34%, UŠP Našice 5,21% i UŠP Nova Gradiška 4,15%. U nastavku je prikazana detaljnija analiza podataka za predhodno navedene najkritičnije Uprave šuma.

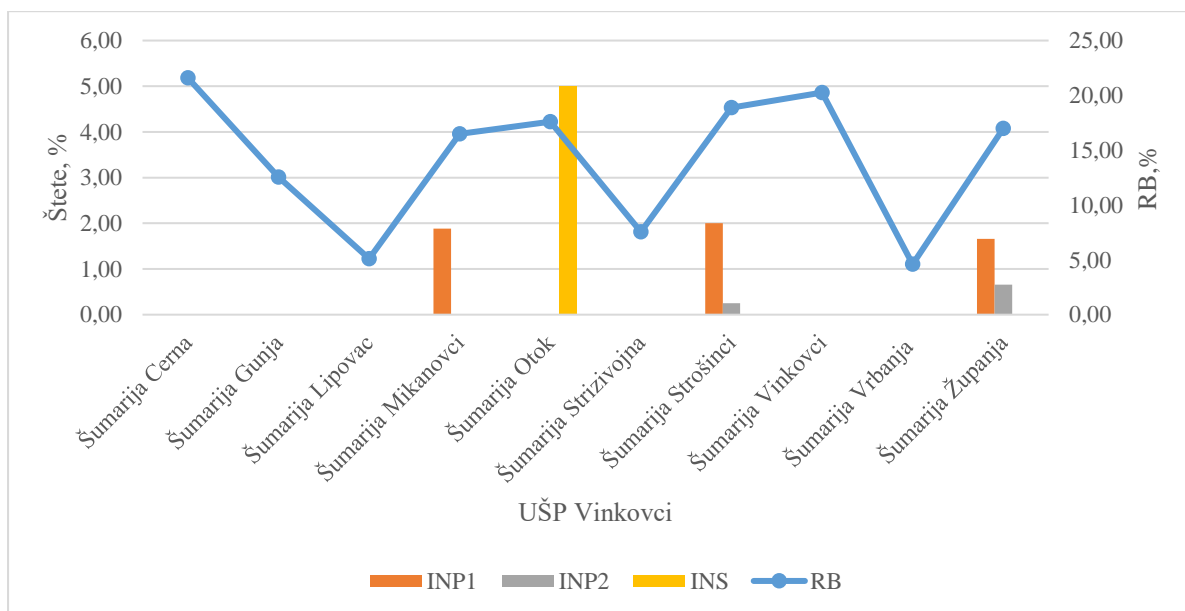
Monitoring sitnih glodavaca na području Uprave šuma Vinkovci u ovom petogodišnjem periodu provodi se u 10 šumarija koje su: šumarija Cerna, Gunja, Lipovac, Mikanovac, Otok, Strizivojna, Strošinci, Vinkovci, Vrbanja, Županja.

U 2017. godini monitoring je obuhvatio ukupno 44 odsjeka, prosječno po 4,4 odsjeka unutar pojedine šumarije. Ukupno ulovljenih glodavaca bilo je 865 od toga je 759 miševa (87,74%), 101 voluharica (11,67%) te je 5 jedinki ostalo nedeterminirano.



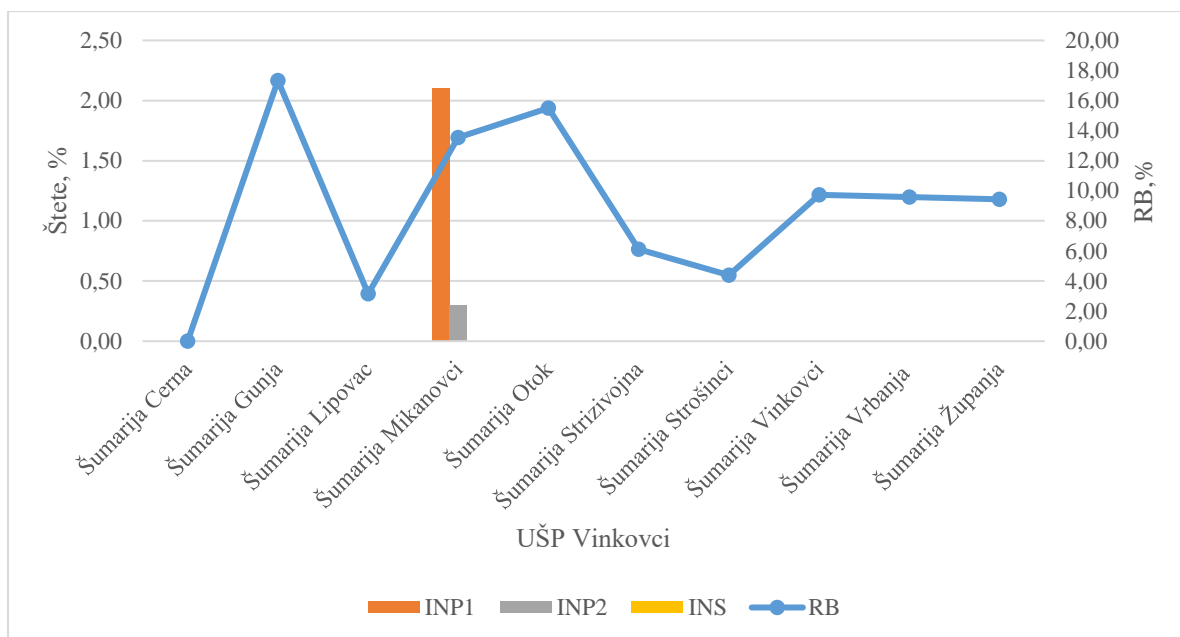
Graf 17. Relativna brojnost i količina štete na pomlatku i sjemenu u UŠP Vinkovci 2017. godine

U 2018. godini monitoring je obuhvatio ukupno 80 odsjeka, prosječno po 8 odsjeka unutar pojedine šumarije. Ukupno ulovljenih glodavaca bilo je 1085 od toga je 938 miševa (86,45%), 146 voluharica (13,45%) te je 1 jedinka nedeterminirana.



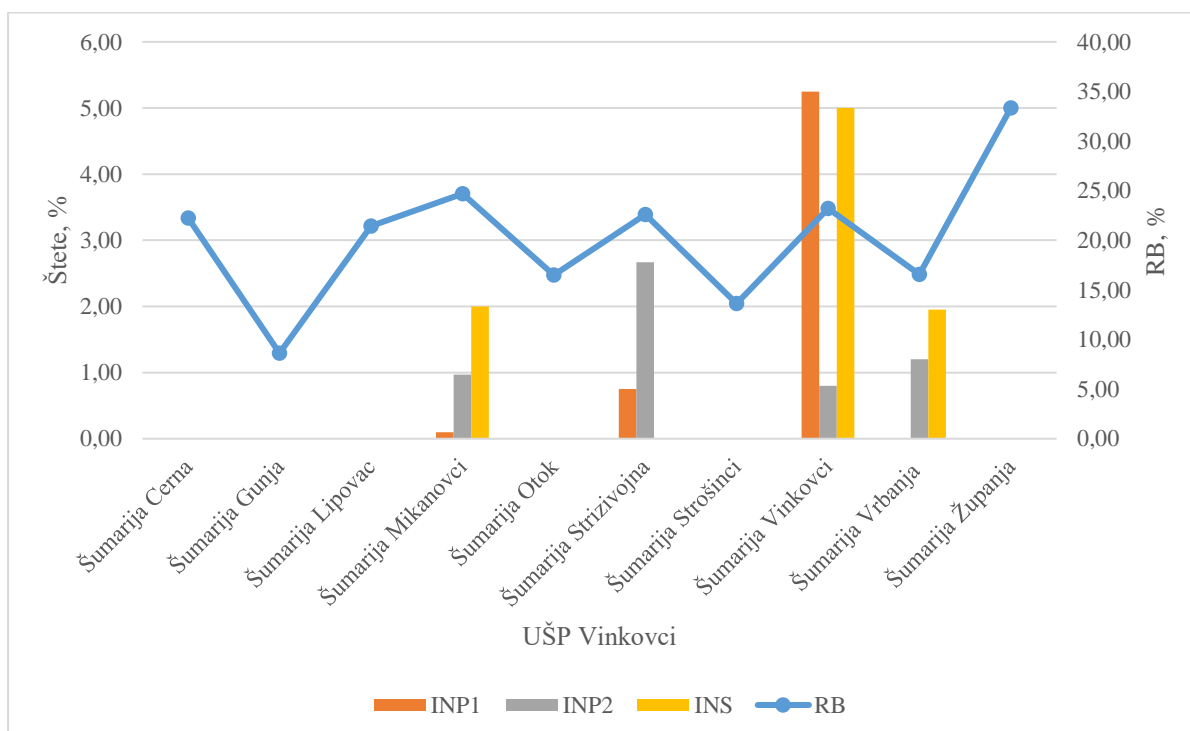
Graf 18. Relativna brojnost i količina štete na pomlatku i sjemenu u UŠP Vinkovci 2018. godine

U 2019. godini monitoring je obuhvatio ukupno 97 odsjeka, prosječno po 9,7 odsjeka unutar pojedine šumarije. Ukupno ulovljenih glodavaca bilo je 910 od toga je 832 miševa (91,43%), 73 voluharica (8,02%) te je 5 jedinki nedeterminirano.



