

SUZBIJANJE HRASTOVOG ČETNJAKA NA PRIMJERU GOSPODARENJA ŠUMA POKUPSKOG BAZENA 2018. GODINE

Rožman, Jelena

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Karlovac
University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:106215>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-31**



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
Karlovac University of Applied Sciences

Repository / Repozitorij:

[Repository of Karlovac University of Applied
Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
ODJEL LOVSTVA I ZAŠTITE PRIRODE
STUDIJ LOVSTVA I ZAŠTITE PRIRODE**

JELENA ROŽMAN

**SUZBIJANJE HRASTOVOG ČETNJAKA NA PRIJMERU
GOSPODARENJA ŠUMA POKUPSKOG BAZENA 2018.
GODINE.**

ZAVRŠNI RAD

KARLOVAC, 2022.

**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
ODJEL LOVSTVA I ZAŠTITE PRIRODE
STUDIJ LOVSTVA I ZAŠTITE PRIRODE**

JELENA ROŽMAN

**SUZBIJANJE HRASTOVOG ČETNJAKA NA PRIJMERU
GOSPODARENJA ŠUMA POKUPSKOG BAZENA 2018.
GODINE.**

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Marko Ožura, v.pred.

KARLOVAC, 2022.

PREDGOVOR

Izjavljujem da sam završni rad naslova *Suzbijanje hrastovog četnjaka na primjeru gospodarenja šuma Pokupskog bazena 2018. godine* izradila samostalno pod mentorstvom Marka Ožure, v.pred.

U radu sam primijenila metodologiju znanstvenoistraživačkoga rada i koristila literaturu koja je navedena na kraju završnoga rada. Tuđe spoznaje, stavove, zaključke, teorije i zakonitosti koje sam izravno ili parafrazirajući navela u završnome radu na uobičajen način citirala sam i povezala s korištenim bibliografskim jedinicama.

Zahvaljujem se roditeljima Damiru i Draženki, bratu Josipu i njegovoj ženi Marini za njihovu vječitu podršku te mentoru Marku Ožuri za potporu i pomoć oko ovog diplomskog rada.

Studentica: Jelena Rožman

SAŽETAK

SUZBIJANJE HRASTOVOG ČETNJAKA NA PRIJMERU GOSPODARENJA ŠUMA POKUPSKOG BAZENA 2018. GODINE

Prijelazom 2017. godine u 2018. u Republici Hrvatskoj zabilježena je za sada najveća brojnost populacije Hrastovog četnjaka (*T. Processionea*). Iako točan broj štetnika nije poznat, ukupna zabilježena zahvaćena površina 2018. godine iznosila je preko 7000 hektara površine Gospodarskih jedinica. Od čega 2173,31 hektara jest činilo područje poznato kao „Pokupski bazen“, odnosno kombinirano područje nizinskih šuma hrasta lužnjaka. Zbog svoje populacijske razine hrastov četnjak, unutar šuma Pokupskog bazena, doveo je dovoljno značajne štete golobrstom na hrastu lužnjaku (*Quercus robur*) te zbog štetnog djelovanja na ljudsko zdravlje Hrvatske šume odlučile su, uz potvrdu Ministarstva, poduzeti aviokemijsko tretiranje štetnika biološkim insekticidom Foray 48B sedmog i osmog Svibnja 2018. godine.

ABSTRACT

SUPPRESSION OF THE OAK PROCESSIONARY MOTH AT THE LOWLAND FORESTS OF „POKUPSKI BAZEN“ IN 2018

With the turn of the year from 2017. to 2018. the Republic of Croatia reported the, at that point, highest population of the Oak processionary moth (*T. Processionea*). Although the exact population numbers of said insect were not known, the affected area was surmised as being above 7000 hectares, of which 2173,31 hectares constituted the lowland forest area known as „Pokupski bazen“. Because of its population level; oak processionary moth caused a significant enough damage on the foliage of the common oak (*Quercus robur*) as well as posed a significant enough threat to human and animal health that the Croatian Forestry commission (Hrvatske šume), with the approval of Croatia's Ministry, decided that the act of aviation pesticide spraying with the insecticide Foray 48B was to be enacted on the seventh and eighth of May, 2018.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Zaštita šuma	1
1.1.1. Šumski štetnici	2
1.2. <i>Thamnetopoea processionea</i> L. - hrastov četnjak	3
1.2.1. Morfologija i biologija četnjaka	3
1.2.2. Štetni utjecaj četnjaka	4
1.3. Zaštita šuma ili zaštita prirode	7
1.4. Sušenje šuma	9
2. RASPRAVA	11
2.1. Metode suzbijanja štetnika	11
2.2. Mehaničke metode	11
2.3. Biološke metode	11
2.4. Kemijske metode	13
2.4.1. Feromonske lovke	13
2.4.2. Insekticidi	13
2.4.3. Ručne prskalice	15
2.4.4. Atomizeri	17
2.5. Aviotretiranje	18
2.5.1. Potrebni radovi i izvještaji prije aviokemijskog tretiranja štetnika	18
2.5.2. Faktori od posebne važnosti za aviotretiranje	19
2.5.2.1. <i>Gradacijske faze</i>	20
2.5.2.2. <i>Kritični broj</i>	21
2.5.3. Utvrđivanje uspjeha	21
3. MJESTO ISTRAŽIVANJA	24
3.1. Geografska obilježja Pokupskog bazena	24
3.2. Klimatska obilježja Pokupskog bazena	24
3.3. Vegetacijske zajednice unutar Pokupskog bazena	25
3.4. Posebne mjere zaštite unutar Pokupskog bazena	26
4. MATERIJALI I METODE	27
4.1. Foray 48B	27

5. REZULTATI.....	28
5.1. Zahvaćena i tretirana područja	28
5.1.1. Jastrebarski lugovi.....	28
5.1.2. Pisarovinski lugovi	30
5.1.3. Rečički lugovi	32
5.1.4. Draganički lugovi	34
6. ZAKLJUČAK.....	37
7. LITERATURA	38

POPIS PRILOGA

Popis slika

Slika 1. Životni ciklus hrastovog četnjaka	3
Slika 2. Hrastovi četnjaci	4
Slika 3. Golobrst izazvan hranjenjem <i>T. processionea</i>	5
Slika 4. Primjer urtikarija na koži	6
Slika 5. Alergijska reakcija na thaumetopoein u psa	6
Slika 6. Tijelo gusjenice gubara nakon uginuća od poliedrije	12
Slika 7. Dijagram ručne prskalice	15
Slika 8. Vrste mlaznica	16
Slika 9. Skica kontrolne ploče.....	22
Slika 10. Kartografski prikaz zahvaćenih i tretiranih kompleksa u GJ "Jastrebarski lugovi".....	29
Slika 11. Kartografski prikaz zahvaćenih i tretiranih kompleksa u GJ "Pisarovinski lugovi"	31
Slika 12. Kartografski prikaz zahvaćenih i tretiranih kompleksa u GJ "Rečički lugovi"	33
Slika 13. Kartografski prikaz zahvaćenih i tretiranih kompleksa u GJ "Draganički lugovi"	35

Popis grafikona

Grafikon 1. Omjer zahvaćene i nezahvaćene površine u GJ "Jastrebarski lugovi"	28
Grafikon 2. Omjer zahvaćene i nezahvaćene površine u GJ "Pisarovinski lugovi"	30
Grafikon 3. Omjer zahvaćene i nezahvaćene površine GJ "Rečički lugovi"	32
Grafikon 4. Omjer zahvaćene i nezahvaćene površine GJ "Draganički lugovi"	34
Grafikon 5. Omjer zahvaćenih površina po gospodarskim jedinicama	36

