Uloga sitnih glodavaca u šumskom ekosustavu u smislu zaštite šuma

Puček, Martina

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:977519

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

ŠUMARSKI FAKULTET

ZAVOD ZA ZAŠTITU ŠUMA I LOVNO GOSPODARENJE

PREDDIPLOMSKI STUDIJ

ŠUMARSTVA

MARTINA PUČEK

ULOGA SITNIH GLODAVACA U ŠUMSKOM EKOSUSTAVU U SMISLU ZAŠTITE ŠUMA

ZAVRŠNI RAD

ZAGREB, rujan 2018.

PODACI O ZAVRŠNOM RADU

Zavod:	Zavod za zaštitu šuma i lovno gospodarenje
Predmet:	Osnove zaštite šuma
Mentor:	prof.dr.sc. Josip Margaletić
Asistent – znanstveni novak:	
Student:	Martina Puček
JMBAG:	0068223969
Akad. godina:	2017./2018.
Mjesto, datum obrane:	Zagreb,
Sadržaj rada:	Slika: 5 Tablica: 2 Grafikon: 2 Navoda literature: 12
Sažetak:	Sitni glodavci veliki su izvor problema u šumskom ekosustavu na području Republike Hrvatske. Unatoč štetama koje nanose i koje mogu doseći velike razmjere, njihova prisutnost sa sobom nosi i brojne koristi. Cilj ovog rada jest upoznati se sa temeljnim značajkama sitnih glodavaca iz glavnih podporodica koje obitavaju u šumskim ekosustavima (Murinae i Arvicolinae), njihovom sistematikom i rasprostranjenošću, morfološkim osobinama, rastom, razvojem, te ishranom koja često ima negativne posljedice ne samo na šumskome tlu, već i na sjemenu i pomladku.Nadalje, uz brojne čimbenike koji uzrokuju povećanje populacije mišolikih glodavaca, također je pobliže opisan velik potencijal razmnožavanja istih.Kao što i sam naslov rada slovi, tematika zadire u ulogu glodavaca u šumskim ekosustavima, njihove brojne pozitivne uloge, ali i negativne koje u godinama prenamnoženja mogu biti uzrokom štete na sjemenu i mladim biljkama hrasta lužnjaka.Isto tako nije isključen ni utjecaj na samog čovjeka, te su navedene mjere i metode praćenja i suzbijanja istih.

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

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

Martina Puček

U Zagrebu, 14. rujna 2018.

Sadržaj

1. UVOD 1
2. TEMELJNA OBILJEŽJA KAO ŠUMSKIH ŠTETNIKA 2
2.1 Sistematika i rasprostranjenost glodavaca 2
2.2 Morfološke osobine glodavaca iz podporodica Murinae i Arvicolinae 2
2.3 Uloga osjetila 3
2.4. Razmnožavanje, rast i razvoj 4
2.5. Ishrana 5
2.6. Predstavnici glodavaca u šumama Hrvatske 7
3. GUSTOĆA POPULACIJE I ČIMBENICI POVEĆANJA 10
3.1. Gustoća populacije 10
3.2. Utvrđivanje brojnosti populacije 10
3.3. Čimbenici povećanja brojnosti populacija 12
3.4. Kontrola brojnosti 13
4. UTJECAJ NA ŠUMSKE EKOSUSTAVE 15
5. SITNI GLODAVCI KAO REZERVOARI ZARAZNIH BOLESTI 19
6. ZAKLJUČAK 23
7. LITERATURA 24

1. UVOD

Prekrivajući gotovo trećinu kopnene površine Zemlje, 35% površine Europe i 45.6% zemljišta Republike Hrvatske, šume su neprocjenjiv obnovljiv prirodni resurs. One su raznoliki ekosustavi kompleksnih međuodnosa biotske (biljke, životinje i organizmi) i abiotske (tlo, klima, voda, organski ostaci, stijene) komponente okoliša koji, osim proizvodnje drveta, pomau očuvanju života uopće (Vucelja, 2013). Korisne uloge šuma pojavljuju se u više područja ljudskog života. Osim velike zaštite koju pruža, kao što su regulacija vodotoka i smanjenje opasnosti od poplava, ona pruža znanstvene i odgojne usluge, potrošnju bilja, životinja i derivata, izvor je zemljišta i zemljišnog prostora i nadasve prostor je za turizam, rekreaciju i sport čime ima psihofizički utjecaj na čovjeka. Jedan od biotskih čimbenika – čije se sprečavanje prekobrojnosti nameće kao imperativ u cilju izbjegavanja rizika koji mogu dovesti do propadanja šuma – jesu glodavci (Rodentia) i to predstavnici podporodica Murinae (pravi miševi) i Arvicolinae (voluharice) (Vucelja, 2013).

Kada se govori o sitnim glodavcima u šumskim ekosustavima, govori se o interdisciplinarnom predmetu izučavanja, o krupnom problemu koji datira još iz 1981. godine. Zbog brojnosti populacija i široke ekološke valencije, sitni glodavci su važan dio svakog šumskog ekosustava. Njihova prirodna uloga u šumama je kompleksna, značajna za šumu i održavanje njene biološke raznolikosti i ravnoteže (Videc, 2009). Kako bismo znali nositi se sa problemom sitnih glodavaca, odnosno držati njihov broj pod kontrolom, potrebno je poznavati samu biologiju istih, uvjete u kojima prosperiraju, način ishrane, gustoću populacije, reprodukcije te brojne druge elemente koji također utječu na pojedine populacijske elemente. U daljnjem tekstu pobliže su opisane neke od točaka kojezadiru u tematiku vezanu uz sitne glodavce ne samo kao šumske štetnike i štetnikekoji utječu na ljudsko zdravlje, već kao i nezamislivi dio ekosustava.

2. TEMELJNA OBILJEŽJA KAO ŠUMSKIH ŠTETNIKA

2.1 Sistematika i rasprostranjenost glodavaca

Glodavci (Rodentia), sa ukupno 33 porodice, 481 rodom i 2277 vrsta, zauzimaju po brojnosti vodeće mjesto u redu sisavaca (Mammalia) (Vucelja, 2013).

Ukupno tvore 42% svih sisavaca, no brojnost ove vrste najbolje dočarava navod prema kojemu broj jedinki glodavaca u bilo koje doba godine nadilazi brojnost svih ostalih sisavaca na Zemlji (Vucelja, 2013). Ono po čemu ova skupina jest prepoznatljiva jest par trajno rastućih sjekutića u gornjoj i donjoj čeljusti, koji im prvenstveno služe za glodanje hrane i drugog materijala. Kako bi održali sjekutiće na potrebnoj dužini, primorani su ih svakodnevno trošiti.

Zbog svojih malih tjelesnih dimenzija, kratkog ciklusa razmnožavanja i polifagne ishrane, nastanjuju gotovo sve tipove staništa, od šumskih ekosustava, poljoprivrednih površina, pašnjaka, močvara, sve do čovjekova naselja. Eurivalentnost glodavaca dobrim dijelom proizlazi iz male tjelesne dimenzije, kratkog ciklusa razmnožavanja i polifagne ishrane (Bjedov, 2015). Rasprostranjenost na terenima raznih nadmorskih visina ukazuje na izrazito široku ekološku valenciju ove skupine.Od 17 podporodica, interesu šumara kada govorimo o sitnim glodavcima su predstavnici podporodica Murinae (miševa) i Arvicolinae (voluharica), odnosno zajedničkim nazivom „sitni glodavci“ ili „sitni sisavci“. Podporodica Arvicolinae obuhvaća 26 redova i 143 vrste, dok podporodica Arvicolinae obuhvaća 122 roda i 529 vrsta (Genjga, 2012).