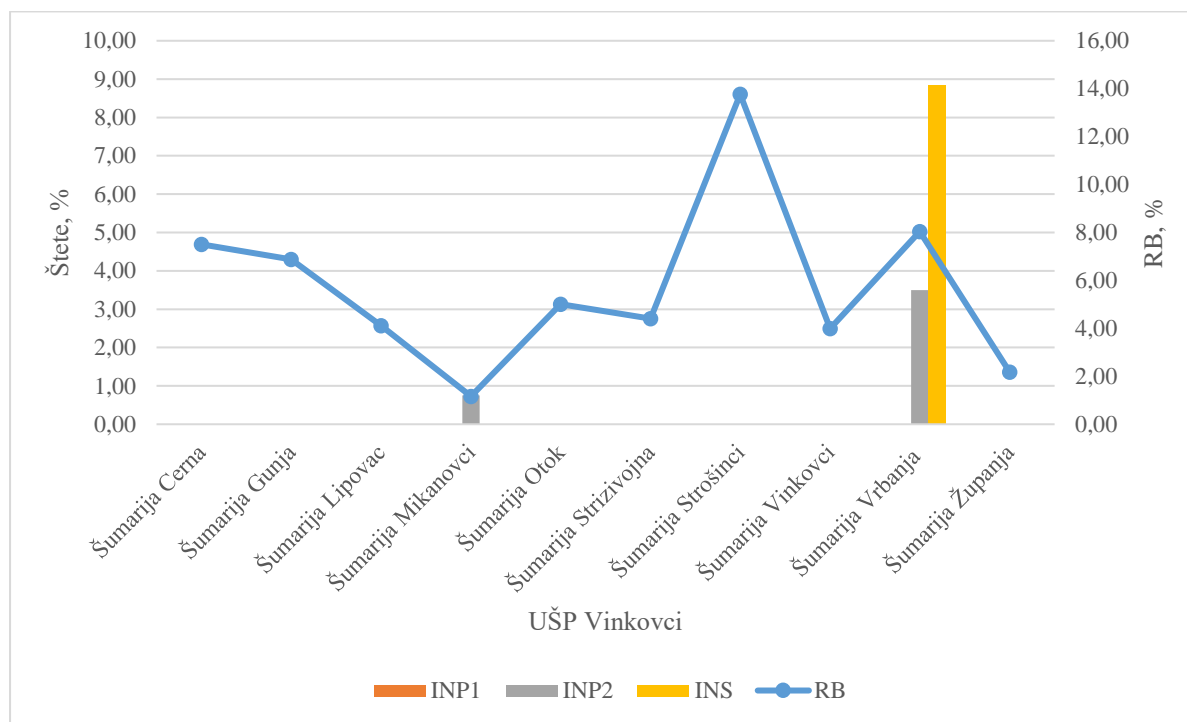
Graf 19. Relativna brojnost i količina štete na pomlatku i sjemenu u UŠP Vinkovci 2019. godine

U 2020. godini monitoring je napravljen na ukupno 191 odsjeka, prosječno po 19,1 odsjeka unutar pojedine šumarije. Ukupno ulovljenih glodavaca bilo je 3981 od toga je 3589 miševa (90,15%), 392 voluharica (9,85%) te ni jedna jedinka nije ne determinirana.



Graf 20. Relativna brojnost i količina štete na pomlatku i sjemenu u UŠP Vinkovci 2020. godine

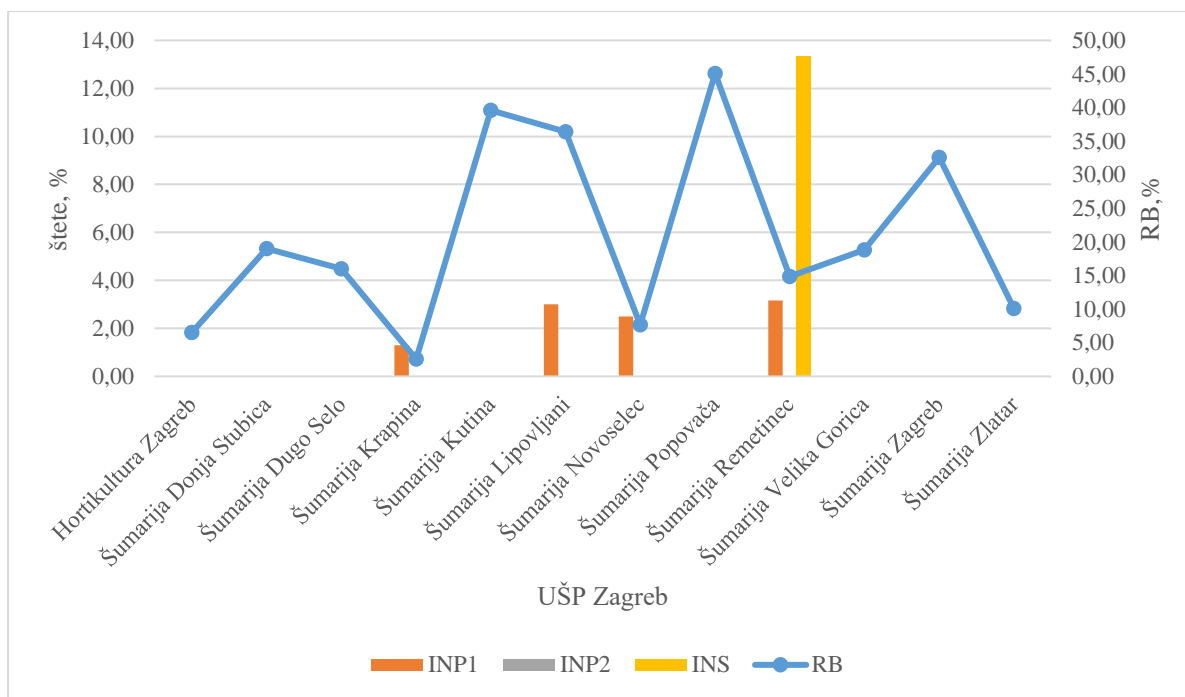
U 2021. godini monitoring je napravljen na ukupno 124 odsjeka, prosječno po 12,4 odsjeka unutar pojedine šumarije. Ukupno ulovljenih glodavaca bilo je 736 od toga je 601 miševa (91,65%), 135 voluharica (18,34%) te ni jedna jedinka nije ne determinirana.



Graf 21. Relativna brojnost i količina štete na pomlatku i sjemenu u UŠP Vinkovci 2021. godine

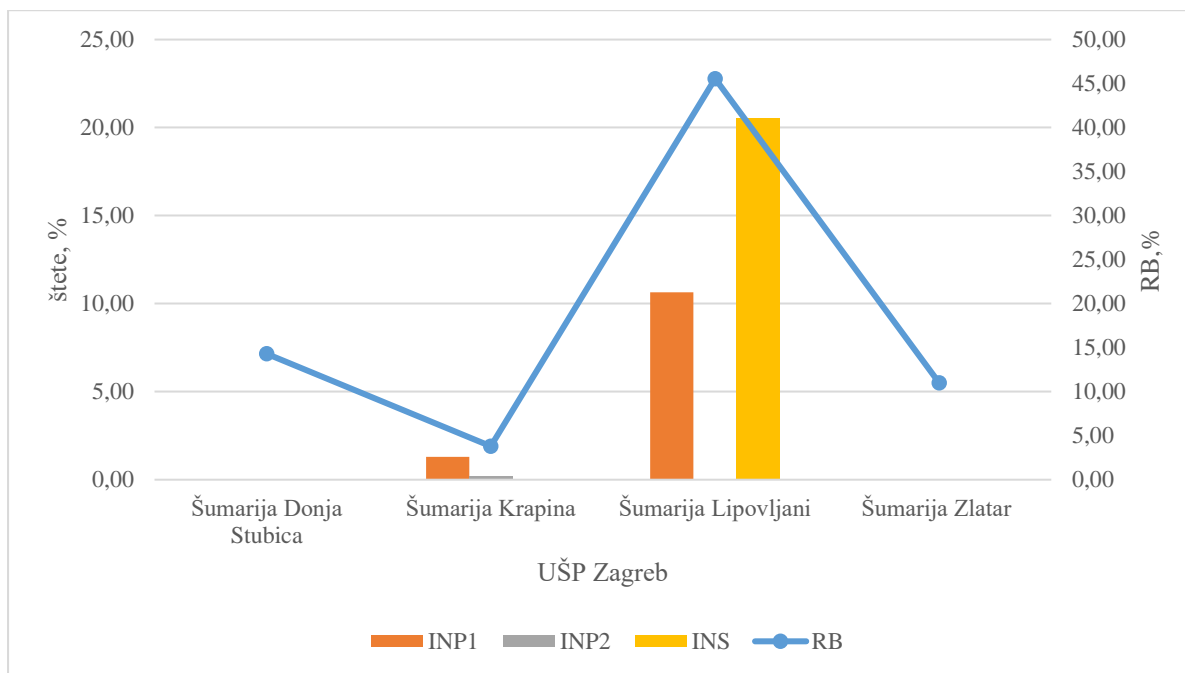
Druga najugroženija Uprava šuma prema udjelu u ukupnoj napadnutoj površini je UŠP Zagreb sa 25,68%.

Monitoring sitnih glodavaca na području Uprave šuma Zagreb 2017. godine provodi se u 12 šumarija (Hortikultura Zagreb, Šumarija: Donja Stubica, Dugo Selo, Krapina, Kutina, Lipovljani, Novoselec, Popovača, Remetinec, Velika Gorica, Zagreb, Zlatar). Monitoring je obavljen u 52 odjeska, prosječno po 4,3 odsjeka unutar pojedine šumarije. Ukupno ulovljenih glodavaca je bilo 723 od toga je 633 miševa (87,55%), 80 voluharica (11,07%), te 10 jedinki nije determinirano.