1. UVOD

1.1. Zaštita šuma

Zakon o šumama definira zaštitu šuma kao „skup mjera koje su dužne poduzimati osobe koje gospodare šumama radi zaštite šuma od požara, drugih elementarnih nepogoda, štetnih organizama i štetnih antropogenih utjecaja.“(NN 68/2018). Metode zaštite dijele se na preventivne, represivne, biološke i integrirane. Temelj svih drugih vrsta zaštitnih mjera su preventivne, a provode se radi podizanja otpornosti sastojina i prevencije šteta od bolesti i štetnika. Otpornost ili rezistencija stabla usko je povezana sa štetama koje mogu nastati od bolesti ili drugih štetnika. Stabla sa umanjenom otpornosti podložnija su napadima štetnika. Znatatn utjecaj na pojavu štetnika ima i struktura sastojina te provedba šumskouzgojnih mjera. Nepravilnosti u provedbi šumskouzgojnih mjera ili odstupanje od njihovih pravilnih postupaka mogu imati negativne posljedice na zdravstveno stanje i otpornost sastojina.

Uz otpornost individualnog stabla važno je povećati i otpornu snagu cijele šumske biocenoze što je ujedno i najefikasnija šumskouzgojna mjera. Naime, šume mješovitog karaktera u sebi sadržavaju veću bioraznolikost grmlja i stabala dok će individualnih stabala (u kontekstu ovog rada: hrast) biti u manjem broju. Smanjena količina jedne vrste rezultirati će i manjim brojem štetnika za tu vrstu zbog nedostatka hrane i prostora za razmnožavanje. Šume koje imaju raznoliku faunu insekata pružaju mogućnost razvitka brojnih polifagnih vrsta koji parazitiraju na različitim fazama insekata. Suprotno tome su sastojine čistog karaktera, koje, zbog smanjene raznolikosti biljnih vrsta nemaju povoljne uvjete za razvitak potencijalnih predatorskih vrsta. Ovakve šume su u povećanoj opasnosti od štetnika jer u takvim sastojinama postoje optimalni uvjeti za njihov neometani razvitak. U takvim specifičnim slučajevima u sastojinu se umjetno unose neprijatelji štetnika ako u sastojini postoje uvjeti da takve vrste opstanu.

U Republici Hrvatskoj najrasprostranjenije i gospodarski najvrjednije vrste hrasta obitavaju u šumskim zajednicama hrasta lužnjaka i velike žutilovke, hrasta lužnjaka i običnog graba i hrasta kitnjaka i običnog graba hrasta kitnjaka i pitomog kestena. Staništa hrasta lužnjaka nalaze se u nizinskim područjima na vlažnim staništima uz

velike rijeke. Hrast je heliofilna vrsta stoga se hrastovim sastojinama gospodari regularnim načinom. Lužnjaku je za rast potrebno omogućiti duboko tlo koje je dobro mineralizirano. Obje vrste su osjetljive na kasne proljetne mrazove, iako zbog kasnijeg tjeranja izbojaka lužnjak je u manjoj opasnosti od kitnjaka. Hrast kitnjak raste na brežuljkastima i brdskim područjima. Rezistencija je slična kao i kod lužnjaka s time da je kitnjak osjetljiviji na niske temperature. Od ostalih vrsta hrasta gospodarske vrijednosti koje pronalazimo u RH su hrast medunac (*Quercus pubescens* L.), cer (*Quercus cerris* L.), hrast crnika (*Quercus ilex*) i sladun (*Quercus frainetto* Ten.) (VAJDA, 1983.)

Svi radovi koji se provode u mladim sastojinama lužnjaka, utječu na formiranje strukture sastojine kroz horizontalni i vertikalni raspored (etaže) stabala jer je biološki potencijal mladih sastojina velik. Takvi radovi kulminiraju sa visinskim, debljinskim i volumnim prirastom. (HRVATSKE ŠUME, 2017.)

1.1.1. Šumski štetnici

Šumski štetnici mogu izazvati ekstremne štete u gospodarskim šumama i njihovim prirodnim resursima. Štete na prirodnim resursima rezultiraju paralelno i sa ekonomskim štetama te štetama na bioraznolikost unutar šumskih zajednica. Štete na stablima ovise i o vremenskom faktoru; npr. štetnici koji su se hranili mladim lišćem na stablima pri početku sezone rasta drveća (proljeće) većinski naprave manju štetu nego štetnici koji su se hranili pri sredini ili kraju razdoblja za rast (preveliko hranjenje tim vremenskim periodima može rezultirati u uništenju stabla zbog suše (tijekom ljeta) ili zbog hladnoće (kasna jesen, zima). (CHARLES i sur., 1988.) Neadekvatno gospodarenje i nedovoljna zaštita stabala i sastojina rezultirati će smanjenim prirastom zbog šteta na ili u stablu uključujući štete na korjenju, kori, listovima, izbojcima te na mladim stablima koja nisu dovršila rast i razvila adekvatnu otpornost na štetnike.

Štete na hrastu izazivaju brojni biljni i animalni štetnici. Štete mogu nastati na svakom dijelu stabla, a količina štete ovisi o intenzitetu napada. Cvijet je u opasnosti od napada ose šiškariće (*Cynipida Andricus fecundator* Htg.) te vjeverica. Hrastovo sjeme u krošnjama napadaju vjeverice, hrastovi gubari, hrastovi četnjaci, hrastovi savijači, a na šumskom tlu divljač te miševi. Izbojke na mladim hrastovima oštećuju

uz prije spomenute prirodne neprijatelje i kukci iz roda *Chantaridae*, potkornjaci, polifagne gusjenice kukavičjeg suznika te hrastov buhač. (VAJDA, 1983.)

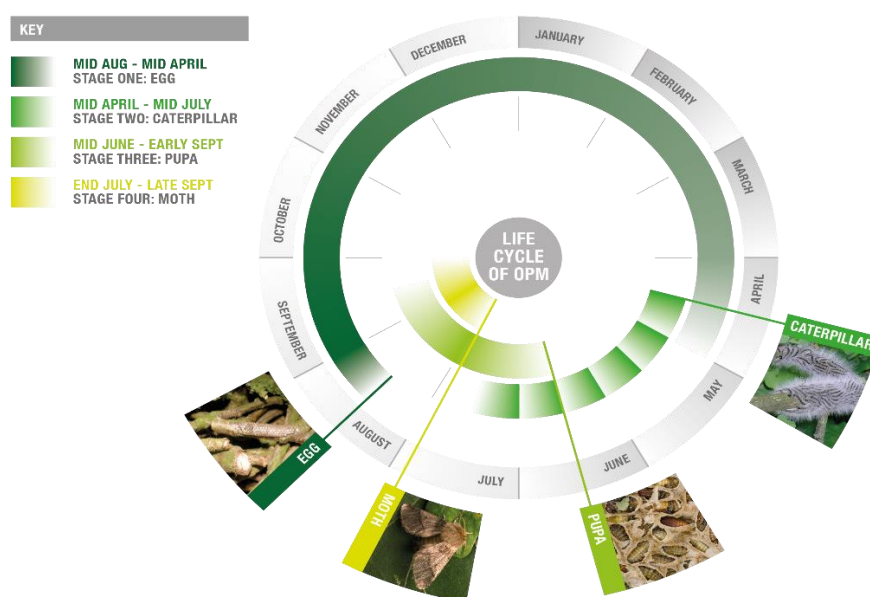
1.2. *Thaumetopoea processionea* L. - hrastov četnjak

Hrastov četnjak je autohtoni Hrvatski štetnik koji se javlja u hrastovim šumama, iako rijetko. Gusjenice ovog štetnika se od travnja do lipnja mogu naći na deblima i granama isključivo hrastovih stabala. (MATOŠEVIĆ, 2017.)