2.2 Morfološke osobine glodavaca iz podporodica Murinae i Arvicolinae

Sitni glodavci iz podporodica Murinae i Arvicolinae pripadaju podredu mišolikih glodavaca. Uz dva para oštrih sjekutića s vanjske strane koja su presvućena caklinom, ono po čemu također možemo prepoznati ove dvije skupine glodavaca, jest cilindričan oblik tijela i vanjska zakržljala uška. Na nogama se najčešće nalazi pet prstiju s razvijenim pandžama, pri čemu valja spomenuti da im prednji par udovaprvenstveno služi za kopanje dugačkih podzemnih tunela uz koje i tunele ostalih vrsta sisavaca pretvara u svoje vlastite

podzemne prolaze. Osim za kopanje, prednji par prstiju također služi i za prihvaćanje i držanje hrane. Rep je prekriven rožnatim ljuskama ili dlakama. Vrlo su spretne, nepovjerljive i oprezne životinjice, prilagođene na podzemni način život. Iznimno su visoko razvijenih osjetila okusa, mirisa i opipa.

	Razlike u fizionomiji	
Voluharice (Arvicolinae)	- uške male, uvućene u krzno - sitne oči - dužina repa jednaka polovici ili 1/3 dužine trupa - zdepasto tijelo	
Miševi (Murinae)	- uške veće i istaknute - izbočene i velike oči - duga, šiljasta njuška - dužina repa jednaka dužini trupa - duga zadnja stopala	

Tablica 1: Fiziološke razlike podporodica Arvicolinae i Murinae, te najučestalije vrste u kontinentalnim šumama Hrvatske

2.3 Uloga osjetila

Sve vrste roda Apodemus uglavnom su aktivne noću, a tijekom dugih zimskih noći ta aktivnost doseže svoj vrhunac 2 do 4 sata poslije zalaska sunca i prije zore, a tijekom kratkih ljetnih noći uobičajen je jedan vrhunac aktivnosti i to sredinom noći (Genjga, 2012). Aktivnost miševa noću, obvezuje šumsku voluharicu da se u znatnoj mjeri pojavljuje u sumrak. Šumske voluharice većinu vremena provode skrivajući se od

predatora, a svoja skrovišta napuštaju samo zbog odlazaka na mjesta gdje se nalaze hrana i voda. Kako bi se održali na životu, sitni glodavci se oslanjaju na poznavanje svoga teritorija. Osim toga veliku ulogu, kako u preživljavanju, tako i u ostalim životnim funkcijama, te samom ponašanju, imaju osjetila. Kao i u čovjeka, u sitnih glodavaca prisutne su četiri vrste osjetila, osjetilo vida, sluha, njuha, dodira i okusa. Svako od tih osjetila, manifestira se u određenom segmentu njihova života.

Budući da se radi o životinjama aktivnim noću i u sumrak, osjetilo opipa velikim je dijelom zasluženo za snalaženje u prostoru. Osjetne dlake raspoređene na leđima i bočnoj strani tijela i njuške omogućuju kretanje i orijentaciju u uvjetima smanjene svjetlosti. Uklanjanje ili gubitak osjetnih dlaka drastično smanjuje orijentaciju životinje u prostoru (Vucelja, 2013).

Kod razmnožavanja, podizanja potomstva, pronalaska hrane, odnosa prema pripadnicima drugih vrsta, osjetilo njuha ima nezamjenjivu ulogu. Na osnovu mirisa ženke razlikuju svoje potomstvo od potomstva drugih jedinki, te su u stanju i prepoznati spol mladunca, a isto tako osjet nuha im omogućuje prepoznavanje pojedinih članova populacije.

Šumski miševi i voluharice imaju sposobnost proizvesti niskofrekventne zvukove, odnosno zvukove koje čovjek može čuti, te ultrazvuk. Najvažniju ulogu emitacija ultrazvuka ima u međusobnoj komunikaciji između mužjaka i ženke, te majke i mladunčadi. Ultrazvučno glasanje mužjaka pri udvaranju navodno pomaže ženki u odabiru, dok će novookoćene jedinke također emitirati ultrazvučne valove s ciljem privlačenja pažnje majke (Vucelja, 2013).

Iako posjeduju osjetilo vida, na njega se neće previše oslanjati. Unatoč tome što su prilagođene za promatranje noću te imaju visoku osjetljivost na svjetlosne podražaje, imaju relativno malu mogućnost vizualizacije (Vucelja, 2013).

Što se tie osjetila okusa, glodavci razlikuju četiri vrste okusa, okus za slatko, slano, kiselo, te okus za gorko, kod kojega je prag tolerancije iznimno visok.

2.4. Razmnožavanje, rast i razvoj

Osim široke ekološke valencije, pojmovi koje možemo vezati zapredstavnike podporodica pravih miševa i voluharica su svakako i velik potencijal razmnožavanja, te

promjenjiva dinamika populacije. Životni vijek glodavaca u prosjeku iznosi 2,5-3 godine, a što je životni vijek životinje kraći, one se brže kote i rađaju veći broj mladih.

U sitnih glodavaca ženke grade gnijezda koja imaju tri uloge: pružaju mjesto za odmor životinje, zaklon su od prirodnih neprijatelja, skrovište hrane i mjesto za podizanje mladih.

U vrijeme parenja prisutna je kompeticija među mužjacima, te je uočeno da se sa ženkama pare oni najjači. Nakon uspješne oplodnje ženka je gravidna 20-ak dana, nakon čega okoti 3-6 mladih, bez krzna i zatvorenih slušnih kanala i očiju. Već istog ili sljedećeg dana ženka je spremna za uspješno parenje. Mladi sišu uglavnom do 25 dana i ovisni su o majci. Za 2 do 4 mjeseca, ovisno o ponašanju majke, svjetlosti, duljini dana, broju mladih u okotu i raspoloživosti hrane, postižu potpunu zrelost, te samim time stječu reprodukcijska moć koja traje naredne dvijei više godina. Životinje okoćene na početku sezone parenja se obično kote iste godine za razliku od jedinki koje su okoćene kasnije i postaju spolno zrele tek iduće godine u proljeće (Genjga, 2012). Karakteristika ženki sitnih glodavaca je da se već isti ili sljedeći dan nakon okota mogu pariti i ostati skotne (Genjga, 2012).

Uzimajući pri tom u obzir prisutnost promiskuiteta i poligamije kod ovih vrsta, izrazito velik reprodukcijski potencijal uvjetovanje dakle ranim postizanjem zrelosti, kratkim razdobljem graviteta ženki, mogućnošću uspješnog parenja na dan okota ili već sljedećeg dana, mogućnošću kočenja nekoliko puta godišnje, te brojnim potomstvom po leglu.

2.5. Ishrana

Glodavci su polifagne životinje koje konzumiraju raznovrsnu hranu biljnog i životinjskog porijekla, pri čemu vrste roda Apodemus slove kao tipično granivorne (u prehrani prevladavaju sjemenke raznih vrsta), za razliku od vrsta iz roda Microtus koje to nisu, dok se vrste roda Myodes u smislu prehrane nalaze između granivornih i herbivornih (u prehrani zastupljeni zeleni biljni dijelovi) (Bjedov*et al*., 2017).