Graf 22. Relativna brojnost i količina štete na pomlatku i sjemenu u UŠP Zagreb 2017. godine
 Za 2018. godinu nema dostupnih podataka ili nije proveden izlov sitnih glodavaca u UŠP Zagreb.

U 2019. godini na području UŠP Zagreb monitoring je izvršen u 4 šumarija: Donja Stubica, Krapina, Lipovaljani i Zlatar. Izlov je vršen u 21 odsjeku, prosječno 5,25 odsjeka po šumariji. Izlovljeno je ukupno 161 jedinke od toga su 128 miševi (79,50%) i 33 voluharice (20,50%).



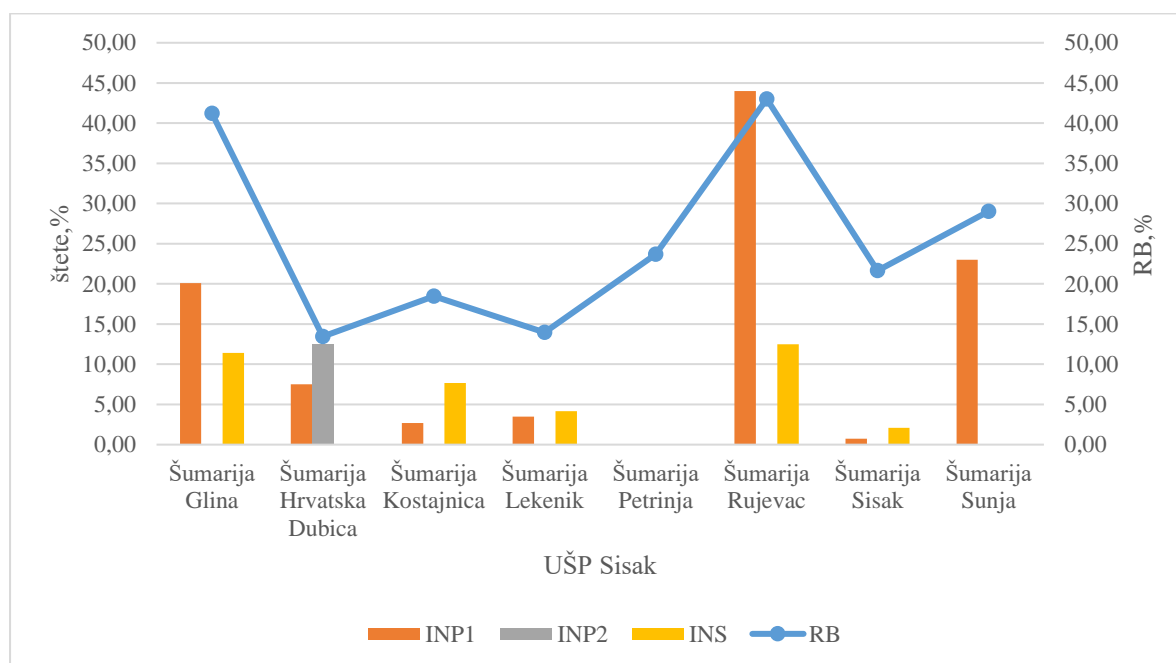
Graf 23. Relativna brojnost i količina štete na pomlatku i sjemenu u UŠP Zagreb 2019. godine

U 2020. godini na području UŠP Zagreb monitoring je obavljen samo u Šumariji Lipovljani u 10 odsjeka gdje je ulovljeno ukupno 252 glodavca, od toga 203 su miševi (80,56%), 26 su voluharice (10,32%), a 23 vrste nisu determinirane. Relativna brojnost je 27,66%, štete na pomlatku; INP1 iznosi 51,57%, INP2 1,22% ,a šteta na sjemenu je (INS) 4,23%.

Za 2021. godinu nema dostupnih podataka ili nije proveden izlov sitnih glodavaca u UŠP Zagreb.

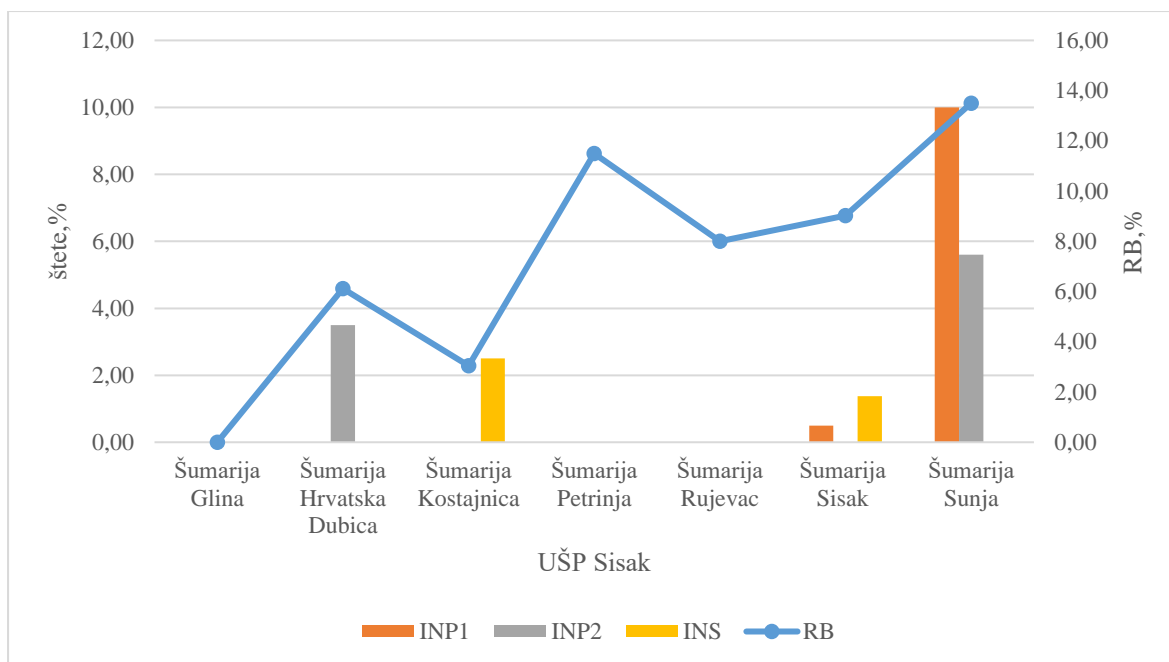
Prema dobivenim podacima, treća najugroženija Uprava šuma je UŠP Sisak sa udjelom od 7,34% u ukupnoj količini napadnutih površina.

2017. godine monitoring je proveden u 8 šumarija (Šumarija: Glina, Hrvatska Dubica, Kostajnica, Lekenik, Petrinja, Rujevac, Sisak i Sunja). Izlov je obavljen u 25 odsjeka, prosječno 3,12 odsjeka po šumariji. Ukupno je ulovljeno 594 jedinke od toga su 387 miševi (65,15%), 152 voluharice (25,59%) te 55 jedinki nije determinirano.



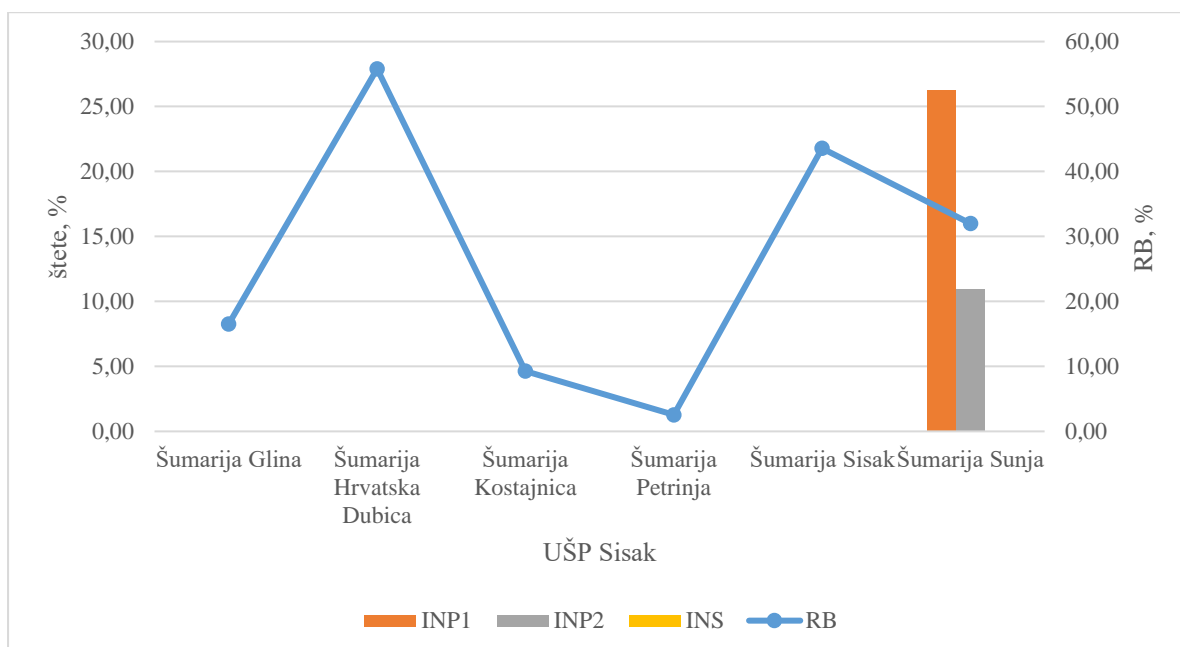
Graf 24. Relativna brojnost i količina štete na pomlatku i sjemenu u UŠP Sisak 2017. godine

Monitoring 2018. u UŠP Sisak se provodio u 7 šumarija: Glina, Hrvatska Dubica, Kostajnica, Petrinja, Rujevac, Sisak i Sunja u 35 odsjeka, prosječno 5 odsjeka po šumariji. Ukupno je ulovljeno 146 jedinke od toga su 96 miševi (65,75%), 49 voluharice (33,56%) te je jedna jedinka nedeterminirana.