1.2.1. Morfologija i biologija četnjaka

Hrastov četnjak (*Thaumetopoea processionea* L.) pripada carstvu *Animalia* (životinje), koljenu *Arthropoda* (člankonošci), razredu *Insecta* (insekti), podrazredu *Pterygota* (krilati kukci), nadredu *Neuropteroidea* (mrežokrilci), redu *Lepidoptera* (leptiri) porodici *Thaumetopoeidae* (prelci četnjaci).

Životni ciklus ovih kukaca započinje od faze jajašaca koje ženka polaže u skupini na glatkoj kori grana ili na mladom drveću (koje već ima glatku koru) u visini oko 2m. Polaže ih u 7-8 redova i to tako da je srednji najdulji. U jednoj se skupini nalazi 100-200 jaja. Jaja su prilijepljena za podlogu i pokrivena ljepilom i ljuskama zatka ženke. Legla su sive boje i sposobna su prezimiti (HRAŠOVEC, 2004.).



Slika 1. Životni ciklus hrastovog četnjaka ©Forest Research 2022 (https://cdn.forestresearch.gov.uk/2022/02/moth_diagram_v1.png)

U proljeće izlaze gusjenice i počinju sa hranjenjem. Kada započnu hranjenje svrstavaju se u niz; jedna iza druge pri čemu jedna gusjenica zauzima titulu vođe a ostale se iza nje kreću u dvije ili više kolona. Zbog takve vrste kretanja i hranjenja dobili su specifičan naziv četnjaka. Hrane se samo noću dok se po danu smještaju na zaštićenim dijelovima debla gdje načine rijetki zapredak koji raste ovisno o rastu gusjenica. Hranjenje traje od travnja do kraja lipnja, ovisno o vremenskim prilikama. Kada završe s hranjenjem vraćaju se u „gnijezdo“ istim putem kojim su i krenule iz njega. (AMMAN,1971.) Pred kukuljenje gusjenice se skupljaju u svom „gnijezdu“ gdje prvo načine tvrdi kokon u kojem zatim započinju proces metamorfoze. Taj stadij traje 2-3 tjedana. (HRAŠOVEC, 2004.).

Leptiri predstavljaju adultni stadij, a pojavljuju se u srpnju i kolovozu. Oba spola su sposobna daleko letjeti, međutim taj let je neprimjetan jer imaju veoma kratak životni vijek. Ženke za odlaganje jajašaca fokusiraju se na mjesta sa mnogo topline i sunca poput rubova šuma, parkova, drvoreda – mjesta na kojima borave ljudi. (MATOŠEVIĆ, 2017.)



*Slika 2. Hrastovi četnjaci ©Štetnici HR
(https://stetnici.blob.core.windows.net/web/post_images/340.jpg)*

1.2.2. Štetni utjecaj četnjaka

Štetni utjecaj četnjaka manifestira se na dva glavna načina: štetom na hrast golobrstom ili defolijacijom i štetom na ljudsko, odnosno životinjsko zdravlje kao posljedica svoje biološke obrambene građe.

Zbog svojeg načina prehrane hrastov četnjak može prouzrokovati golobrst na stablu. Takav utjecaj je rijetko fatalan za stablo osim ako je populacija na samom stablu viša nego što je ono sposobno pretrpiti. Ukoliko hranjenje rezultira višestrukim golobrstom takav efekt će rezultirati odumiranjem zahvaćenog stabla.(TOMICZEK i sur., 2007) Problematika djelovanja hrastovog četnjaka je u tome što njegovo hranjenje i oštećenje stabla ostavlja stablo oslabljenim i podobnijim napadu drugih štetnika.(BAYLISS i sur. 2015.)



Slika 3. Golobrst izazvan hranjenjem *T. processionea* ©Louis-Michel Nageleisen (https://danubeforesthealth.eu/vrste_slika.ashx?sirina=640&visina=640&zapst=48

1)

Veći problem međutim je djelovanje hrastovog četnjaka na ljudsko odnosno životinjsko zdravlje. Gusjenice na sebi imaju sitne dlačice, koje sadrže spoj thaumetopoein, koji može izazvati jaku alergijsku reakciju. Kada gusjenice osjete opasnost, dlačice se lome i, nošene vjetrom, slete na kožu kod ljudi, odnosno životinja. Same dlačice su ušiljene i imaju kukice pomoću kojih se ubuše u kožu. Reakcije na koži manifestiraju se izgledom poput urtikarija, odnosno dermatitisa. Alergijska reakcija na thaumetopoein može dovesti do komplikacija ukoliko dlačice dođu u kontakt sa sluznicama. Prilikom konatka dlačica sa sluznicama thaumetopoein može izazvati anafilaktički šok, a u ekstremnim slučajevima i smrt. (MATOŠEVIĆ, 2017.)



Slika 4. Primjer urtikarija na koži ©Forest Research 2022
(https://cdn.forestresearch.gov.uk/2022/02/opm_rash_on_elbow-scaled.jpg)

Životinje najpodložnije efektima hrastovog četnjaka su one koje borave u blizini hrastovih šuma ili parkova uključujući pse, mačke, srne, jelene, svinje te ostali domaći odnosno divlji preživaci. Psi i mačke mogu doći u kontakt sa gusjenicama direktno ako ih udahnu ili ako ih dotaknu sa šapama. Životinje zatim jezikom olizuju zahvaćeno mjesto kako bi umanjile efekt dermatitisa i pritom transportiraju dlačice u nosnu ili usnu šupljinu. Rezultat tome je iritacija lokalnog tkiva što se manifestira sa otečenosti koje nerijetko rezultira gušenjem. Preživaci u kontakt s dlačicama dolaze u blizini zaraženog hrasta gdje, tijekom hranjenja udahnu veliku količinu dlačica ili im upadnu u očnu ili ušnu šupljinu dok leže ispod stabla. Rezultat alergijske reakcije može biti fatalan za životinje zbog komplikacije gušenja. (FOREST RESEARCH, 2022.)



Slika 5. Alergijska reakcija na thaumetopoein u psa ©CampervanPup (<https://i2-prod.getsurrey.co.uk/incoming/article14592062.ece/ALTERNATES/s615b/Dpg.jpg>)

1.3. Zaštita šuma ili zaštita prirode

U pojmu uzgoja i zaštite šuma i šumskih područja potrebno je ustanoviti kakva su šumska područja ovisno o njihovim svrhama. Primarna podjela prema namjeni su šume gospodarskih namjena te šume s posebnim namjenama (rezervati, park-šume, prašume). Glavni cilj gospodarenja unutar gospodarskih šumskih jedinica je maksimalan mogući prirast stabla (u kontekstu ovog rada: hrast) uz minimaliziranu štetu okolnim biljnim zajednicama. Drugim riječima, cilj takvog gospodarenja jest održavanje ravnoteže između sveukupne proizvodnje biomase i opće koristi šuma na način da se korištenjem dijela biomase održava trajna proizvodnja svih koristi od šuma. Ovaj tip gospodarenja smatra se idealnim gospodarenjem svih gospodarski iskoristivih šumskih jedinica zbog toga što je šuma po svojoj prirodi obnovljivi resurs. Takvo gospodarenje, prema Zakonu o šumama, definira se kao održivo gospodarenje (HRVATSKE ŠUME, 2017.).