Od biljne hrane ne postoji gotovo ništa što ova skupina ne konzumira, pa se tako u njihovoj prehrani mogu naći korijen, kora, pupovi, zeleni dijelovi biljaka, stabljike i vlati

raznolikog zeljastog bilja, mahovine, šaševi, djeteline, repice, klice, razno sjemenje trava, zeljastih i drvenastih biljaka (Bjedov*et al*., 2017). Od hrane životinjskog porijekla u njihovoj ponudi se nalaze stadiji raznih vrsta insekata, pauci, stonoge, mekušci, kolutičavci i sitni kralješnjaci. Osim biljne i životinjske hrane, veliku važnost u prehrani glodavaca zauzima voda. Nedostatak vode može imati velike posljedice kao što su gubitak tjelesne mase, smanjenje izlučivanja urina i fecesa i gubitak apetita, što kroz duže razdoblje može dovesti i do uginuća (Kuzele, 2011). Potrebu za vodom, većina sitnih glodavaca, zadovoljava konzumiranjem sočne hrane sa visokim udjelom vode ili pak lizanjem kapljica rose (Slika 1).

Kvaliteta hrane bitna je za normalan rast i razvoj sitnih glodavaca (Kuzele, 2011). Nedostatak pojedinih hranjivih elemenata uzrokuje različite vidove avitaminoze, rahitisa i ostalih zdravstvenih problema (Kuzele, 2011). Zanimljiva je činjenica da sitni glodavci pojedu samo onoliko hranjivog sastojka koliko im je potrebno za održavanje kondicije i zdravstvenog stanja (Kuzele, 2011). Hranu većinom konzumiraju na mjestima na kojima su je pronašli ili je odnose na skrovito mjesto kako bi je bez uznemiravanja konzumirali i skladištili. Novu vrstu hrane prihvaćaju s velikim oprezom.

Dobro poznavanje fiziologije ishrane, odnosno navika, te poznavanje potreba za tekućinom moguće je primijeniti u cilju uspješnog i ekonomičnijeg suzbijanja brojnosti njihovih populacija.

Slika 1. Lizanje kapljica rose zadovoljava potrebu za vodom

(Izvor:https://www.google.hr/search?biw=1366&bih=662&tbm=isch&sa=1&ei=vvicW5bhJcvUwQKKiaCwBw&btnG=Search&q=mouse+and+drop+of+water#imgrc=-7hby5Ws2Afs2M:)

2.6. Predstavnici glodavaca u šumama Hrvatske

U kontinentalnim šumama Hrvatske najčešće možemo naići na jednu od pet vrsta voluharica i jednog od tri vrste miševa (Tablica 2).

Voluharice (Arvicolinae)	Miševi (Murinae)
Myodes glareolus (šumska voluharica)	**Apodemus agrarius (poljski miš)**
Mircotus arvalis (poljska voluharica)	
Mircotus agrestis (livadna voluharica)	**Apodemus flavicolis (žutovrati šumski miš)**
Mircotus subterraneus (podzemni voluhar)	**Apodemus sylvaticus (šumski miš, mali šumski miš)**
Arvicola terrestris (vodeni voluhar)	

Tablica 2. Najučestalije vrste iz podporodice Murinae i Arvicolinae u kontinentalnim šumama Hrvatske

Myodes glareolus (šumska voluharica)

Šumska voluharica najrasprostranjenija je vrsta unutar podporodice voluharica (Arvicolinae). Osim po svojoj crvenkastosmeđoj obojenosti i dugom repu, ono po čemu se ova vrsta razlikuje od ostalih predstavnika ove podporodice je to što hranu često traži na drveću i u krošnjama. Obitava u bujnom sloju prizemnog rašća u bjelogoričnim i crnogoričnim šumama, na rubovima šuma, u močvarama, sječinama, grmlju, rubovima oranica i drugdje, a brloge najčešće gradi pod zemljom ili ispod panjeva i korijenja prevrnutog drveća. Aktivna je tijekom noći, sumraka i zore, prilikom čega je u potrazi za hranom, odnosno vegetativnim dijelovima drugih biljaka, sjemeno, korijenjem biljaka, te korom drveća kojom se hrani od listopada do travnja glođeći ju na stabljici i granama.

Mircotus arvalis (poljska voluharica)

Poljska voluharica, kao što joj i samo ime govori nastanjuje otvorena područja poput livada, vinograda, poljoprivrednih površina, iako nije neizbježno da je se može naći na šumskim površinama koje graniče s poljoprivrednim. Tamo gradi podzemni brlog do 50 cm dubine koji ima 6 izlaznih rupa i nekoliko prostorija. Za ovu vrstu je specifično da svake 3-4 godine, dolazi do njena prenamnoženja, a svakih 10-11 godina dolazi do masovne pojave. Prenamnoženju pogoduju uzastopne tople zime s malo oborina i vlažna ljeta. Aktivna je danju i noću, a pod svoju hranu ubraja zelene i sočne biljke, klice, korijenje i koru raznih biljaka.

Mircotus agrestis (livadna voluharica)

Ova vrsta preferira vlažn staništa bogata vegetacijom (Bjedov *et al*.,2017). Nastanjuje vlažne terene mješovitih šuma, zakorovljene sječine i progale. Aktivna je noću i danju, a najveću aktivnost pokazuje u sumrak i zoru (Bjedov *et al*., 2017). Ne spava zimi i hrani se po danu. Najviše jede zeljasto bilje, pupove, koru i travu od koje gradi kuglasta gnijezda koja se tijekom suhih ljeta nalaze na površini u travi, a za vrijeme hladnih i vlažnih perioda ispod zemlje. Izgledom je vrlo slična poljskoj voluharici (M.arvalis), no razlikovati je možemo po tome što su uške do pola ili u potpunosti prekrivene krznom.

Mircotus subterraneus (podzemni voluhar)

Podzemni voluhar, podzemna voluharica ili mišoliki voluharić, kako ga se već naziva, dolazi na vlažnijim staništima poput dolina rijeka, obala, bara, vlažnim livadama i slično. Hrani se prvenstveno korijenjem, na kojem u sumškim sastojinama i čini štete, te lišajevima, gljivama, plodovima, kupinama i zeljastim biljkama.

Arvicola terrestris (vodeni voluhar)

Na ovu vrstu možemo naići i pod nazivom vodeni štakor ili veliki voluhar. Dvije su vrste staništa koja vodeni voluhar nastanuje, a to su vlažna područja uz vodu, ali ne i močvarna područja, te suha i vlažna staništa koja ne moraju biti nužno uz vodu, uključujući i šumska staništa. Dok je na vlažnim staništima ova vrsta je aktivna na površini i često je se može uočiti kako pliva i roni, na suhim staništima aktivna je pod zemljom. U toplom dijelu godine hrani se zelenim dijelovima vodenastih i livadnih biljaka, a u hladnom podzemnim dijelovima biljaka. Pored biljne hrane, služi se i životinjskom, primjerice kukcima i mekušcima. Uglavnom gradi plitke podzemne hodnike, a oni dublji vode u gnijezda.

Apodemus agrarius (poljski miš)

Crna linija preko cijelih leđa glavna je karakteristika ove vrste zbog koje ju ne možemo zamijeniti s nijednim drugim pripadnikom roda Apodemus. Osim parkova, rasadnika, rubova šuma, ovu vrstu možemo pronaći i u kućama, podrumima i napuštenim objektima. U nizinskom području s livada i polja u jesen migrira u šume, a u proljeće obratno. Aktivan je danju i loš je penjač, a pretežno jede životinjsku hranu, dok se biljna sastoji od sjemenja i plodova. Za vrijeme prenamnoženja može učiniti velike štete u šumama i rasadnicima na kori i sjemenju.