Graf 25. Relativna brojnost i količina štete na pomlatku i sjemenu u UŠP Sisak 2018. godine

Monitoring 2019. u UŠP Sisak se provodio u 6 šumarija: Glina, Hrvatska Dubica, Kostajnica, Petrinja, Sisak i Sunja u 15 odsjeka, prosječno 2,5 odsjeka po šumariji. Ukupno je ulovljeno 361 jedinke od toga su 185 miševi (51,25%), 94 voluharice (26,04%) te su 82 (22,71%) jedinke nedeterminirana.



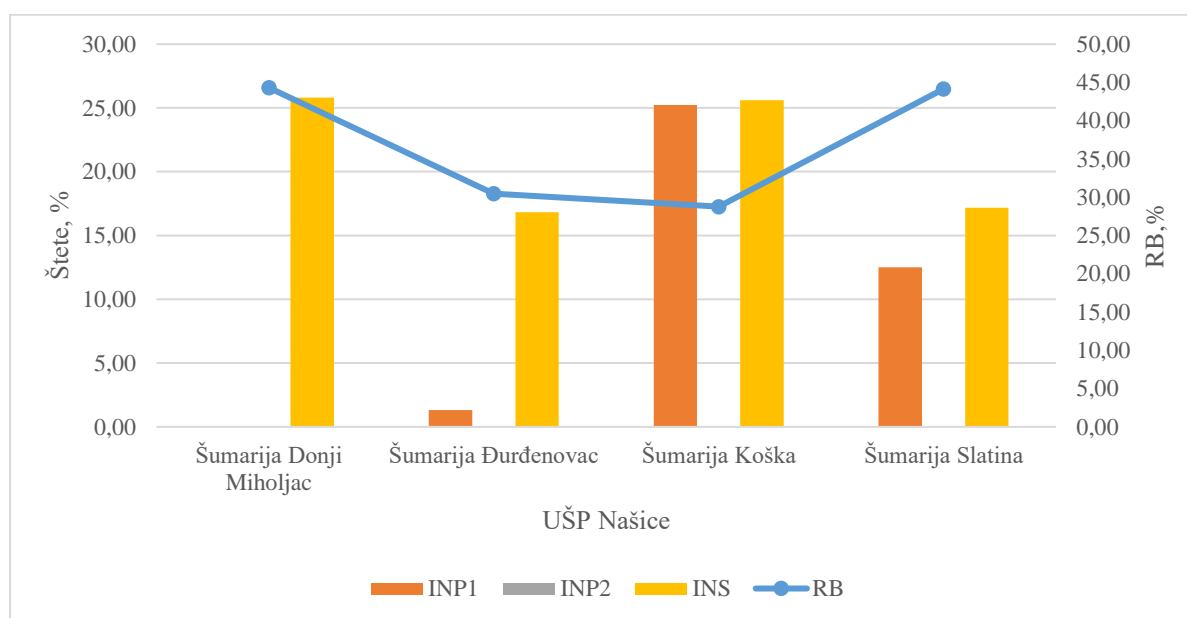
Graf 26. Relativna brojnost i količina štete na pomlatku i sjemenu u UŠP Sisak 2019. godine

2020. godine u UŠP Sisak monitoring je proveden samo u Šumariji Sunja u 4 odsjeka. Ulovljeno je 168 jedinki od toga su 79 miševi (47.02%), 28 voluharice (16.67%) te je 61 jedinki (36,31%) nedeterminirano.

Za 2021. godinu nema dostupnih podataka ili nije proveden izlov sitnih glodavaca u UŠP Sisak.

Četvrta najugroženija Uprava šuma prema udjelu u ukupnoj napadnutoj površini je UŠP Našice sa 5,21%.

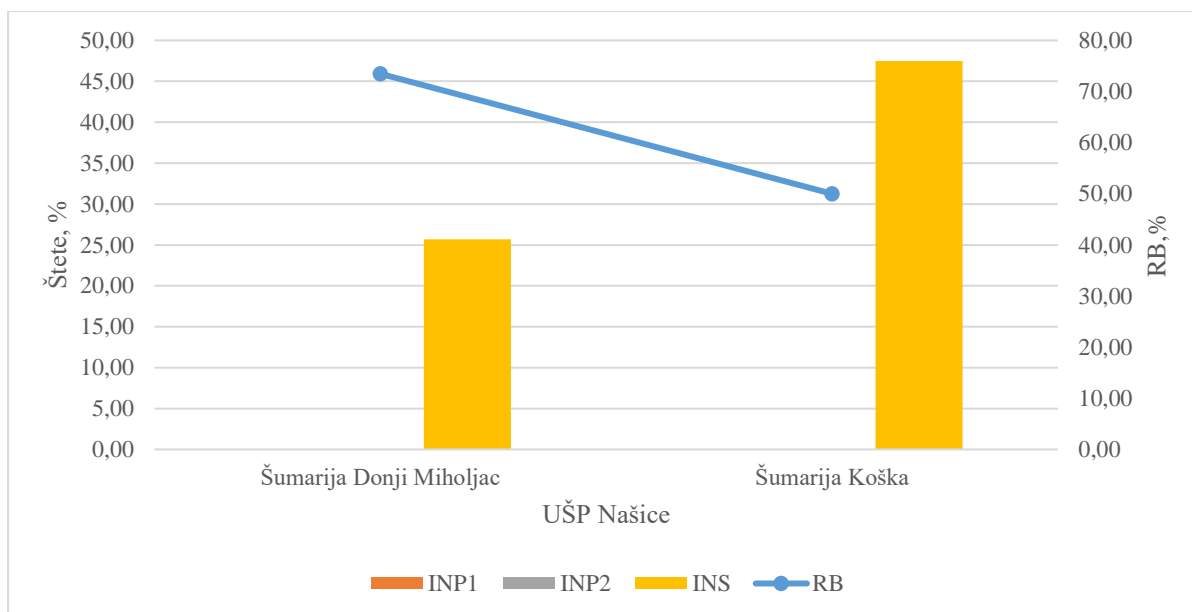
Monitoring sitnih glodavaca na području Uprave šuma Našice 2017. godine provodi se u 4 šumarije (Šumarija: Donji Miholjac, Đurđenovac, Koška i Slatina). Monitoring je obavljen u 16 odsjeka, prosječno po 4 odsjeka unutar pojedine šumarije. Ukupno ulovljenih glodavaca je bilo 660 od toga je 574 miševa (86,97%), 80 voluharica (12,12%), te 6 jedinki nije determinirano.



Graf 27. Relativna brojnost i količina štete na pomlatku i sjemenu u UŠP Našice 2017. godine

Za 2018. godinu nema dostupnih podataka ili nije proveden izlov sitnih glodavaca u UŠP Našice.

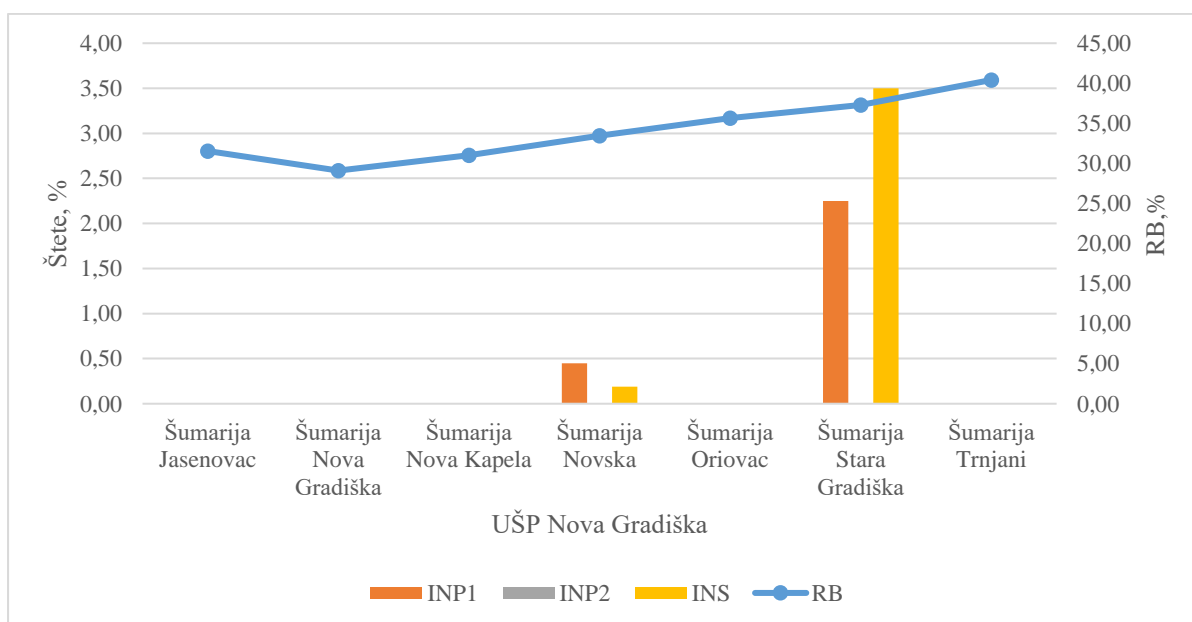
Monitoring sitnih glodavaca na području Uprave šuma Našice 2019. godine provodi se u Šumariji Donji Miholjac i Šumariji Koška. Monitoring je obavljen u 3 odsjeka, prosječno po 1.5 odsjeka unutar pojedine šumarije. Ukupno ulovljenih glodavaca je bilo 82 i to su sve bili miševi.