Ciljevi gospodarenja gospodarskim sjemenjačama hrasta lužnjaka/kitnjaka obuhvaćaju:

1. Očuvanje i unapređenje općekorisnih funkcija šuma; proizvodnja najkvalitetnijih i najpravičnije građenih stabala (pravilnih oblika godova sa centričnim srcem, ravnim „žicama“ i jednolične zlatno-žute do zelenkasto-smeđe boje)
2. Proizvodnja ostalih drvnih i nedrvnih šumskih proizvoda
3. Postizanje normaliteta radi potrajnosti i usmjeravanje razvoja sastojina prema normalnom stanju uz kvalitetno i pravovremenski izvršene radove u svrhu njege i obnove sastojina
4. Očuvanje i unapređenje biološke i krajobrazne raznolikosti.

Lisnojedne vrste unutar gospodarskih šuma, ukoliko se populacijski broj otme kontroli, od ekstremno su negativne važnosti. ANDROIĆ (1965.) navodi sljedeće efekte golobrista od strane štetnika: pomladno razdoblje podužuje se za 3-5 godina, planovi vezani za sječju i uzgoj budu poremećeni i dovršni sjekovi se odgađaju. U mladim i srednjodobnim sastojinama hrasta, golobrist često promjeni omjer smjese šumskih jedinki te manje vrijedne vrste drveća postanu dominantne. Rezultat golobrista jest gubitak vrijednosti drvne mase. Osim lisnojednih vrsta u gospodarskim šumama, opasne insektne vrste spram čovjeka i životinja (krpelji,

komarci, otrovne i iritacijske gusjenice) moraju se kontrolirati zbog raznih bolesti i efekta na zdravlje koje takve vrste mogu uzrokovati.

Suprotno od gospodarski vrijednih šumskih jedinica nalazimo šume s posebnom namjenom. Razlike između ovih dvaju vrsta često su drastične. U šumama s posebnom namjenom (primarno šume unutar parkova priroda, nacionalnim parkovima te posebnim šumskim rezervatima i park-šumama) većina gospodarskih zahvata zabranjeni su Zakonom o zaštiti prirode. Cilj gospodarenja šumama s posebnom namjenom nije prirast i gospodarski rast stabala nego zaštita i očuvanje specifičnih animalnih i biljnih vrsta ili održavanja specifičnih uvjeta unutar takvih šuma. Drugim riječima, zbog minimaliziranog broja zahvata unutar takvih zajednica bioraznolikost je značajno uvećana nego u stanardnim gospodarskim šumama. (HRVATSKE ŠUME, 2017.)

Primjeri pozitivnih strana potencijalo opasnih vrsta i efekata unutar šuma s posebnom namjenom:

Primjer 1. „Mrtvo“ stablo:

Stablo koje je palo na zemlju zbog efekta truljenja ili sušenja unutar gospodarski vrijednih jedinica uklonit će se iz sastojine jer nema gospodarske vrijednosti te zauzima prostor mladim jedinkama u fazi rasta. Suprotno tome, u šumama s posebnom namjenom „mrtvo“ stablo na zemlji idealna je lokacija kao izvor hrane i skloništa određenim vrstama kukaca i sitnih životinjama te se stoga takva stabla ne uklanjaju.

Primjer 2: Potencijalno opasne vrste u šumama s posebnom namjenom povećavaju bioraznolikost

Suprotno od gospodarskih šuma, opasne vrste insekata i životinja u šumama s posebnom namjenom predstavljaju bioraznolikost. „Opasne vrste“ u ovom primjeru odnose se na vrste koje u gospodarskim šumama mogu napraviti ekonomsku štetu, ali u šumama s posebnom namjenom se toleriraju dok njihov broj ne počne ugrožavati ostatak flore i faune.

Gospodarski zahvati poput sječe, uklanjanje stabala koje je palo na zemlju dozvoljeni su samo ako predstavljaju potencijalnu opasnost za ljudske aktivnosti. (Ako je stablo palo na cestu/stazu ili na električne žice ili ako stablo svojim rastom

potencijalno predstavlja opasnost tijekom vožnje u prometu). Aviotretiranje štetnika parkova, izletišta i drugih šuma s posebnom namjenom izvodi se zbog estetskih ili higijenskih razloga. (ANDROIĆ, 1965.)

1.4. Sušenje šuma

Brojni biotički i abiotički čimbenici utječu na zdravlje i stanje šuma i šumskih zajednica. Klima, stanje tla i animalne zajednice usko su povezane međusobno te svaka ovisi o drugoj. Ukoliko dođe do poremetnje nekog od čimbenika prilikom nekog kalamiteta (ekstremni vremenski uvjeti, požari, neregulirana sječa...) rezultat toga će biti reverzibilne ili, u ekstremnim slučajevima, irreverzibilne posljedice na šumu. Jedna od tih posljedica jest masovno propadanje stabala prilikom suše.

Sušenje šuma kompleksan je problem kojemu pridonose brojni čimbenici, a ne jedan samostalno. SPAIĆ (1974.) u svome radu „*O sušenju hrasta*“ navodi sljedeće faktore koji mogu dovesti do pojave suše:

1. Gljivične bolesti, specifično, pepelnica uzrokovana uzročnikom *Microsphaera alphitoides*. Ova specifična vrsta pepelnice napada sve vrste hrastova. U normalnim uvjetima pepelnica ne napravi značajnu štetu, ali u kombinaciji sa posljedicama hranjenja defolijatorskih vrsta pepelnica može rezultirati značajnom štetom na mladim jedinkama u fazi razvitka.

2. Podzolizacija tla. Kao i kod svih drugih abiotičkih čimbenika, poremetnja kemijskih i fizikalnih svojstava tla utjecati će na rast i razvoj stabala. Dodavanje pepela, odnosno podzolizacijom tla može se negativno utjecati na razvoj stabala. ANDROIĆ (1982.) u svome radu „*Aktualna problematika zaštite šuma u nas*“ navodi da „Podzolacija tla ne dolazi u obzir kao uzročnik sušenja“, ali smatra da sušenje šuma ima korelaciju sa anaerobnim uvjetima te da treba nastaviti istraživanje vode u tlu i nastaviti monitoring kvalitete vode.

3. Poplave. Voda koja dugo stagnira u nizinskim područjima često rezultira negativnim posljedicama na hrast. Iako je hrast otporna vrsta koja je sposobna tolerirati stagnaciju vode čak i do 10 mjeseci, ukoliko područje koje je jednom bilo

poplavljeno bude poplavljeno i sljedeće godine velik broj stabala će se rapidno osušiti.(SPAIĆ, 1974.)

KAPEC (2006.) navodi kako, u primjeru šume Žutice, „...sušenju (šume) uvijek su prethodile ekstremne poplave“. U svom primjeru smatra da ekstremne poplave su nastale zbog sušnog razdoblja uzrokovano djelovanjem velikog broja defolijacijskih vrsta.