Apodemus flavicollis (žutogrli šumski miš)

Kod nas seova vrsta pojavljuje u svim tipovima šuma, uključujući i više šumske sastojine kao što su hrastove i bukove šume sa slabo razvijenim slojem prizemnog rašća. Živi u napuštenim podzemnim brlozima drugih glodavaca, rupama u panjevima i deblima (Bjedov *et al*., 2017). Skladišta za hranu uglavnom gradi u zemlji do 1,5 m dubine, ovisno o razini podzemne vode. Žutogrlog šumskog miša možemo prepoznati po žutoj ogrlici ispod vrata. Aktivan je noću i danju, izvrstan je penjač i često se hrani u krošnjama, raznim kukcima, cvjetovima i plodovima. Brojnost ove populacije se u jednom staništu mijenja kroz godinu i ovisi o urodu šumskog sjemena na kojemu i čine štete, dok se ciklus prenamnoženja mijenja u razdoblju od 3 godine.

Apodemus sylvaticus (šumski miš)

Osim šumskih staništa, šumski miš nastanjuje otvorena i topla staništa po rubovima šuma. Hrani se raznim sjemenjem, ali glvan su mu hrana sjemenke trava i drugog zeljastog bilja. U njegovu predatorstvu očituje se i njegova korisnost. Kao predator uništava kokone obične i smeđe borove ose pilatke. Uzrokuje štete u rasadnicima i šumskim kulturama, nagrizajući oštećenu koru, korijen i pupove mladih drvenastih biljaka, a pritom u godinama prenamnoženja može potpuno uništiti sjeme i time ugroziti prirodno pomlađivanje listopadnih šuma.

3. GUSTOĆA POPULACIJE I ČIMBENICI POVEĆANJA

Gustoća populacija sitnih glodavaca, osobito u godinama masovne pojave, od velikog su značaja u smislu potencijalnog narušavanja stabilnosti šumskih ekosustava. Kretanje gustoće populacije glodavaca teško je predvidivo i fluktuira unutar jedne, ali i tijekom više godina te je rezultat ovisnosti i uzajamnog djelovanja brojnih faktora (Bjedov, 2015).

Razmnožavanje, rast i razvoj glodavaca uveliko ovise o klimatskim uvjetima, temperaturi, količini i dostupnosti hrane, bolestima i predatorima. Da na razmnožavanje glodavaca velik utjecaj imaju klimatski uvjeti, ukazuje i činjenica da su u posljednjih 20-ak godina, sušna razdoblja i blage zime bez snijega pogodovale njihovoj prenamnoženosti (Vucelja. 2013). Urod šumskog sjemena kao izvor hrane, pokazao se kao glavni čimbenik prenamnoženja glodavaca pa je tako u hrastovim šumama u godinama najmanjeg uroda žira, naglašeno štetno djelovanje miševa.

3.1. Gustoća populacije

Gustoća populacije predmet je istraživanja brojnih znanstvenika. Ona predstavlja broj jedinki neke vrste na jedinici površine ili volumena u datom vremenu (Bjedov, 2015).

Brojnost jedinki neke vrste možemo iskazati na dva načina, kao apsolutnu brojnost i relativnu brojnost. Apsolutna brojnost definirana je brojem jedinki neke vrste na jedinici površine, dok se relativna brojnost iskazuje postotkom klopki jednog lovnog transekta u kojem su ulovljene jedinke u odnosu na ukupan broj postavljenih klopki tog transekta. Kontrola brojnosti populacije provodi se ne samo zbog utvrđivanja broja i vrste sitnih glodavaca, već i kritičnog broja i prognoze povećanja gustoće populacija ovih štetnika (Kuzele, 2011).

3.2. Utvrđivanje brojnosti populacije

Utvrđivanje brojnosti provodi se najmanje dva puta godišnje, i to u proljeće kada je najučinkovitije, upravo zbog dobivanja kvantitete populacije poslije zimskog razdoblja uslijed kojeg dolazi do prirodne redukcije, te u jesen (Videc, 2009). Prema brojnosti

populacije donosi se odluka o mjerama suzbijanja, o kojima će riječ biti nešto kasnije. Za utvrđivanje brojnosti glodavaca, postoje razne znanstvene metode, no u europskoj šumarskoj praksi primjenjuju se metode kojima je moguće izlovljavanje i u tom slučaju se primjenjuju mrtvolovke ili živolovke (Bjedov *et al*., 2017). Živolov zahtjeva oprezno rukovanje životinjama i kompliciranije označavanje ulovljenih jedinki koje se naknadno moraju pustiti (Bjedov *et al*., 2017). Zbog lakše obrade ulovljenih jedinki, jednostavnijeg izračunavanja indeksa brojnosti i smanjene opasnosti od ugriza životinja, u praksi je praktičnija, te se preporuča primjena mrtvolovki i to one visoke osjetljivosti mehanizma okidača koje se moguvišekratno koristiti (Bjedov *et al*., 2017) (Slika 2). Osim metoda izlova postoje i indirektne metode koje uključuju brojanje aktivnih rupa na ugroženim pomladnim površinama ili postavljanje grančica kao mamaca i praćenje njihovih oštećenja. Prednost ovih metoda u odnosu na izlov je to što zahtjevaju manje radne snage i manje vremena, no nedostatak je taj što ne daju uvid u brojno stanje štetnika.

Slika 2. Upotreba mrtvolovki visoke osjetljivosti mehanizma (Izvor: Vucelja, 2018)

Tehnički ove dvije podjele možemo podijeliti u tri skupinemetoda koje se razlikuju po načinu primjene i po rezultatima koje daju, a to su primarne, sekundarne i tercijarne metode. U primarne metode tako ubrajamo metodu minimalnog kvadrata, „Y“ metodu i metodu ponovnog ulova, a sve one služe za utvrđivanje apsolutne gustoće populacije, dok sekundarne metode omogućavaju utvrđivanje relativne brojnosti, a pod tu skupinu metoda spada metoda linearnog transekta. U obje skupine metoda prisutno je izlovljavanje životinja i u tom se slučaju primjenjuju mrtvolovke ili živolovke. Treća skupina, odnosno tercijarne metode omogućavaju utvrđivanje prisutnost životinja preko znakova njihove aktivnosti, a provodi se brojenjem aktivnih rupa na jedinici površine, analizom tragova ili prisutnošću izmeta na terenu.

3.3. Čimbenici povećanja brojnosti populacija

Na povećanje brojnosti populacije utječe velik broj čimbenika koje možemo svrstati u četiri osnovne grupe.

Prvu grupu tako čine brojnost i fiziološko stanje populacije koja unutar sebe podrazumjeva odnos spolova, dob populacije, socijalne odnose, kompetencije unutar vrste, genetičke predispozicije i stupanj mortaliteta.

Drugu grupu predstavljaju klimatski uvjeti. Godine s blagim zimama, bez stvaranja ledene kore, uz postupno otapanje snijega, toplo proljeće i ljeto sa umjerenom količinom oborina, stvaraju idealne predispozicije za povećanje brojnosti glodavaca.

Stanište i izvor hrane također su važan činitelj brojnosti ove vrste. Vrsta i karakteristike staništa uvjetovane su mjerama koje provodi šumarska struka, stoga kao preduvjet uspješnog preživljavanja sitnih glodavaca, navodi se nepravilno provođenje, odnosno neprovođenje šumskouzgojnih mjera (čiščenje tla od korova, rahljenje tla, šumski red i dr.). U suprotnome, provođenjemšumsko-uzgojnih mjera stvaraju se nepovoljni uvjeti za prehranu glodavaca, te se samim time sprječava njihovo naseljavanje.Ponuda hrane, prisutnost zeljastog bilja, te broj i masa sjemenki drvenastih vrsta, pogotovo u godinama obilnog uroda šumskog sjemena pokazali su se kao glavni čimbenici prenamnoženja glodavaca.Uz navedene čimbenike, na prisutnost glodavaca također mogu utjecati i sklop,

tj. količina svjetla koja dopire u područje njihova habitata, razina podzemne vode, te duljina trajanja perioda poplava (Bjedov, 2015).