Graf 28. Relativna brojnost i količina štete na pomlatku i sjemenu u UŠP Našice 2019. godine
 Za 2020. i 2021. godinu nema dostupnih podataka ili nije proveden izlov sitnih glodavaca u UŠP Našice.

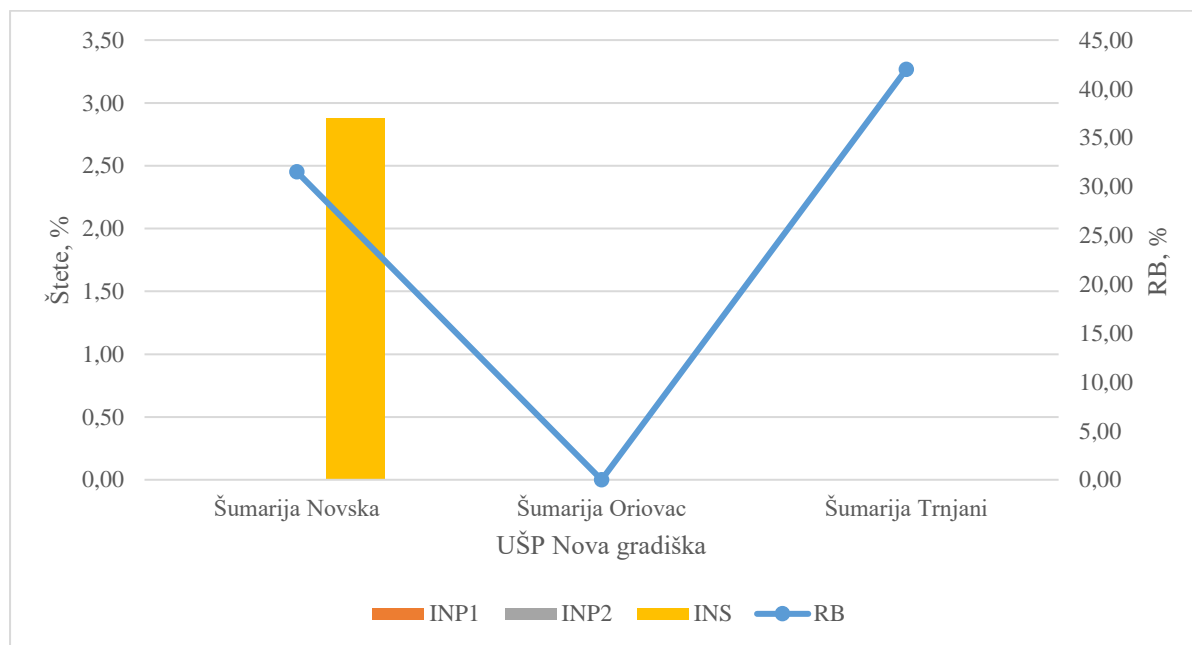
Prema podacima iz IPP-a peta najugroženija Uprava šuma podružnica prema udjelu u ukupnoj napadnutoj površini je UŠP Nova Gradiška sa 4,15%.

Monitoring sitnih glodavaca na području UŠP Nova Gradiška 2017. godine provodi se u 7 šumarija (Šumarija: Jasenovac, Nova Gradiška, Nova Kapela, Novska, Oriovac, Stara Gradiška, Trnjani). Monitoring je obavljen u 26 odsjeka, prosječno po 3,71 odsjeka unutar pojedine šumarije. Ukupno ulovljenih glodavaca je bilo 869 od toga je 731 miševa (84,12%), 135 voluharica (15,53%), te 3 jedinki nije determinirano.



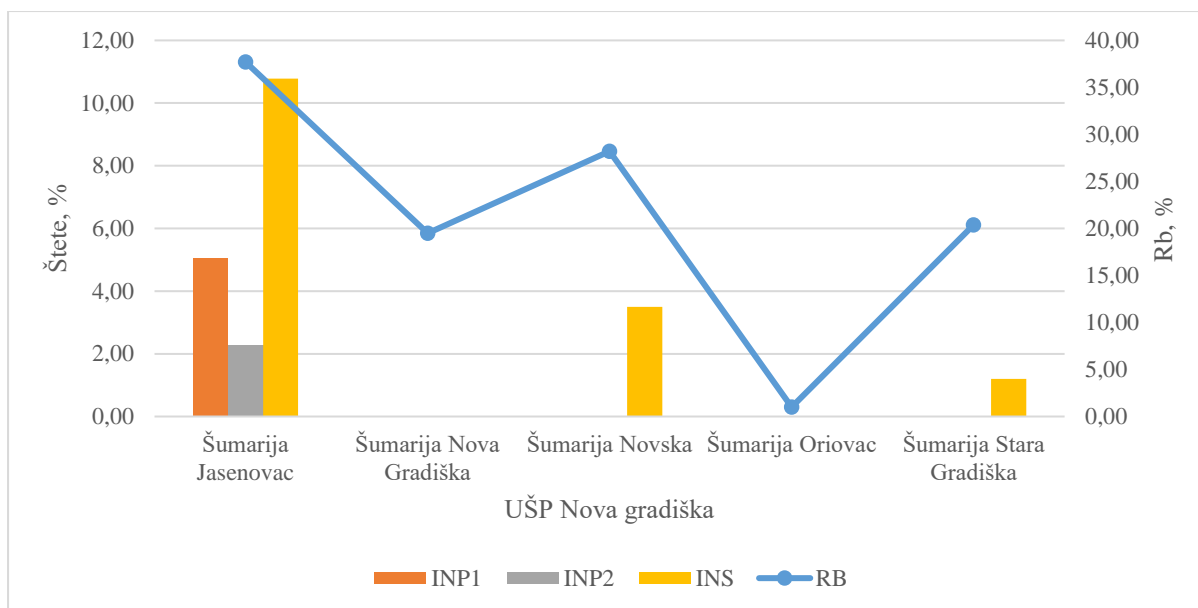
Graf 29. Relativna brojnost i količina štete na pomlatku i sjemenu u UŠP Nova Gradiška 2017. godine

Monitoring sitnih glodavaca na području UŠP Nova Gradiška 2018. godine provodi se u 3 šumarije (Šumarija: Novska, Oriovac i Trnjani). Monitoring je obavljen u 11 odsjeka, prosječno po 3,7 odsjeka unutar pojedine šumarije. Ukupno ulovljenih glodavaca je bilo 168 od toga je 155 miševa (92,26%) i 13 voluharica (7,73%).



Graf 30. Relativna brojnost i količina štete na pomlatku i sjemenu u UŠP Nova Gradiška 2018. godine

Monitoring sitnih glodavaca na području UŠP Nova Gradiška 2019. godine provodi se u 5 šumarija (Šumarija: Jasenovac, Nova Gradiška, Novska, Oriovac, Stara Gradiška). Monitoring je obavljen u 32 odsjeka, prosječno po 6,4 odsjeka unutar pojedine šumarije. Ukupno ulovljenih glodavaca je bilo 804 od toga je 603 miševa (75%) i 201 voluharica (25%).



Graf 31. Relativna brojnost i količina štete na pomlatku i sjemenu u UŠP Nova Gradiška 2019. godine

Monitoring sitnih glodavaca na području UŠP Nova Gradiška 2020. godine provodi se u 2 šumarije; Nova Gradiška i Oriovac. Monitoring je obavljen u 7 odsjeka. Ukupno ulovljenih glodavaca je bilo 78 od toga je 65 miševa (83,33%) i 13 voluharica (16,67%). U Šumariji Nova Gradiška ulov je vršen u 4 odsjeka sa relativnom brojnošću od 12,31% dok štete na pomlatku i sjemenu nisu zabilježene. U Šumariji Oriovac monitoring je napravljen u 3 odsjeka sa relativnom brojnošću 9,67%, a štete na pomlatku i sjemenu također nisu zabilježene.

U 2021. godini monitoring na području UŠP Nova Gradiška proveo se samo u Šumariji Nova Gradiška na 2 odsjeka. Ulovljena su 47 glodavca od kojih su 37 miševi (78,72%), a 10 su voluharice (21,28%). RB bila je 23,50%, INP1 2,50%, INP2 1.75% dok štete na sjemenu nisu zabilježene.

6. RASPRAVA I ZAKLJUČAK

Jedan od glavnih zadataka šumarske struke je održavanje stabilnosti strukture šume, odnosno prirodne obnove, potrajnosti i biološke raznolikosti u šumskim ekosustavima. Sitni glodavci nezaobilazna su komponenta šumskih ekosustava, plantaža, kultura te poljoprivrednih površina gdje periodično čine štete različitog intenziteta, koje dominantno ovise o njihovoj brojnosti, vrsti i dostupnosti hrane, brojnosti predatora i drugih čimbenika. U godinama masovne pojave glodavci mogu biti uzrokom značajnog otežanja prirodne obnove šumskih vrsta drveća, ponajprije hrasta lužnjaka; u to u pogledu štete koje čine na sjemenu, stabljici i korijenju mladih biljaka. Iako se štete na šumskom sjemenu u pravilu pripisuju miševima, odnosno štete na korijenju i stabljici mladih biljaka, voluharicama, rezultati analize višegodišnjega monitoringa sitnih glodavaca provedenih u državnim šumama Hrvatske od strane djelatnika tvrtke Hrvatske šume d.o.o., preispituju naša dosadašnja shvaćanja brojnosti i šteta od glodavaca.