4. Kombinirano djelovanja gusjenica i pepelnice

5. Nekvalitetne šumouzgajne mjere. Šume niske kvalitete (guste šume sa nekvalitetnim i nerazvijenim krošnjama) podložnije su negativnim efektima

6. Klima. Promjena klimatskih uvjeta zamjećena je početkom 20. stoljeća. Temperaturni faktor klime porastao je razvojem industrije. Ovaj faktor danas je poznatiji kao efekt staklenika i globalno zatopljenje.

Efekti koji utječu na sušenje šuma direktno su i povezani sa brojnosti korisnih i štetnih insekata. Insekti preferiraju vlažna, topla područja jer im omogućuju idealan prostor za hranjenje i razmnožavanje.

Efekti suše i prisustvo insekata usko su povezani. Masovna razmnožavanja insekata često slijede nakon perioda ekstremnih suša. Šuma, oslabljena od nedostatka vode postaje mjesto na kojemu insekti lagano pronalaze hranu uz minimalan otpor, ali u tome i stvaraju problematiku samima sebi. Svaka gusjenica ima individualne potrebe za hranom, a zbog manjka samoregulacije populacije gusjenice u kombinaciji sa drugim abiotičkim faktorima stablo mogu dovesti do golobrsta i potpunog uništenja. Rezultat tome je situacija u kojoj insekti zatim nemaju olakšan pristup hrani što ih prisiljava u potragu za novim staništem. Masovan broj insekata ujedno i znači da određena količina njih nije imala mogućnost adekvatnog hranjenja što je rezultiralo oslabljenim i degenerativnim jedinkama. Uz manjak hrane specifičan za njih isto tako povećava se i broj prirodnih neprijatelja. Zbog golobrsta i nedostatka zaštite krošnji, ptice imaju olakšan pristup gusjenicama, a parazitarne vrste imaju na raspolaganju veći broj nezaštićenih gusjenica u koje mogu položiti jajašca.

2. Rasprava

2.1. Metode suzbijanja štetnika

Suzbijanje *T. processionea* provodi se pomoću kemijskih metoda poput insekticida i feromonskih zamki te fizičkim odnosno mehaničkim uklanjanjem gnijezda. Od prirodnih predatora spominju se slijedeće vrste.: kornjaši (*Coleoptera*) i polukrilci (*Hemiptera*). Obje vrste primarno napadaju *T. processionea* u gusjeničnom obliku. Od parazitarnih vrsti koje napadaju hrastovog četnjaka spominju se ose najeznice i muhe gusjeničarke (HRAŠOVEC, 2005.). Od bolesti posebnu važnost ima virusna bolest poliedrija, a od bakterijskih parazita bakterije iz roda *Streptococcus* (VAJDA, 1974.).

2.2. Mehaničke metode

Suzbijanje hrastovog četnjaka fizičkim metoda uključuje uklanjanje odnosno uništavanje njihovih gnijezda. Najefikasnija i najsigurnija metoda uklanjanja gnijezda je usisavanje gnijezda usisivačima sa filterima koji onemogućavaju daljnji let dlačica. Ova metoda ne prakticira se u Hrvatskoj, ali je jedna od metoda koja se provodi u Velikoj Britaniji. Gnijezda se mogu ukloniti ručno, međutim ta metoda nije adekvatna zbog već prije spomenute alergenske tvari. Ukoliko se gnijezda uklanjaju ručno potpuna zaštita lica, tijela i posebno dišnih puteva je od ekstremne važnosti. Uništavanje gnijezda najefikasnije je u periodu od lipnja do kolovoza jer u tome vremenskom razdoblju većina gusjenica su se učahurile i pretvorile u stadij pupe.(FOREST RESEARCH, 2022.)

2.3. Biološke metode

Biološke metode suzbijanja četnjaka obuhvaćaju prije spomenuto pravilno održavanje hrastovih sastojina te njihove prirodne predatore odnosno parazite. Biološke metode suzbijanja insekata imaju prednosti od drugih metoda jer, u pravilu, imaju sposobnosti samoregulacije. Ptice koje se hrane gusjenicama specifične vrste neće istrijebiti populaciju jer su kognitivno sposobne razumijeti da im je to primarni izvor hrane. Uz to, biološke metode neće rezultirati uginućem drugih korisnih vrsta kao potencijalno kod korištenja kemijskih sredstava. (VAJDA, 1974.)

Muhe gusjeničarke (fam. *Tachinidae*) su paraziti brojnih šumskih štetnika. Muhe iz ove porodice polažu jajašca unutar gnijezda larvalnog oblika hrastovog

četnjaka. Ličinke muha gusjeničaraka se hrane na gusjenicama drugih vrsta (primarno leptira) isisavajući prvo krv, a zatim i ostale unutarnje organe. (HRAŠOVEC, 2004.). Iako su u pravilu korisne, ukoliko se ne reguliraju, muhe gusjeničarke mogu dovesti do negativnih efekata zbog prevelike populacije; odnosno, započet će parazitirati u korisnim vrstama. Kako bi spriječili negativne efekte potrebno je adekvatno gospodariti šumama kako ne bi došlo do smanjenja bioraznolikosti. Uz predatorske i parazitarne vrste insekata kao prirodne neprijatelje nalaze se i ptice kukavice čiji su preferirani oblici prehrane gusjenice.

Hrastov četnjak, kao i svi drugi članovi porodice leptira posebice su osjetljivi na bolest poliedriju. U pitanju je virusna bolest koja je izrazito letalna za njih. Bolest napada gusjenice na nivou krvnih zrnaca koje u potpunosti razori. Nakon krvnih zrnaca bolest zahvati i sve unutrašnje organe koje jednako tako uništi. (HRAŠOVEC, 2004.) U grubome smislu, ova bolest „otopi“ unutrašnjost gusjenice, a truplo gusjenice ostane visiti na grani pričvršćene samo prvim parom trbušnih nogu. Bolest je prenosiva i na potomstvo. Ciklus bolesti poliedrije započinje kada gusjenica tijekom hranjenja unese u sebe patogenog uzročnika. Nakon progresije bolesti i smrti nosioca truplo zaražene jedinice ostane na grani gdje se zatim rastaloži. Taloženjem trupla uzročnik se ponovno ispušta u okolinu gdje se nove jedinice dolaze hraniti (TNAU, 2016.).



*Slika 6. Tijelo gusjenice gubara nakon uginuća od poliedrije ©TNAU 2016
(http://agritech.tnau.ac.in/crop_protection/crop_prot_bio_mass_virus_clip_image002_0001.jpg)*

2.4. Kemijske metode

2.4.1. Feromonske lovke

Feromoni su kemijski spojevi koje insekti koriste kao način komunikacije; pomoću njih signaliziraju drugim članovima populacije ukoliko je predatorska vrsta u blizini, kako bi pronašli hranu ili kako bi privukli druge članove u svrhu parenja. (NPIC, 2021.) Uz generalne funkcije feromona možemo spomenuti i specijalizirane feromone: agregacijske (feromone koji šalju signal drugim članovima vrste kako bi se svi mogli nakupiti na jednom mjestu) te feromone za označavanje puteva kojima se insekt kreće. Feromonske lovke, iako se mogu koristiti kao jedna od mjera suzbijanja primarno se koriste kao metoda prebrojavanja populacije insekata.