3.4. Kontrola brojnosti

Hrvatska šumaska praksa u godinama masovne pojave glodavaca štete od istih bilježi na više od 4500 ha, stoga suzbijanje istih igra bitnu ulogu u gospodarenju šumama.

Odluka o suzbijanju sitnih glodavaca donosi se najčešće na osnovi broja ulovljenih jedinki u lovnom transektu, ali i na osnovi rezultata drugih metoda utvrđivanja gustoće populacije. Suzbijanje glodavaca potrebno je ako provedenim metodama, postotak ulovljenih životinja iznosi više od 30%. Ukoliko je ulov između 20-30 % suzbijanje se može, ali i ne mora provesti i to ovisi o tome da li se na terenu nalaze mlade biljke ili sjeme koje treba zaštititi. U cilju redukcije brojnosti populacija sitnih glodavaca, hrvatska šumarska praksa, od početka 80-ih godina prošlog stoljeća, u najvećoj se mjeri oslanja na korištenje rodenticida – pesticida namjenjenih trovanju glodavaca (Bjedov *et al*., 2017). Iz razloga što ne izazivaju strah kod drugih jedinki od konzumiranja, jer uginuće nastupa nakon 3-10 dana, najšire korištena kemijska sredstva u suzbijanju populacija štetnih glodavaca su kumulativnirodenticidi. Najčešće primjenjivane rodenticide takve vrste predstavljaju antikoagulanti, odnosno tvari koje se nakon resorpcije iz probavnog trakta kumuliraju u organizmu glodavca sprečavajući zgrušavanje krvi (Vucelja, 2017).Osim što smanjuju brojnost sitnih glodavaca, ove kemijske tvari ugrožavaju razne neciljane životinjske vrste, naročito sisavce i ptice. S obzirom da su neke vrste glodavaca razvile otpornost spram nekih vrsta rodenticida, postoji stalna potreba za razvojem novih, potencijalno još otrovnijih pripravaka (Vucelja, 2013). Zakonska ograničenja i načini korištenja raznih rodenticida razlikuju se od države do države pa se tako i Republika Hrvatska, odnosno tvrtka Hrvatske šume d.o.o., kao nositeljica FSC certifikata obvezala na prestanak primjene rodenticida na bazi aktivne tvari bromadilon i difenakum (Bjedov *et al*., 2017).

Danas se sve veća pažnja s pravom pridaje primjeni preventivnih metoda zaštite od glodavaca čija je svrha stvaranje nepovoljnih uvjeta za pojavu i naseljavanje glodavaca, njihovu prehranu i opstanak u nekom otvorenom ili zatvorenom prostoru (Vucelja 2013). Koncept integrirane zaštite počiva na razumjevanju ekoloških procesa i pokušaju

manipuliranja ključnim faktorima koji umanjuju mogućnost masovne pojave štetnika ili pomažu redukciji već prisutnog štetnika (Bjedov *et al.*, 2017). Načela integrirane zaštite tako podrazumjevaju: (1) identifikaciju štetnog organizma; (2)utvrđivanje i praćenje brojnosti štetnika; (3) poznavanje kritične brojnosti pri kojoj organizam postaje štetnik; (4) poduzimanje preventivnih mjera zaštite; (5) poduzimanje represivnih mjera zaštite, prema potrebi (Bjedov *et al.*, 2017). U prevenciji masovne pojave glodavaca Murinae i Arvicolinae od pomoći može biti: podržavanje biološke raznolikosti sastojina, podržavanje ispaše divljači i domaćih životinja, korištenje fizičkih barijera u cilju ekskluzije životinja iz štićenog prostora, primjena različitih tipova štitova u zaštiti mladih biljaka, kultivacija i modifikacija staništa, uklanjanje ostataka sječe, mehanička priprema staništa, odabir optimalnog vremena za sadnju, odabir prikladne vrste drveća, genotipa i porijekla sadnica, uzgoj otpornih vrsta drveća, gnojidba, primjena agrotehničkih metoda, primjena tehnološko-manipulativnih, građevinsko-tehničkih, te sanitarno-higijenskih mjera, primjena repelenata, te zastrašivanje (Vucelja, 2013). Tek kada primjena jedne ili kombinacija više preventivnih metoda ne pridonosi smanjenju broja glodavaca i izostanku šteta, integrirani pristup zaštiti predviđa razmatranje i primjenu nekih metoda redukcije poput kemijskih metoda, odnosno uporabe rodenticida, mehaničih metoda i bioloških metoda.

Unatoč brojnim radovima objavljenim od sredine prošloga stoljeća kada se intenziviralo proučavanje sitnih glodavaca, još uvijek ne postoji jedinstvena i pouzdana, ekološki i ekonomski opravdana, metoda koja bi osiguravala održavanje brojnosti sitnih glodavaca na prihvatljivoj razini, osobito na otvorenim površinama kao što su šumski ekosustavi (Vucelja 2013). No, svakako u interesu je šumarske operative i struke pronaći alternativu dosadašnjim metodama zaštite šuma od negativnih učinaka koje u godinama prenamnoženja mogu imati sitni glodavci.

4. UTJECAJ NA ŠUMSKE EKOSUSTAVE

U godinama masovne pojave glodavaca, štete koje nanose mogu doseći velike razmjere. Posljedica prekobrojnosti ove populacije tako može postati uzrokom otežane prirodne obnove šuma, osobito u nizinskim šumama hrasta lužnjaka. Štete šumskih glodavaca ogledaju se primarno u oštećivanju šumskog sjemena, stabljike, kore i korijena mladih biljaka (Slika 2). Njihov utjecaj bio bi prevelik kada se nebi suzbijali.

Slika 2. Šteta od glodavaca na kori pomlatka (Izvor: Vucelja, 2018)