Od 1980. godine do 2017. godine model monitoringa glodavaca u državnim šumama Hrvatske uključivao je evidenciju površina (ha) napadnutih od glodavaca na kojima su uočene štete te površina na kojima je provedeno tretiranje protiv glodavaca, a intenzitet štete je bio procjenjivan. Nedostatak ovog modela je u nedostatku informacije o vrsti štetnika, o njegovoj brojnosti te fazi gradacije u kojoj se štetnik nalazi. S ciljem unaprijeđenja postojećeg sustava monitoringa glodavaca, i to u vidu uključivanja načela integrirane zaštite šuma, od 2017. godine, monitoring uključuje poduzimanje izlova glodavaca (metodom linearnog transekta), odnosno utvrđivanja njihove relativne brojnosti (%) te utvrđivanja stvarnih šteta na korijenu i kori pomlatka te na sjemenu (INP1, INP2, INS). Ovakvo unapređenje sustava rezultat je dvaju istraživačkih projekata (Ekologija i obnova poplavnih šuma Posavine, Ekološko klimatske promjene i problem obnove šuma hrasta lužnjaka u Spačvanskom bazenu) čiji je naručitelj bila tvrtka Hrvatske šume, a izvođači Hrvatski šumarski institut te Fakultet šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu.

U analiziranom razdoblju, od 2017. do 2021. godine, od ukupno 17 UŠP u RH, monitoring se provodi stalno ili povremeno u 11 UŠP. Pet najugozenijih Uprava šuma podružnica bile su; UŠP Vinkovci sa udjelom napadnutih površina od 49,02%, UŠP Zagreb 25,68%, UŠP Sisak 7,34%, UŠP Našice 5,21% i UŠP Nova Gradiška 4,15%.

Usporedimo li naše podatke sa podacima godišnjih izvještaja IPP-a Hrvatskog šumarskog instituta za period od 2002. do 2012. godine, prosječno se u 8 od 16 UŠP vršilo tretiranje sitnih glodavaca. Prema učestalosti tretiranja, UŠP Nova Gradiška prednjači gdje se tijekom 10 od 11 godina vršila redukcija brojnosti, slijede zatim UŠP Osijek i UŠP Koprivnica (9 od 11 godina se vršila redukcija brojnosti), zatim UŠP Vinkovci i UŠP Zagreb (8 od 11 godina vršila se redukcija brojnosti).

U promatranom razdoblju od 2017. do 2021. godine, 2017/2018. godine su zabilježene najviše vrijednosti napadnute površine od 5097,47 ha (30,88%), a veličina tretirane površine je najniža u promatranom razdoblju i iznosi 2 298,52 ha (17,23%) dok slijedeće godine

2018/2019 napadnuta površina iznosila je 3 478.47 ha, a tretirana površina 3 410.66 ha što bi značilo da je tretirana gotovo sva napadnuta površina.

Usporedbom recentnih podataka sa podacima od početka 80-ih godina prošlog stoljeća tj. od vremena početka evidentiranja površina na kojima su bilježene štete od glodavaca, razvidan je trend porasta. Tako je od 1980. do 1990. godine prosječna napadnuta površina iznosila 765,42 ha, od 1991. do 2000. godine 2980,7 ha, od 2001. do 2010. god. 2935,0 ha, od 2011. do 2020. godine iznosila je 4877,54 ha. U razmaku od 40 godina vidimo povećanje napadnute površine više od 6 puta.

U zaštiti šuma od glodavaca, u vremenu za koje se prikazuje analiza monitoringa, od 2017. do 2021. godine koristio se akutni rodenticid na bazi aktivne tvari cink fosfid (Detia Mäuse Giftkörner). Godine 2021., osim rodenticida Detia Mäuse Giftkörner, u UŠP Osijek; u šumariji Valpovo korišten je antikoagulant druge generacije pod nazivom Sorexa cebo (aktivna tvar: difenakum) i u UŠP Koprivnica; u šumariji Kloštar Podravski, rodenticid Arvalin (aktivna tvar: cinkov fosfid). Najviše rodenticida u promatranom razdoblju potrošeno je u UŠP Vinkovci (7 174.03 kg) zatim slijedi UŠP Sisak (1 848 kg) i UŠP Našice (1 105.5 kg). Podaci o utrošku rodenticida za 2019/2020. i 2020/2021. nisu navedeni u godišnjim izvještajima Hrvatskog šumarskog instituta.

U razdoblju od 1980. do 2012. godine prosječne godišnje utrošene količine rodenticida (bez obzira na vrstu rodenticida) iznosile su u istom razdoblju 11.091,3kg odnosno prosječno je godišnje utrošeno 3,2 kg rodenticida po hektaru tretirane površine. U tome su razdoblju od 11 godina zabilježena tri maksimuma po pitanju veličine napadnutih površina od glodavaca (2003.g., 2007.g., 2011.g.), što bi sugeriralo da su prosječno svake 4 godine populacije glodavaca dosezale svoje maksimume. U godinama takvih ekspanzija prosječne su napadnute i tretirane površine iznosile 4652,24 ha odnosno 4540,8ha, a utrošeno je bilo prosječno 17580kg rodenticida godišnje sa prosječno 4,5 kg/ha (Vucelja 2013).

Preduvjet svake prevencije, a samim time i integrirane zaštite, je monitoring populacije potencijalno štetnog organizma; u ovom slučaju sitnih glodavaca. Načela integrirane zaštite podrazumijevaju identifikaciju štetnog organizma, utvrđivanje i praćenje njegove brojnosti, poznavanje kritične brojnosti pri kojoj organizam uzrokuje znatne štete, odabir adekvatne metode zaštite i poduzimanje primarno preventivnih i tek potom, prema potrebi, represivnih metoda zaštite. Preventivne mjere suzbijanja štetočina u šumama RH, čija učinkovitost ne bi smjela izostati te čijoj bi primjeni uvijek trebalo težiti, jesu šumsko- uzgojni radovi (pripreme staništa, odabir odgovarajućih vrsta, odabir odgovarajućih metoda sječa i oplodnih sječa, njega pomatka, uklanjanje nepoželjne vegetacije itd.) te sanitarno-higijenski radovi. Preventivne metode u vidu primjene repelenata (okusni, mirisni, elektromagnetski, zvučni, ultrazvučni itd.) pokazali su također kao učinkoviti prilikom suzbijanja (Vucelja, 2013), međutim na manjim površinama, ali nijedan repelent, zasada, nije našao značajniju praktičnu primjenu u šumarstvu Hrvatske.

Sustavni monitoring glodavaca nevojbeno je zahtjevan posao koji od šumarskih stručnjaka traži savjesnost i dosljednost, a njegovi su rezultati vidljivi kroz informacije o zastupljenosti miševa i voluharica u ukupnoj populaciji glodavaca, o njihovoj relativnoj

brojnosti, o fazi gradacije u kojoj se nalaze (latenca, progradacija, kulminacija, retrogradacija) iz čega je razvidno da monitoring ima za svrhu biti i alatom predviđanja toka gradacije glodavaca u budućem periodu. Evidentiranje štete na sjemenu i pomlaku također pomažu u boljem razumijevanju odnosa brojnosti glodavaca i štete koje nastaju pri toj brojnosti, odnosno razumijevanju kritične brojnosti. Prepoznavanje faze gradacije je bitan preduvjet za prevenciju štete i pravovremenog reagiranja, a provedbom monitoringa također pratimo i provjeravamo učinkovitost poduzetih zaštitarskih radova. Monitoring glodavaca postavlja temelj ekološki i ekonomski odgovornom postupanju u pogledu zaštite šumskih ekosustava od štetnih organizama prema načelima integrirane zaštite te ujedno čini opravdanim zahtjev (prema FSC-u, kao pružatelju certifikata koji jamči da se šumama u Hrvatskoj gospodari prema kriterijima održivoga razvoja) za trajnim izuzećem od zabrane primjene rodenticida.

Od 1980. sredstva koja su korištena kao metoda zaštite od glodavaca jesu: rodenticidi antikoagulatni 1. (Faciron forte) i 2. generacije (Brodilon, Ratox, Baraki), akutni rodenticid cinkfosfid. Od 2002. do 2008. godine koristi se isključivo rodenticide i to antikoagulanata Faciron forte i Brodilon, te od 2008. Do 2011. godine koristio se rodenticid Brodilon, a od jeseni 2012. godine koristi se antikoagulant 2. generacije, komercijalnog naziva Sorex (aktiv. tvar difenakum 0.005%). Hrvatske šume d.o.o. kao nositeljica FSC certifikata, 30.11.2011. obvezala se na prestanak korištenja rodenticida na bazi aktivne tvari bromadiolon, ali zbog nepostojanja adekvatne zamjene u vidu preventivne ili represivne metode suzbijanja, Hrvatske šume d.o.o. 2012. godine su zatražile i dobile odobrenje za korištenje rodenticida na bazi aktivne tvari difenakum; za narednih 5 godina. 09.01.2018. državne šuma su dobile iznimnu dozvolu na primjenu djelatne tvari cink fosfid za smanjenje populacije štetnih glodavaca na period od pet godine, dakle do 09.01.2023. Ono što ostaje jest otvoreno pitanje o mogućnostima zaštite od sitnih glodavaca u periodu nakon isteka derogacije.