Mogu se koristiti na nekoliko načina: za detekciju insekata u ranijem razdoblju godine, kao cijelogodišnji monitoring broja populacije ili direktno odvajanje insekata od zahvaćene površine pomoću feromonskih i insekticidnih lovki. (MAJUMDAR i REED, 2013.) U svrhu monitoringa i suzbijanja hrastovog četnjaka koriste se dvije vrste lovki: „delta“ lovke i „lijevak“ lovke, a feromon koji se koristi u lovkama je seksualni feromon kojeg ispušta ženka i koji se može sintetski proizvesti.

2.4.2. Insekticidi

Insekticidi su otrovne tvari pomoću kojih suzbijamo štetne insekte; oni su podvrsta zooicidnih pesticida. Sva sredstva za zaštitu bilja (pesticidi, insekticidi, fungicidi...) moraju biti registrirana i moraju biti odobrena od strane ministarstva prije nego što se mogu staviti na tržište. (BOKULIĆ i sur, 2015.) Efektivnost insekticida uveliko ovisi o njegovoj toksičnosti i stabilnosti. Naime, insekticid mora biti dovoljno toksičan kako bi imao efekt na štetnika, ali mora biti i dovoljno stabilan. Pod „stabilan“ podrazumijevamo sljedeće: insekticid mora biti relativno ne toksičan ili potpuno ne toksičan za lokalnu biljnu zajednicu na kojoj se planira iskoristiti. Stabilnost insekticida predstavlja njegovu duljinu razlaganja; ukoliko insekticid nije stabilan, vremenski period razlaganja je kratak. Ovaj faktor je problematičan ukoliko se koriste insekticidi koji sadrže ljudski i ekološki štetne tvari u sebi poput arsenovih soli olova, bakra ili kalcija. (VAJDA, 1974.) Period razlaganja insekticida se smanjio kako su se razvili noviji, ekološki prihvatljiviji insekticidi.

Podjela insekticida varira od autora; VAJDA (1974.) podjelio je insekticide prema vrsti nastanka kao anorganske i sintetičke insekticide te prema načinu ulaženja u tijelo insekata na kontaktne, dišne i želučane. BOKULIĆ i sur. (2015.) insekticide su razvrstali na četiri podije:

1. Prema načinu djelovanja na sistemичne i nesistemичne.
2. Prema načinu primjene na sredstva za tretiranje raznih površina/biljaka.
3. Prema podrijetlu insekticida na kemijske, biotehničke i biološke
4. Prema mehanizmu djelovanja na insekticide nervnog sustava, inhibitore rasta, mikrobiološke insekticide i insekticide respiratornog sustava.

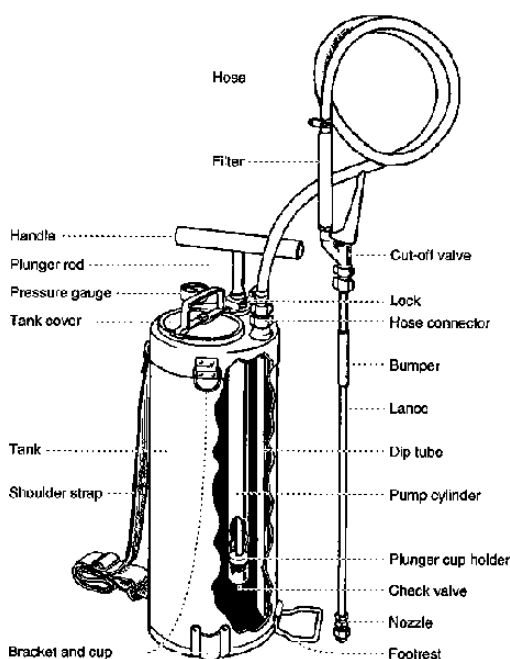
Kontaktni insekticidi svoje djelovanje započinju kada insekt dođe u direktni kontakt s njima, a njihovo djelovanje je izuzetno brzo. Dlakave gusjenice poput hrastovog četnjaka ugibaju tek kada njihova trbušna strana dođe u kontakt s otrovom. Želučani insekticidi koriste se protiv gusjenica koje se hrane na listovima stabala. Takvi insekticidi nemaju efekt na druge insekte koji nemaju sposobnost žvakanja. (VAJDA, 1974.) S obzirom na formulaciju sredstava razlikujemo tekuće (emulzije, koncentрати) i krute (prah, granule) oblike sredstava. Kako bi se proces tretiranja površine izveo potrebno je dobiti **škropivo**. Odnosno, potrebno je izračunati idealan omjer sredstva i tekućine u kojoj se sredstvo razrijeđuje. Tekuća sredstva miješaju se sa vodom. Sredstva u prašnom obliku potrebno je u zasebnoj posudi pomiješati sa vodom kako bi se postigla gusta konzistencija koja se zatim može razrijediti vodom kao i tekući oblici. Cilj razrijeđivanja sredstava je postizanje **doze**, odnosno količine sredstva koja se planira primjenjivati po jedinici površine. (BOKULIĆ i sur., 2015.) Način primjene sredstva ovisi o pripremi sredstava kao i formulaciji. Prskanje, polijevanje te orošavanje vrši se pomoću tekućih oblika insekticida, koriste se prskalice, a razlikuju se prema veličini kapljica. Zapršivanje te zamagljivanje izvodi se pomoću prašnih oblika insekticida, ovaj oblik tretiranja površina izvodi se primarno pomoću atomizera. Aviokemijskom metodom tretiranja mogu se koristiti svi oblici već navedenih sredstava. (VAJDA, 1974.)

Insekticidi, kao i sva druga kemijska sredstva za zaštitu biljaka posebno su formulirani pripravci koji prvotno moraju korisniku omogućiti jednostavnost korištenja kao i sigurnost prilikom korištenja. (BOKULIĆ i sur., 2015) Svaki insekticid

koji se stavlja na tržište mora biti popraćen detaljnim uputstvima koji sadržavaju uputstva o načinu korištenja sredstva, skladištenju sredstva, oznake upozorenja prema okolišu i spram korisnika te načinu odlaganja otpada nakon korištenja.

2.4.3. Ručne prskalice

Najjednostavnija i najpristupačnija metoda primjene insekticida izvodi se pomoću ručnih prskalica. Prednosti ručnih prskalica su njihova jednostavnost primjene, sposobnost primjene raznovrsnih oblika pesticida, smanjenost „drifta“ čestica (zanošenje čestica na mjesta koje se ne planira prskati) te mogućnost kombinacije ručnog prskanja sa drugih agrotehničkim ili šumarskim zahvatima. Negativne strane korištenja ručnih prskalica obuhvaćaju velik utrošak tekućine po jedinici površine koja se tretira te, ukoliko se radi o samome tlu koje je zahvaćeno, gaženje i potencijalno uništavanje tla tijekom prskanja. Najčešće vrste prskalica koje se komercijalno mogu pronaći te koje se najčešće upotrebljavaju su: ručne prskalice, leđne prskalice te traktorske prskalice. (PADRO, 2016.)