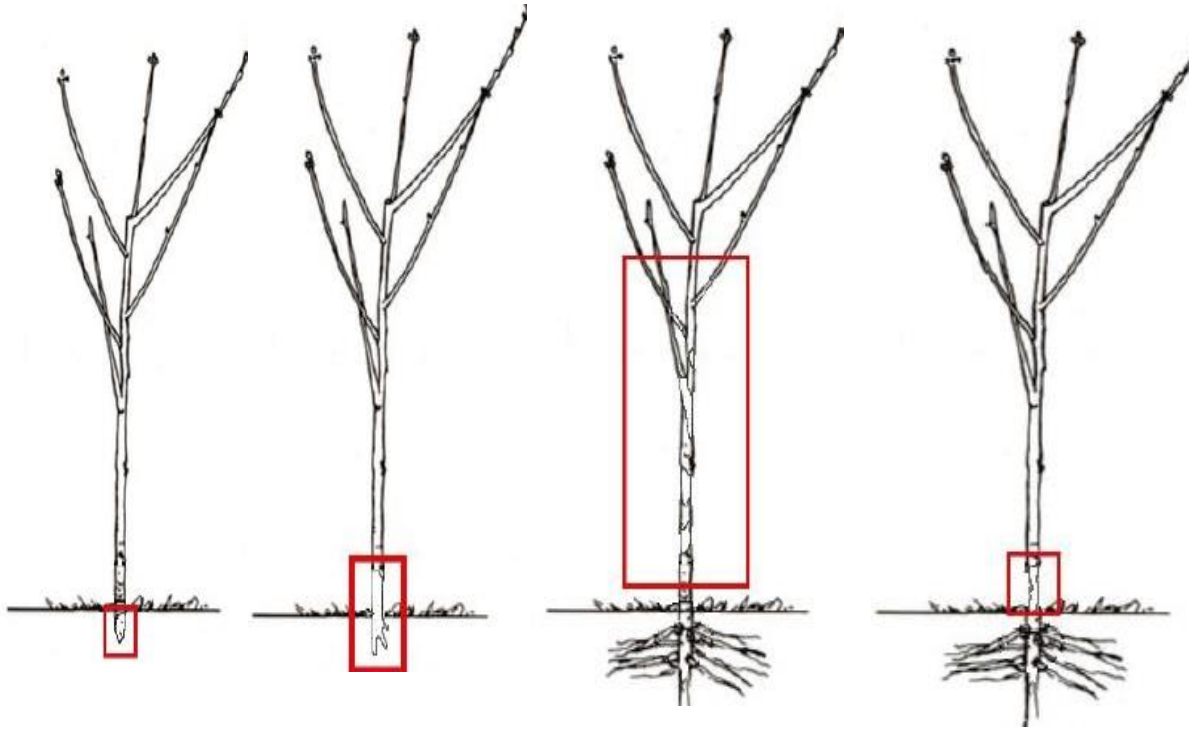
Najčešće su štete na pomlatku i sjemenu, a mogu ići do velikih razmjera kao na primjeru hrasta lužnjaka gdje je zabilježeno uništenje cjelokupnog uroda žira (Bjedov, 2015 (Slika 3).Štete na sjemenu su posebno izražene u godinama obilnog uroda sjemena (Bjedov *et al*., 2017). Što je urod sjemena obilniji to je porast populacije glodavaca veći, a samim time su i štete na sjemenu veće.Ako je naplodnja pomladne površine bila u godini punoga uroda, štete redovito nisu prevelike, jer obilje hrane (najprije žireva, a kasnije i

mladih biljaka) postoji svuda uokolo (Posarić, 2010). Ukoliko je urod bio manji, pa je žir unesen na pomladnu površinu, a u okolnim sastojinama ga nema puno, tada je pritisak glodavaca puno veći (Posarič, 2010). Generalno se štete na sjemenu većim dijelom pripisuju vrstama podporodice Murinae, a štete na mladicama vrstama podporodice Arvicolinae, no postoje i navodi prema kojima je upravo rod Apodemus iz podporodice Arvicolinae najvećim dijelom zaslužan za štete na korijenovu sustavu mladih biljaka (Vucelja, 2013). Osim hrasta, štete trpe i bukva, grab, jasen, javor vrba, jarebika, topola, trešnja, divlje voćke i brojne druge listače, dok su od četinjača to najčešće europski ariš, dugalzija, smreka, jela i američki borovac.Štete su izrazito prostorno i vremenski vrijabilne, no njihova je pojava generalno učestalije na listopadnom, nego na crnogoričnome drveću(Bjedov, 2015).

Slika 3. Šteta na žiru (Izvor: Vucelja *et al*., 2018)

Osim u šumarstvu, problemi ovog tipa prisutni su i u poljoprivredi. Kao primjer možemo uzeti poljsku voluharicu (Mircotus arvalis) koja sa brojnošću od 100-500 jedinki/ha, radi velike štete, a u povoljnim uvjetima njezina brojnost doseže čak do 2000 jedinki/ha, te ako se ne regulira, štete mogu rezultirati u gubitku cijelog usjeva (Slika 4). Promatamo li štete na globalnoj razini one obično nisu toliko velike, no lokalno mogu biti izuzetno značajne (Bjedov, 2015).

Među drugim materijalnim štetama koje se pojavljuju kao posljedica aktivnosti godavaca u šumskim ekosustavima, valja još navesti troškove deratizacije, nabave sjemena i sadnica za površine gdje gubitci nalažu poduzimanje mjera obnove, zatim štete sanacije potkopanih puteva i tome slično (Vucelja, 2013).



Štete od vodenog voluhara na korijenu | Štete od poljske voluharice na korijenu i kori | Štete od šumske voluharice na kori | Štete od livadne voluharice na kori

Slika 4. Štete od voluharica na korijenu i kori (Izvor: Bjedov*et al*., 2017)

Iako se na glodavce najčešće gleda u negativnom kontekstu njihova zastupljenost u ekosustavima je od velikog ekološkog značaja (Bjedov, 2015). Lisica (Vulpes vulpes L.), lasica (Mustela nivalis L.), kuna (Martes martes L.), tvor (Mustela putorius L.), sove (Strigidae spp.), jastrebovi (Accipitridae spp.), škanjca mišara (Buteo buteo L.), vjetruše (Falconidae spp.), vrane (Corvus corvus L.) i svrake (Pica pica L.) najčešće su vrste kojima glodavci predstavljaju glavni izvor hrane, te samim time utječu na njihovu brojnost i distribuciju. Korisnost sitnih glodavaca također se očituje u tome što zahvaljujući svojoj životnoj strategiji, brzo reagiraju na promjene i zbog toga služe kao indikatori promjena u prirodi i promjena nastalih djelovanjem čovjeka. Rasprostranjenje biljaka raznošenjem

sjemenki još je samo jedna od pozitivnih zadaća koje obavljaju mišoliki glodavci. Kompleksnost uloge glodavaca i značenje koje imaju u održavanju delikatne ravnoteže i biološke raznolikosti šumskih ekosustava, čiji jesu i trebaju biti sastavni dio, ogleda se u njihovom pozitivnom utjecaju na mikroklimu listinca i gornjih slojeva tla, prirodu tla, njegovo prozračivanje i humifikaciju, protok anorganskih i organskih tvari, razgradnju organskih tvari, strukturu sastojina, prizemnog rašća i drveća, brojnost štetnih kukaca, održavanje populacija raznih šumskih predatora kojima služe za prehranu te sukcesiju na sječinama (Vucelja, 2013).

5. SITNI GLODAVCI KAO REZERVOARI ZARAZNIH BOLESTI

Sitni glodavci osim što su česti štetnici u poljoprivredi i šumarstvu, također su i rezervoariza uzročnike više od 30 zaraznih bolesti opasnih za zdravlje čovjeka, domaćih i divljih životinja. Pod rezervoarom bolesti, podrazumjeva se jedna ili više vrsta biljaka ili životinja u kojima uzročnik živi, umnožava se, a o kojima ovisi njegovo trajno održavanje u prirodi (Kuzele, 2011). Glodavci, iako služe uzročnicima bolesti za njihovo trajno održavanje u prirodi, sami najčešće ne pokazuju simptome bolesti tj. ne oboljevaju, ali predstavljaju izvor infekcije za druge jedinke iste vrste (potencijalne rezervoare) te za ljude i životinje (domaćine, primaoce) (Vucelja, 2013). Takve bolesti koje su zajedničke ljudima i životinjama nazivamo zoonozama ili preciznije antropozoonama (Bjedov, 2015). Povećana brojnost glodavaca, njihova pokretljivost i rasprostranjenost, te činjenica da lako dolaze u kontakt s kontaminiranom hranom i vodom te udisanjem zaraženog aerosola pospješuju brzo širenje pojedine bolesti.