Osvrnemo li se detaljnije na pojedinačne godine za analizirano razdoblje, vidljivo je kako je izlov glodavaca u 2017. godini obuhvaćao je 10 Uprava šuma podružnica u 60 šumarija. Na cijelom području ukupno je ulovljeno 4778 jedinke od čega su 3872 (81,04%) miševi i 818 (17,12%) voluharice te je 88 jedinki nedeterminirano (1,84%). Prosječna relativna brojnost kretala se od najnižih vrijednost od 14,14% u UŠP Koprivnica, do najviših 44,42% u UŠP Našice dok u UŠP Bjelovar točnije šumariji Pakrac relativna brojnost je 114% što bi sugeriralo da je ulovljeno više jedinki nego što je bilo postavljenih zamki. To povlači pitanje što se ovdje dogodilo, da li je ulovljeno više jedinki nego što je postavljeno zamki ili se radi o krivom unosu podataka te da li je podatak o INP1 koji iznosi 66,67% također točan.

Izlovi tj. monitoring glodavaca proveden u 2018. godini obuhvatio je 7 Uprava šuma u 35 šumarija te je ulovljeno ukupno 1769 jediniki, od čega 1542 (87,17%) miševa, 225 (12,72%) voluharica i samo dvije jedinke koje nisu determinirane (0,11%). Prosječna relativna brojnost kretala se od 3,4% u UŠP Karlovac do najviše 24,5% u UŠP Nova Gradiška.

Monitoring proveden 2019. godine obuhvatio je 10 Uprava u 41 šumarija gdje je ulovljeno ukupno 1902 jedinki od toga je 1407 (73,97%) miševa, 413 (29,35%) voluharica te su 82 (4,31%) jedinke nedeterminirane. Prosječne vrijednosti relativne brojnosti kretale su se od 2,74% u UŠP Karlovac do 61,73% u UŠP Našice gdje su i zabilježene velike štete na sjemenu u prosječnom iznosu od 36,6%.

2020. godine monitoring obuhvaća 8 Uprava šuma podružnica, a izlov je obavljen u 24 šumarije. Ukupan broj ulovljenih jedinki je bio 4764 od kojih su 4163 (87,38%) miševi, 490 (11,77%) voluharice i 89 (1,87%) jedinki nije determinirano. Prosječne vrijednosti relativne brojnosti su se kretale od najnižih u UŠP Karlovac od 2% do visokih 57,93% u UŠP Sisak. S obzirom na visoku brojnost također su i značajnije štete na kori pomlatka zabilježene u UŠP Zagreb od 51,6% i u UŠP Sisak u vrijednosti od 44,1%.

Monitoring koji je proveden 2021. godine obuhvaća 3 Uprave šuma i 12 šumarija. Broj ulovljenih jedinki je bio 834 od čega su 676 (81,05%) miševi 158 (18,94%) voluharice. Prosječne vrijednosti relativne brojnosti su najviše bile UŠP Vinkovci 28,52%, zatim UŠP Nova Gradiška sa 23,5% i UŠP Koprivnica sa 22,17%.

Tijekom ovog petogodišnjeg razdoblja kretanje populacije miševa bilo u rasponu 73-87% dok je kretanje populacije voluharica između 12- 29%. Prosječna relativna brojnost kretala se od 2% do 61,73%, intenzitet štete na kori pomlatka (INP1) se kretala u rasponu od 0,19% do 12,69%, intenzitet šteta na korijenju pomlatka (INP2) od 0,09% do 1,8%, a štete na sjemenu (INS) su bile su bilježene u rasponima od 0,3% do 36,6%.

Prema navodima Crnkovića (1982) ukoliko je postotak ulovljenih glodavaca ispod 20% suzbijanje nije potrebno. Ako je ulov između 20% i 30% suzbijanje se provodi ovisno o situaciji na terenu, da li postoji potreba za zaštitu mladih biljaka ili sjemena, no ako je ulov iznad 30% suzbijanje je obavezno provesti.

Detaljnija analiza na razini šumarija provedena je za 5 najugroženijih UŠP prema podacima iz IPP-a. Slijedom toga, prema veličini napadnutih površina prva je UŠP Vinkovci. 2017. godine na granici masovne pojave je šumarija Vinkovci sa 29,83% relativne brojnosti dok značajnije štete u toj šumariji nisu zabilježene, u šumariji Županja RB iznosio je 23,03%, a najveća šteta su zabilježene na pomlatku kore (INP1 14,5%). 2020. godine u šumariji Županja relativna brojnost je 33,35%, ali štete nisu bile ili nisu navedene.

U UŠP Zagreb, 2017. godine više šumarija bilježe pojave masovne brojnosti (šumarije: Kutina (39,59% RB), Lipovaljani (36,40% RB), Popovača (45,08% RB), Zagreb (32,58%RB)), iako je u šumariji Remetinec relativna brojnost je 14,88% zabilježene su štete na sjemenu od 13,33%. U 2019. ističe se šumarija Lipovljani sa relativnom brojnošću od 45,56% te šteti na kori pomlatka od 10,64% i na sjemenu 20,51%.

Sljedeća UŠP je Sisak gdje 2017. godine gdje u šumariji Glina imamo 41,21% RB, INP1 je 20,10%, a INS 11,40% te također u Šumariji Rujevica relativna brojnost je 43% INP1 44% dok je INS 12,5%. Predpostavka je da miševi uzrokuju štete na sjemenu dok voluharice na pomlatku. U Šumariji Glina omjer miševa i voluharica je 71:73 u korist voluharica, a 53 vrste nedeterminirano, dok u Šumariji Rujevica omjer je 26:17 u korist miševa, a štete su više od 3 puta veće na pomlatku nego na sjemenu.

Iz podataka o brojnosti miševa i voluharica, tijekom ovog petogodišnjeg razdoblja ulovljeno je ukupno 14 025 glodavaca, miševa je 11 660 (83,14%), voluharica 2 104 (15%) te nedeterminiranih vrsta 261 (1,86%). Postavlja se pitanje metodologije izlova glodavaca (univerzalni mamac kikiriki maslac) s obzirom da je značajnija šteta na pomlatku koju

prepisujemo voluharicama, a brojnost miševa je 4 puta veća iz podataka o monitoringu sitnih glodavaca.

Prekomjerna brojnost u UŠP Sisak 2019. godine je monitoringom utvrđena u šumarijama Hrvatska Dubica (55,81%), Sisak (43,55%) i Sunja (32%). Značajne štete su se desile u šumariji Sunja na kori u iznosu od 26,28% i na korijenu u iznosu od 10,92%, a štete na sjemenu nisu zabilježene. Izlovom je ulovljeno 89 miševa i 39 voluharica, što ponovo dovodi do preispitivanja zaključka da voluharice samo čine štetu na pomlatku ili do preispitivanja metodologije ulova glodavaca.

U UŠP Našice 2017. godine utvrđena je prekomjerna brojnost u šumarijama: Donji Miholjac (RB 44,3%), Đurđenovac (RB 30,47%) i Slatina (RB 44,14%). U Šumarija Koška gdje je relativna brojnost malo ispod granice masovne pojave iznosi 28,77%, a štete na pomlatku kore koje se pripisuju voluharicama iznose 25,22% dok su štete na sjemenu 25,60%, brojnost miševa je 121, a voluharica 17.

2019. godine u UŠP Našice u Šumariji Donji Miholjac RB iznosi 73,47% i štete na sjemenu su 25,68% a u šumariji Koška RB iznosi 50%, a štete na sjemenu 47,50% što odgovara izlovu jer u tim šumarijama nije ulovljena ni jedna voluharica.

U UŠP Nova Gradiška 2017. godine u svih 7 šumarija koje su provele monitoring glodavaca, relativna brojnost je iznad 30%, ali značajnije štete nisu evidentirane. 2018. godine u Šumariji Novska RB iznosi 31,5% i u Šumariji Trnjani RB iznosi 42% također štete nisu zabilježene. 2019. godine prekomjerna brojnost evidentirana je u Šumariji Jasenovac sa RB od 37,71% gdje je zabilježena veća šteta na sjemenu od 10,78%.

Iz svega navedenog možemo zaključiti da visoka brojnost ne mora nužno uvijek značiti i pojavu značajnije štete na sjemenu i pomlatku, te isto tako moguće je da i pri manjim vrijednostima brojnosti glodavaca može doći do većih šteta. Brojni faktori utječu kao npr. stanišni, unutarpopulacijski ili dinamika brojnosti predatora. U svakom slučaju ako je brojnost glodavaca veća od 30% opravdano je očekivati značajnije štete na pomlatku i sjemenu (Margaletić i dr. 2017). Pitanje koje se nameće, s obzirom da su miševi zastupljeni preko 80% u izlovu, jesu li voluharice skupina koja se smatra odgovornom za nastanak šteta na mladim biljkama.

U konačnici, moguće je konstatirati kako sadašnji sustav monitoringa sitnih glodavaca, praćenja i analize rezultata dinamike brojnosti populacija sitnih glodavaca daju dobar osnov i smjernice za postupanje u vidu prevencije šteta od glodavaca u šumskim ekosustavima. Sustavnost u primjeni monitoringa glodavaca kroz utvrđivanje stvarnog stanja brojnosti i šteta od glodavaca – ali i praćenje raznih sastojinskih prilika; napose uroda sjemena ili praćenja prisutnosti i brojnosti predatorskih vrsta – preduvjeti su pravovremene primjene zaštitarskih radova i donekle predviđanja pojave nove masovne pojave glodavaca.

Epidemije bolesti tj. brojnih zoonoza (npr. hemoragijska vrućica sa bubrežnim sindromom tj. „mišja groznica“, leptospiroza, tularemija, lajmska boreliozna i dr.), čije širenje uvjetuju ili mu pogoduju sitni glodavci, nažalost također su trajno prisutna „prijetnja“ kojima su i stručnjaci koji rade i borave u šumama, ali i brojni izletnici i turisti izloženi. Redovita

kontrola populacije glodavaca i njihove zaraženosti je od velike pomoći u planiranju epidemioloških i sanitarnih mjera s ciljem sprječavanja pojava epidemija i pojedinačnih oboljevanja ljudi i životinja.