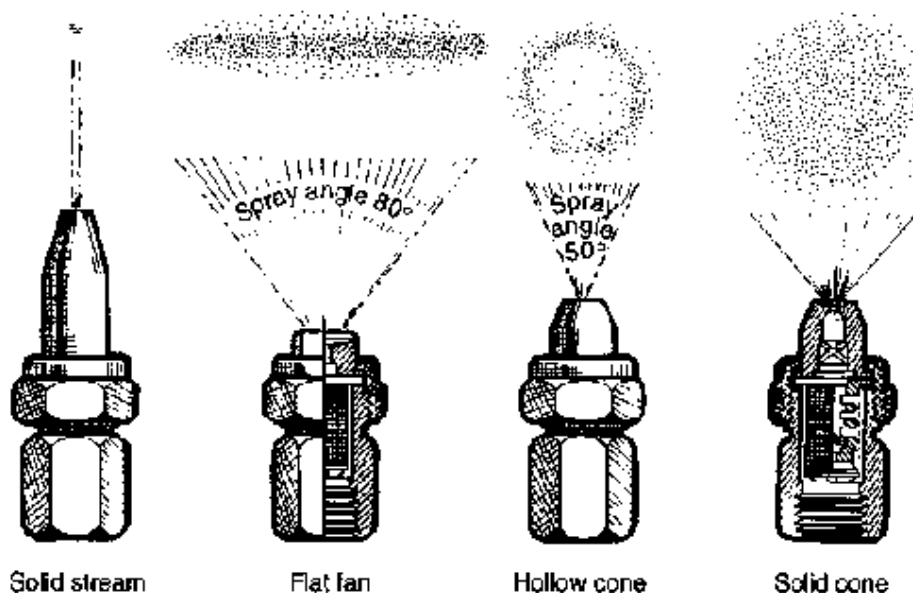
Slika 7. Dijagram ručne prskalice ©WHO
(<http://www.nzdl.org/gsd/collect/cdl/archives/HASH01f1/6a8f5683.dir/p371a.gif>)

Leđne prskalice sastavljene su od 5 primarnih dijelova: rezervoara (ili cisterne), sistema za napumpavanje sredstva, crijeva koje spaja mlaznicu sa rezervoarom, mlaznice te pojasa za nošenje na leđima. Rezervoar ili cisterna,

izgrađena je od nehrđajućeg čelika, na gornjem vanjskom dijelu ima 3-4 otvora. Prvi, napravljen od plastike ili gume otvara se i u njega se unosi sredstvo pomješano sa tekućim razblaživačem (tipično vodom). Drugi je otvor na kojega se nadograđuje ručka i cilindar pumpe. Na treći otvor nadograđuje se crijevo na kojemu se nalazi filter i okidač za startanje i zaustavljanje prskanja na koje se nadovezuje mlaznica. Posljednji otvor (ponekad se ne nalazi na prskalicama) jest za mjerac tlaka unutar rezervoara. (ROZENDAAL, 1997.)

Ovisno o vrsti štetnika te o vrsti i veličini površina koje se tretira razlikujemo nekoliko vrsta mlaznica (ROZENDAAL, 1997.):

1. „Solid“ ili „jetstream“ mlaznice koje se koriste za pristup pukotinama na zidu ili podu i primarno se koriste za tretiranje žohara, mekih krpelja i mrava
2. „Flat-fan“ mlaznice, koje se preferiraju za tretiranje zidova zbog lepezastog kuta špricanja od 80°
3. „Hollow-cone“ mlaznice, koje se koriste za tretiranje vegetacijskih površina u svrhu zaštite. Kut špricanja ove mlaznice jest 50°
4. „Solid-cone“ mlaznice, koje se koriste za tretiranje područja parenja kukaca (npr. komaraca)



Slika 8. Vrste mlaznica ©WHO

<http://www.nzdl.org/gsd/collect/cdl/archives/HASH01f1/6a8f5683.dir/p373.gif>

Svi strojevi namijenjeni za primjenu pesticida potrebni su, u skladu sa Zakonom o održivoj uporabi pesticida i Pravilnikom o održivoj uporabi pesticida, podliježati redovitim pregledima kako bi ustanovili jesu li uređaji ispravni i ispunjavaju li sve potrebne sigurnosne, ekološke i zdravstvene zahtjeve. Svi uređaji za tretiranje površina (industrijalne prskalice i atomizeri) podliježu redovitom pregledu minimalno jednom u tri godine. Strojevi koji ispunjavaju sve zahtjeve prilikom pregleda dobivaju oznaku o obavljenom pregledu u trajanju od 5 godina od dana kupovine. Te preglede obavljaju samo ispitne stanice koje imaju ovlaštenje od strane Ministarstva poljoprivrede. Izuzeće pregledu su sve ručne prskalice, za čije održavanje odgovara individualna osoba koja je posjeduje. (PRPIĆ, 2018.)

2.4.4. Atomizeri

Atomizeri, odnosno raspršivači su uređaji koji služe za raspršivanje kompaktnog mlaza te prostornu distribuciju tekućine na objekte ili površine koji se tretiraju. Komercijalno razlikujemo tri tipa atomizera: tlačni, rotacioni i zračni atomizer. Atomizerski mlaz je nošen, naspram prskalice čiji je mlaz izbačen. Prednosti atomizera jest u smanjenosti utrošene količine vode, manjoj masi agregata, smanjenoj šteti na samome tlu te veći domet pesticida. Primarni nedostatak atomizera jest „drift“, odnosno zanošenje čestica pesticida na područje koje nije namijenjeno tretiranju. Uz to, atomizeri zahtjevaju veće znanje o rukovanju naspram ručnih prskalice.

Kako bi se umanjilo zanošenje čestica, veličina kapljica može se povećati, kao i viskoznost škropiva. Isto tako smanjenje razmaka između atomizera i površine koja se planira tretirati smanjit će zanošenje čestica. Kao i kod ručnih prskalice adekvatna kontrola te održavanje uređaja od posebite je važnosti kako bi se mogao postići željeni rezultat. Kalibracija atomizera neophodna je jer ukoliko dođe do promjene nekog od parametra prskanja (količine sredstva, brzine kretanja agregata...) samo tretiranje površine neće biti adekvatno, a potencijalno zagađenje okoliša može se, u negativnom smislu, povećati. (PADRO, 2016.)

2.5. Aviotretiranje

Aviotretiranje je aviokemijska metoda tretiranja i suzbijanja štetnika na velikom zahvaćenom području. Na području RH prvi puta je izvršeno aviotretiranje gubara 1947. godine (ANDROIĆ 1965.). Standardna vrsta zrakoplova koja obavlja tretiranje u RH jest Antunov ili AN-2 zrakoplov. Kako bi aviotretiranje bio uspješno potrebno ga je izvršiti u periodu dok su štetnici u mlađim fazama razvoja, odnosno u fazi gusjenica.

2.5.1. Potrebni radovi i izvještaji prije aviokemijskog tretiranja štetnika

Aviotretiranje površina zakonski je zabranjeno Zakonom o održivoj uporabi pesticida (NN 14/14) te Pravilnikom o uspostavi akcijskog okvira za postizanje održive uporabe pesticida (NN 142/12). Aviotretiranje može se dopustiti ako su ispunjeni sljedeći uvjeti (NN 142/12):

a) ukoliko nema praktičnih alternativa ili ako aviotretiranjem postoje jasne prednosti u smislu smanjenih učinaka na zdravlje ljudi i na okoliš u usporedbi s primjenom sredstava sa zemlje.

b) sredstva koja se koriste moraju biti izričito odobreni za primjenu iz zraka od strane nadležnog tijela za registraciju nakon posebne procjene rizika od primjene iz zraka.

c) primjenitelj koji provodi primjenu iz zraka mora imati izobrazbu o uporabi pesticida i odgovarajuću iskaznicu.

d) gospodarski subjekt koji je odgovoran za pružanje usluge primjene iz zraka mora imati potvrdu izdanu od nadležnog tijela imenovanog za odobravanje opreme i zrakoplova za primjenu pesticida iz zraka sukladno propisima o sigurnosti zračnog prometa.