Izvori infekcije mogu biti:

- Primarni (bolesne životinje i životinje kliconoše, bolestan čovjek i čovjek kliconoša, proizvodi i sirovine bolesnih životinja i životinja kliconoša, lešine životinja, divlje životinje, rezervoari
- Intermedijarni (izlučevine bolesnih životinja i životinja kliconoša)
- Sekundarni (tlo, pašnjaci, livade, voda, zrak, hrana, kontaminirani predmeti, prostori, prometna sredstva), (Vucelja, 2013)

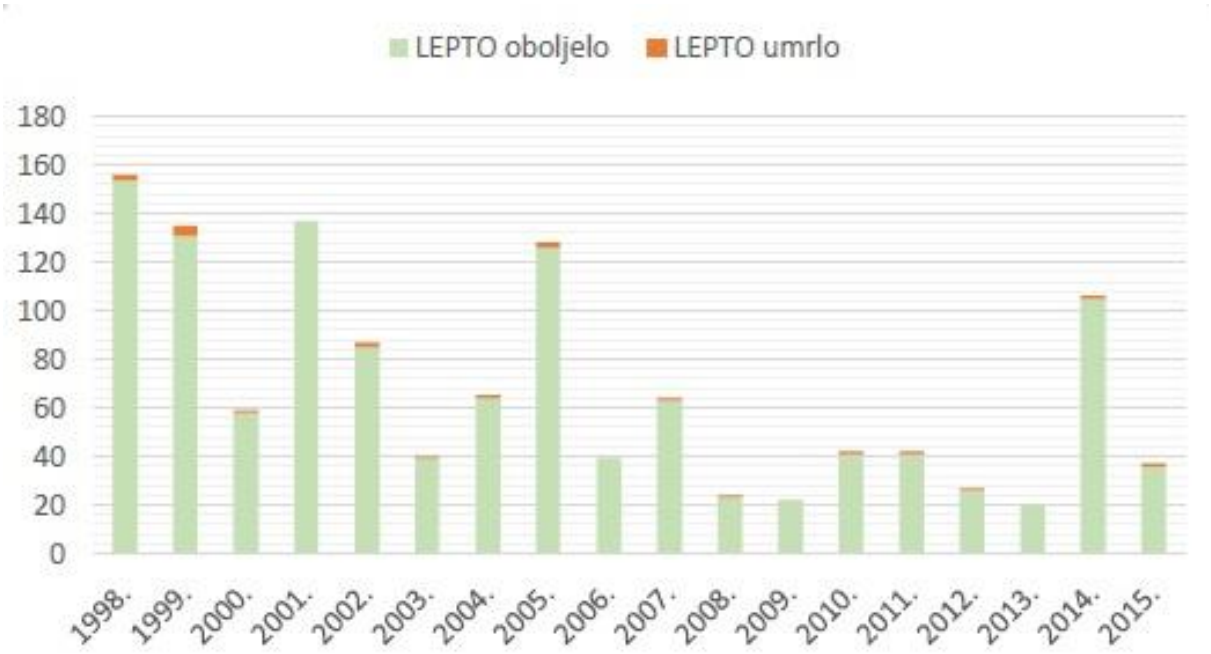
Najčešći putevi zaraze zoonozama su:

- kontakt sa sekretom i ekskretom zaražene životinje (slina, urin, feces)
- preko ektoparazita i endoparazita glodavaca (buhe, krpelji)
- kontakt s kontaminiranom hranom i vodom
- udisanjem zaraženog aerosola (Vucelja, 2013)

Zarazne bolesti kojih su prijenosnici sitni glodavci, a koje su također opasneza zdravlje čovjeka, te domaćih i divljih životinja, prema uzročnicima se mogu podijeliti u nekoliko skupina, a to su bolesti uzrokovane bakterijama (leptospiroza, tularemija, Lmska borelioza, tuberkuloza, salmoneloza, kuga i dr.), bolesti uzrokovane virusima i rikecijama (HVBS), bolesti uzrokovane gljivicama (dermatomikoze), protozoama (sarkocitoza, amebijaza), te na koncu parazitima (kokcidioza, leishmanioza). U Hrvatskoj su tako od

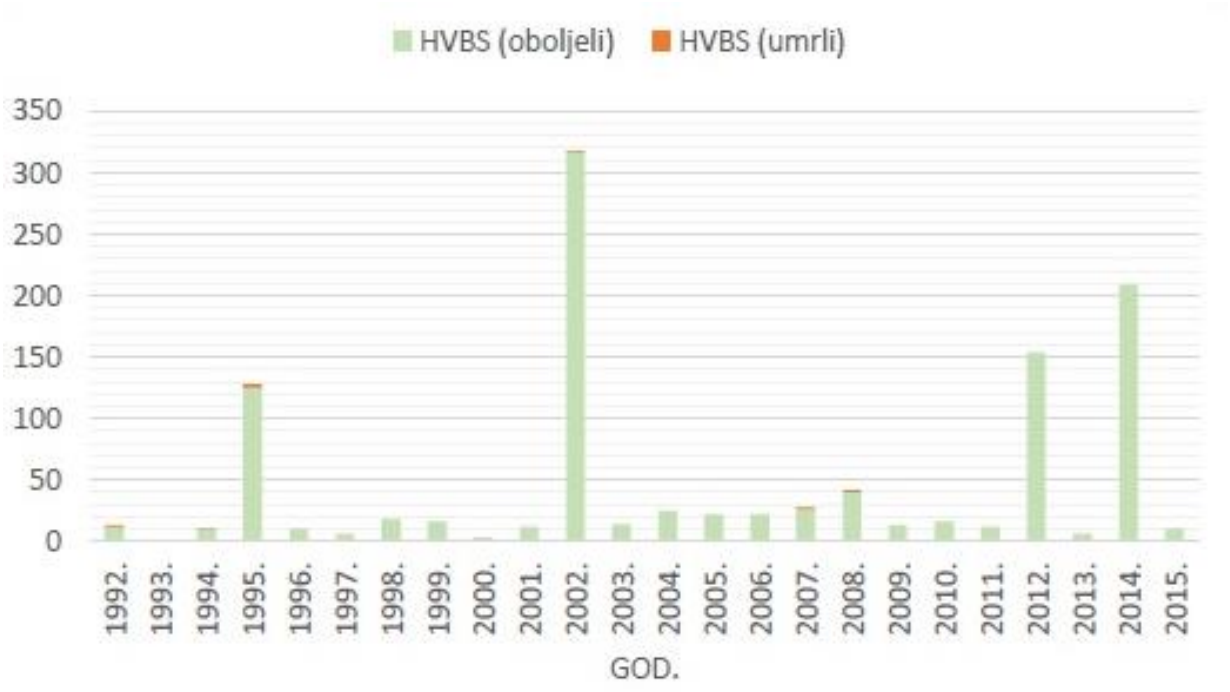
bolesti koje se održavaju pomoću rezervoara mišolikih glodavaca, konkretno, najučestalije Lymska borelioza, trihineloza i Q groznica, te leptospiroza i hemoragijska groznica s bubrežnim sindromom u kojih su zabilježeni smrtni ishodi. U daljnjem tekstu, reći ćemo nešto o njima.

Leptospiroza jest akutna zarazna bolest različitih vrsta domaćih i divljih životinja, te čovjeka.Uzročnici leptospiroze su različite serološke varijante leptorpira vrste Leptospira interrogans (Kuzele, 2011). Kod životinja, osobito sitnih glodavaca kao glavnih prijenosnika, leptospire se izlučuju urinom. Izravnim ili neizravnim kontaktom s inficiranim urinom ili tkivom, kontaktom s kontaminiranom vodom ili tlom čovjek se zarazi. Patogene bakterije ulaze u krvotok u kojem se razmnožavaju te putem krvi raznose po cijelom organizmu. Bolest se uglavnom pojavljuje u kasno ljeto i u ranu jesen, a simptomi praćeni ovom bolesti su povišena tjelesna temperatura, žutica, otok slezene, oštećenje jetre i bubrega. Ono što je još potrebno naglasiti jest to da leptospiroza varira od inaparentne do smrtonosne bolesti.