Sve navedeno podcrtava važnost sustavnog monitoringa kako glodavaca, tako i drugih biotiskih čimbenika stabilnosti šumskih zajednica, osobito u uvjetima dramatičnih klimatskih promjena unutar kojih nije lako predviđati kako će se mijenjati populacije životinjskih i biljnih organizama. Ono što je također bitno istaknuti jest važnost održavanja svijesti o trajnom unapređenju i nadogradnji postojećega sustava monitoringa, a sve u svrhu njegove bolje učinkovitosti kao pomoći opstojnosti i stabilnosti šuma u Hrvatskoj.

7. LITERATURA:

1. Androić, M., 1970: Osnovi zoekologije s osobitim osvrtom na entomofaunu, Zagreb, pp. 79-81.
2. 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.
3. Avšič-Županc T., Korva M., Markotić A. 2014.: HFRS and hantaviruses in the Balkans/South-East Europe; *Virus Research* 187: 27–33.
4. Avšič-Županc T., Saksida A., Korva M. 2016.: Hantavirus infections; *Clinical Microbiology and Infection* xxx : 1-11
5. Bjedov, L., 2015: Odnosi populacija sitnih glodavaca kao rezervoara prirodno- žarišnih zoonoza u šumskim ekosustavima obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) u Republici Hrvatskoj, doktorska disertacija, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Zagreb.
6. Bjedov, L., Vucelja, M., Margaletić, J. 2017: Priručnik o glodavcima šuma Hrvatske Zagreb: Hrvatski šumarski institut
7. Brooks, J.F., Rowe, F.P., 1987: Commensal Rodent Control, World Health Organization, Geneve, 36–74.
8. Budovsky, A., Craig, T., Wang, J., Tacutu, R., Csordas, A., Lourenco, J., Fraifeld, V. E., de Magalhaes, J.P., u tisku: LongevityMap: A database of human genetic variants associated with longevity. *Trends in Genetics*.
9. Crnković, D., 1982: Kontrola brojnosti i suzbijanje miševa na području SŠGO „Slavonska šuma“ Vinkovci. Zbornik radova, 285-287.
10. Cvetko, L., Markotić, A., Plysnin, A., Margaletić, J., Miletić-Medved, M., Turk, N., Milas, Z., Avšič-Županc, T., Plysnin, A. 2005.: Puumala virus in Croatia in the 2002 HFRS Outbreak. *Journal of Medical Virology* 77. Str. 290–294.
11. Čavlović, J. 2010: Prva nacionalna inventura šuma Republike Hrvatske, Ministarstvo regionalnog razvoja, šumarstva i vodnog gospodarstva, suizdavač Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2010. str 61.
12. Delany, M.J., 1974: The ecology of small mammals. *Studies in biology*, 51 Edward Arnold, London: 60.
13. FAO, 2010: Global Forest Resources Assessment 2010, FAO Forestry Paper 163, FAO Rome.
14. Filipović, J. 2003: Hrvatsko šumarstvo u svjetlu europskih integracijskih procesa. U: *Hrast lužnjak u Hrvatskoj*, Zagreb, str.73.
15. Glavaš, M., Margaletić, J., 2003: Zaštita šuma hrasta lužnjaka. U: *Retrospektiva i perspektiva gospodarenja hrasta lužnjaka u Hrvatskoj*, Zbornik radova, Zagreb - Vinkovci, 2003: 175-177.
16. Hansson, L., Jędrzejewska, B., Jędrzejewski, W. 2000: Regional differences in dynamics of bank vole populations in Europe. *Polish Journal of Ecology* 48, Suppl.: 163-177.
17. Henttonen, H., 2000: Long-term dynamics of bank vole *C. glareolus* at Pallasjärvi, northern Finnish taiga. *Pol. J. Ecol*, 48:31-36.

18. Heroldová, M., Suchomel, J., Purchart, L., Homolka, M., 2008: Impact intensity of rodents on the forest regeneration in artificial plantations in the Smrk-Knehyně area. *Beskydy* 1:33- 35.
19. Hrgović, N., Z. Vukičević i D. Kataranovski , 1991: Deratizacija – Suzbijanje populacija štetnih glodara, *Dečje Novine*, Beograd, str. 81–170.
20. Iveković, A., 2019: Dinamika brojnosti populacija miševa (Rodentia: Murinae) i voluharica (Rodentia: Arvicolinae) na području šumarije Lipovljani od 2009. do 2018. godine. Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije.
21. 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.
22. Jensen, T.S., 1982: Seed production and outbreaks of non-cyclic rodent populations in Deciduous forest. *Oecologia* 54:184-192.
23. Jensen, P.G., Demers, C., McNulty, S., Jakubas, W., Humphries, M.M. 2012: Responses of marten and fisher to fluctuations in prey populations and mast crops in northern hardwood forest. *Journal of Wildlife Management* 76:489-502.
24. Jędrezejewski, W., Rychlik, L., Jędrezejewska, B., 1993: Responses of bank voles to odours of seven species of predators: experimental data and their relevance to natural predator-vole relationships. *Oikos*, 68: 251-257.
25. Lambert, 1985: *The Field Guide to Prehistoric Life*. New York: Facts on File Publications, 1985.
26. 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.
27. Margaletić, J., 1998: Rodents and their harmful effects on Turopoljski lug (Turopolje Grove) and on Croatian forests. *Glasnik za šumske pokuse*, 35:143–189.
28. 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.
29. 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.
30. Margaletić, J., Božić, M., Grubešić, M., Glavaš, M., Bäumler, W., 2005: Distribution and abundance of small rodents in Croatian forests. *Journal of Pest Science*, 78(2): 99–103.
31. Margaletić, J., 2006: Sitni glodavci kao rezervoari zoonoza u šumama Hrvatske. *Rad. - Šumarski institut Jastrebar*. 41 (1-2): 133-140.
32. Mathys, G., 1977: Report of the joint FAO/WHO/EPPO conference on rodents of agricultural and public health concern. *EPPO Bull.* 7(2): 554.
33. Modrić, M., 2021: Dinamika populacija sitnih glodavaca u šumama Hrvatske od 2000. do 2019. god. Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije.
34. Moraal, L. G. (1993): Prevention of vole damage on trees. *Research Report*, 93(7): 1–15.
35. Mujezinović, O., 2010: Sitni glodari u šumskim ekosistemima Bosne i Hercegovine, doktorska disertacija, Šumarski fakultet, Sarajevo.

36. Myllymäki, A., 1977: Outbreaks and damage by the field vole, *Microtus agrestis* (L.), since the World War II in Europe. EPPO Bull. 7:177-207.
37. Neferanović, A., 2018: Hantavirusi kao predmet istraživanja u šumama srednje Europe. Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije.
38. Niethamer, J., Krapp, F., 1982: Handbuch der Säugetiere Europas: Nagetiere 2/1. Akad. Verlag Wiesbaden, 2: 51-491.
39. Ostfeld, R.S., Canham, C.D., Oggenfuss, K., Winchcombe, R.J., Keesing, F. 2006. Climate, deer, rodents, and acorns as determinants of variation in Lyme-disease risk. PLoS. Biol 4(6): 1058-1068.
40. Oštrec, Lj., 1998: Zoologija : štetne i korisne životinje u poljoprivredi. Čakovec. 232
41. Pan, Y., Birdsey, R.A., Phillips, O.L., Jackson, R.B. 2013: The structure, distribution, and biomass of the world's forests. Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst. 44: 593-62.
42. 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.
43. Pucek, Z., Jędrzejewski, W., Jędrzejewska, B., Pucek, M., 1993: Rodent population dynamics in a primeval deciduous forest (Białowieża National Park) in relation to weather, seed crop, and predation. Acta Theriol. 38:199-232.
44. Smith, J.C., 1979: Factors affecting the transmission of rodent ultrasound in natural environments. Amer.Zool: 19, 432.
45. Solonen, T., 2004: Are vole-eating owls affected by mild winters in southern Finland? Ornis Fennica. 81:65–74.
46. Taylor, P. K., White, P.M., 1978: Changes induced in rat trigeminal nuclei by whisker removal. Proc. Univ. Otago Med. School: 28–56.
47. Turček, F.J. 1968: Über die biologische Stellung und Bedeutung der Kleinsäuger in der Waldbiozönose. Waldhygiene, 7 (7-8): 193-205.
48. Vajda, Z., 1974: Nauka o zaštiti šuma. Školska knjiga, Zagreb: 307-316.
49. Videc, G., 2006: Suzbijanje mišolikih glodavaca u šumskim ekosustavima, Šumarski list br. 11–12, CXXX: 533-544.
50. Videc, G., 2009: Sitni glodavci kao dio šumskog ekosustava Ivanščice. Magistarski rad. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str.7-14
51. Vucelja, M., 2013: Zaštita od glodavaca (Rodentia, Mueinaw, Arvicolinae) u šumama hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.)- integrirani pristup i zoonotički aspekt, doktorska disertacija, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Zagreb
52. 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: 283-291.
53. Wehmer, F., Jen, K.C., 1978: The effects of litter size during gestation and lactation on rat development prior to weaning. Develop. Psychobiol., 11, 353.
54. Wilson, D. E. & Reeder, D. M., 1992: Mammal species of the world. Smithsonian Institution Press, Washington and London, 501–753.
55. 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.
56. Wolff, J. O. 1996b: Population fluctuations of mast-eating rodents are correlated with production of acorns. Journal of Mammalogy 77: 850-856.

57. 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.