Grafikon 1. Prikaz godišnjeg broja oboljelih i umrlih od leptospiroze u Hrvatskoj za period od 1998.-2014. godine (Izvor: Bjedov *et al*., 2017)

Još jedna bolest koja s razlogom sa sobom nosi određenu zabrinutost jest hemoragijska vrućica s bubrežnim sindromom (HVBS), poznata također pod nazivom „mišja groznica“. Uzročnik ove bolesti je virus iz skupine Hanta-virusa (HTV), a prijenosnici ovog virusa su dakako mišoliki glodavci koji ih izlučuju u okolinu, najviše mokraćom i izmetom. Udisajem ekskreta ili unosom nečistim rukama ili hranom u usta dolazi do zaraze. Bolest se ne širi interhumanim prijenosom, te se manifestira pojavom vrućice, slabosti, mijalgije (napetost mišića), mučninom, hemoragijskim manifestacijama, zamućenim vidom i zahvaćenošću bubrežnog sustava (Bjedov*et al.,* 2017). Bolest je stalno prisutna, odnosno uzročnik prirodno kruži i održava se među glodavcima, s različitom učeštalošću od godine do godine. Drugim riječima bolest se javlja svakih nekoliko godina u obliku epidemija dok se pojedinačni slučajevi pojavljuju svake godine(Graf 2). U novije vrijeme, 2017.godine prema trgovačkom društvu „Hrvatske šume“, na području Medvednice i Olitvičkih jezera, zabilježena je visoka stopa zaraženosti malih glodavaca ovim virusom, te je također povećan broj oboljelih.



Grafikon 2. Prikaz godišnjeg broja oboljelih i umrlih od HVBS-a u Hrvatskoj za period od 1992.-2014. godine (izvor HZJZ 2016) (Izvor: Bjedov *et al.*,2017)

Mogućnosti liječenja bolesti prenesenih od strane sitnih glodavaca zasad su prilično ograničene (simptomatski, etiološki; antibioticima, hiperimunim sredstvima), no što valja primijeniti jesu mjere zaštite. Potencijalne mjere zaštite možemo podijeliti na specifične mjere i opće mjere. U specifične mjere smatramo cijepljenje protiv uzročnika bolesti, a pod opće mjere ubrajamo kontrolu brojnosti i redukciju glodavaca, dezinfekciju, tretiranje glodavaca u posebnim lovkama, izbjegavanje udisanja aerosola u prostorima u kojima su primjećeni glodavci, higijena ruku, edukacija stanovništva, korištenje repelentnih sredstava i adekvatne odjeće prilikom odlaska u prirodu te pregledavanje u povratku (Vucelja, 2013).

6. ZAKLJUČAK

Iz ovog rada može se zaključiti da su sitni glodavci od velike važnosti u šumskom ekosustavu. Osim brojnih korisnih uloga do većeg izričaja dolaze štete koje priskrbljuju. Čestim oštećivanjem sjemena i mladih biljaka glodavci otežavaju obnovu šuma, a samim time i potrajnost gospodarenja (Margaletić, 2004). U sastojinama u kojima nema kvalitetne obnove i potrajnog gospodarenja smanjuje im se vitalnost i kvaliteta, a samim time i općekorisne funkcije (Margaletič, 2004). Stoga glavni zadatak šumarske struke je da štiti prirodnu strukturu šume i omogući prirodnu obnovu, potrajnost, biološku raznolikost i stabilnost. Za održavanje sklada u šumskim ekosustavima, važno je držati brojnost populacije u normanim razmjerima, a analizom strukture populacija pojedinih vrsta, te utvrđivanjem intenziteta nastalih šteta na sjemenu i mladim biljkama, to je dakako moguće. Na osnovi dobivenih rezultata o brojnosti, te njihovu zaraženošću mikroorganizmima i parazitima, potrebno je pravovremeno poduzeti mjere zaštite ne samo u svrhu zaštite šuma, već i u svrhu zaštite zdravlja ljudi, te domaćih i divljih životinja. Iako se ponekad program zaštite ne čini opravdanim u usporedbi sa nastalom štetom, prevencija ipak slovi kao zlatno pravilo u zaštiti od raznolikih vrsta glodavaca, a preventivne metode koje se mogu činiti skupima u startu, zapravo su garancija u kontekstu potrajnog gospodarenja prirodnim resursima. Prema tome, redovitim praćenjem dinamike populacije sitnih glodavaca racionaliziraju se troškovi zaštite i obnove šuma, te se smanjuje utjecaj kemijskih sredstava na ostalu faunu šume (Margaletić 2004). U tom smislu redovita kontrola brojnosti populacija sitnih glodavaca može biti prilog zaštiti i očuvanju prirodnih šumskih ekosustava koja su obitavališta brojnim biljnim i životinjskim vrstama.

7. LITERATURA

Bjedov, L., 2015: Odnosi populacija sitnih glodavaca kao rezervoara prirodno-žarišnih zoonoza u šumskim ekosustavima obične bukve (*Fagus sylvatica*) u Republici Hrvatskoj. Doktorska disertacija. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str.9-40

Bjedov, L.; Vucelja, M.; Margaletić, J., 2017: Priručnik o glodavcima šuma Hrvatske. Sveučilište u Zagebu, Šumarski fakultet, Zavod za zaštitu šuma i lovno gospodarenje, str.23-44

Genjga, B., 2012: Sitni glodavci kao sastavni dio šumske zoucenoze. Sveučilište u Zagrebu. Diplomski rad. Šumarski fakultet, Zavod za zaštitu šuma i lovno gospodarenje,

Kuzele, T., 2011: Sitni glodavci kao dio šumske zoocenoze na području šumarije Gerovo 2011. Magistarski rad. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str.7-12

Margaletić, J., 2004: Dinamika populcija sitnih glodavaca u Hrvatskoj. Šumarski list 11-12/2004, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za zaštitu šuma i lovstvo, Zagreb, str. 599-607

Posarić, D., 2010: Najvažniji razlozi gubitka hrasta lužnjaka (Quercus robur L.) iz sastojina do dobi prvih proreda. Šumarski list 3-4/2010: 151-158, Zagreb, str.153

Videc, G., 2009: Sitni glodavci kao dio šumskog ekosustava Ivanščice. Magistarski rad. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str.7-14

Vucelja, M., 2013: Zaštita od glodavaca (Rodentia, Murinae, Arvicolinae) u šumama hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) – integrirani pristup i zoonotički aspekt. Doktorska disertacija. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str.46-57

Vucelja, M.; Margaletić, J.; Bjedov L.; Šango M.; Moro M., 2014.: Štete od sitnih glodavaca na stabljici i korijenu hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.). Šumarski list 5-6/2014: 283-291, Zagreb, str.284

*** URL: https://hr.wikipedia.org/wiki/Hemoragijska_groznica_s_bubre%C5%BEnim_sindromom (pristupljeno: 28.7.2018.)

*** URL: https://hr.wikipedia.org/wiki/Leptospiroza (pristupljeno: 28.7.2018.)

*** URL:http://www.hrsume.hr/index.php/hr/113-uncategorised/756-oprezno-u-sumu(pristupljeno: 31.7.2018.)