e) ukoliko je područje na kojem će se provesti primjena u neposrednoj blizini područja otvorenog za javnost, u odobrenju se moraju obuhvatiti i posebne mjere upravljanja rizikom kako bi se osiguralo da nema štetnog djelovanja na zdravlje nazočnih osoba. Područje na koje se primjenjuje ne smije biti u neposrednoj blizini nastanjenih područja.

f) letjelica mora biti opremljena opremon koja predstavlja najbolju dostupnu tehnologiju za smanjenje zanošenja (drifta)

Kako bi se provelo aviotretiranje potrebno je od strane Ministarstva poljoprivrede zatražiti odobrenje za postupak primjene sredstva iz zraka. Ministarstvo mora zatražiti i dobiti složno pozitivno mišljenje od ovlaštenih institucija za utvrđivanje posebnih uvjeta prema kojima se smije provoditi primjena sredstva za zaštitu bilja. (Zavod za zaštitu bilja, Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada i Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo) (PLESKAT, 2017.). U ugovoru sklopljenom sa poduzećem koje obavlja aviokemijsko tretiranje iz zraka potrebno je navesti sljedeće: površinu koja se tretira, vrijeme kada tretiranje treba započeti, način tretiranja (prskanje ili zamagljivanje) i obaveze šumarskih organizacija i poduzeća (izraditi karte sa ucrtanim područjima namjenjeni tretiranju, osigurati i dostaviti adekvatnu količinu insekticida, izvršiti signalizaciju u šumi i organizirati entomološku stanicu.) Entomolozi dužnosti obavljaju ispitivanjem i kontroliranjem intenziteta zaraze, određivanjem datuma početka tretiranja te nadgledanjem razvitka štetnika i drugih faktora vezanih za razvitak štetnika koje se odnose na suzbijanje. Potrebno je i pratiti količinu ekskremenata prije i poslije tretiranja, odrediti kontrole ploče te odabrati kontrolna stabla. (ANDROIĆ, 1965.)

Prije samog akta aviotretiranja korisnici su obavezni obavijestiti javnost i lokalno stanovništvo najmanje 48 sati prije početka aviotretiranja. Moraju navesti datum i vrijeme predviđeno za tretiranje, mjesto koje se planira tretirati, naziv sredstva koje se koristi te potencijalne opasnosti vezane uz korištenje sredstva. Ukoliko su sredstva od opasnosti prema pčelama obavezno treba obavijestiti lokalne udruge pčelara i/ili Hrvatski pčelarski savez. (NN 142/12)

2.5.2. Faktori od posebne važnosti za aviotretiranje

Kako bi se aviokemijsko tretiranje štetnika moglo provesti potrebna je spoznaja faktora povezanih sa populacijom štetnika te o terenu na kojemu se tretiranje planira izvršiti. Primarni faktor koji je potrebno odrediti jest brojnost populacije štetnika na području. Gustoća populacije koja će biti odlučna za količinu štete unutar šuma može se odrediti na temelju broja odloženih jajašaca, broju ličinki, broju kukuljica ili pomoću fotografiranih područja i vrsta. Neke od metoda određivanja brojnosti populacije uključuju: određivanje populacije na osnovi broja

fotografija, metoda primjernih pruga i linija, okularna procjena prema stanju oštećenja sastojina, prepoznavanje vrsta oštećenja sastojina iz zraka, metoda probnih stabala i metoda prebrojavanja ekskremenata jedinki. (ANDROIĆ 1965.) Svaka od navedenih metoda individualno nije dovoljna te je potrebno kombinirati nekoliko njih kako bi se došlo do točnijih podataka. Cilj određivanja brojnosti populacije u krajnosti jest spoznaja kritičnog broja populacije te gradacijskih faza populacija.

2.5.2.1. Gradacijske faze

Gustoća populacije od posebne je važnosti jer pomoću nje se mogu odrediti oscilacije i fluktuacije populacije štetnika. Oscilacija odnosi se na jednu godinu; odnosno, na jednu generaciju štetnika. Fluktuacija populacije ili dinamika populacije gledane kroz duži period vremena važniji je faktor jer kroz njega se mogu odrediti faze u kojima se trenutna populacija nalazi (gradacija). Prva faza, ili faza latentnosti odnosi se na brojnost populacije koja je u normalnoj razini. Nakon određenog vremenskog perioda i razvitka daljnjih jedinica unutar populacije, faza latentnosti prelazi u fazu progradacije. Faza kulminacije predstavlja najveću moguću brojnost (maksimum) populacije. Fazu kulminacije uvijek slijedi faza retrogradacije, odnosno smanjenja brojnosti populacije utjecajem bioloških ili kemijskih sredstava. Trajanje gradacije varira od 4-6 godina, u kojoj svaka faza traje 1-2 godine. (ANDROIĆ, 1965.)

Sa šumarskog aspekta faze brojnosti mogu se označavati i prema oštećenjima koja su nastala u šumskim sastojinama: prodormalna faza, odnosno faza u kojoj se brojnost povećava, a sastojine su djelomično oštećene; eruptivna faza, ili faza u kojoj je brojnost najveća, a oštećenja ekstremna (totalni golobrst na velikim površinama); treća faza ili faza krize karakterizirana je smanjenim brojem gustoće populacije zbog masovnog ugibanja štetnika, ali usprkos tome i dalje se mogu pronaći golobrsti. (ANDROIĆ, 1965.)

Poznavanje gradacijskih faza ključno je za donošenje odluka za suzbijanje štetnika. Naime, suzbijanje štetnika u fazi progradacije efikasnije je od suzbijanja štetnika u fazi kulminacije jer se tako može unaprijed spriječiti parcijalni ili totalni golobrst.

2.5.2.2. Kritični broj

Definicija kritičnog broja gleda se sa biološkog i ekonomskog aspekta. U biološkom smislu to je broj populacije kod kojega nastupa totalni gubitak asimilacijske površine. Kritični broj populacije jest gustoća populacije koja će rezultirati golobrstom (totalni ukoliko je populacija viša od kritičnog broja ili parcijalni ukoliko je nešto manja) ukoliko se populacija ne dovede na adekvatnu razinu. Kako bi se kritičan broj mogao izračunati potrebno je poznavati sljedeće faktore (ANDROIĆ, 1965.):

- a) kritični broj kod kojega će nastupiti potpuni golobrst
- b) stvarno brojno stanje populacije
- c) godišnji prirast i njegovu vrijednost te gubitak uslijed parcijalnog ili totalnog golobrsta
- d) ukupne troškove suzbijanja po jedinici površine

Poznavanjem navedenih faktora može se odrediti ekonomski prag štetnosti i dobiti ekonomska definicija kritičnog broja. Ekonomski prag štetnosti je točka na kojoj je ekonomska šteta izazvana oštećenjem štetnika jednaka troškovima suzbijanja štetnika. (BAŽOK i sur. 2018.) Ukoliko se populacija ne dovede na razinu na kojoj se može kontrolirati, izazvane štete premašiti će troškove suzbijanja te će šuma izgubiti ekonomsku korist. Važno je napomenuti da, sa ekonomskog stajališta, kritični broj se mora izračunati za svaku sastojinu, ovisan je o kvaliteti i veličini sastojine te da nema primjenu u malovrijednim šumama. (ANDROIĆ, 1965.)

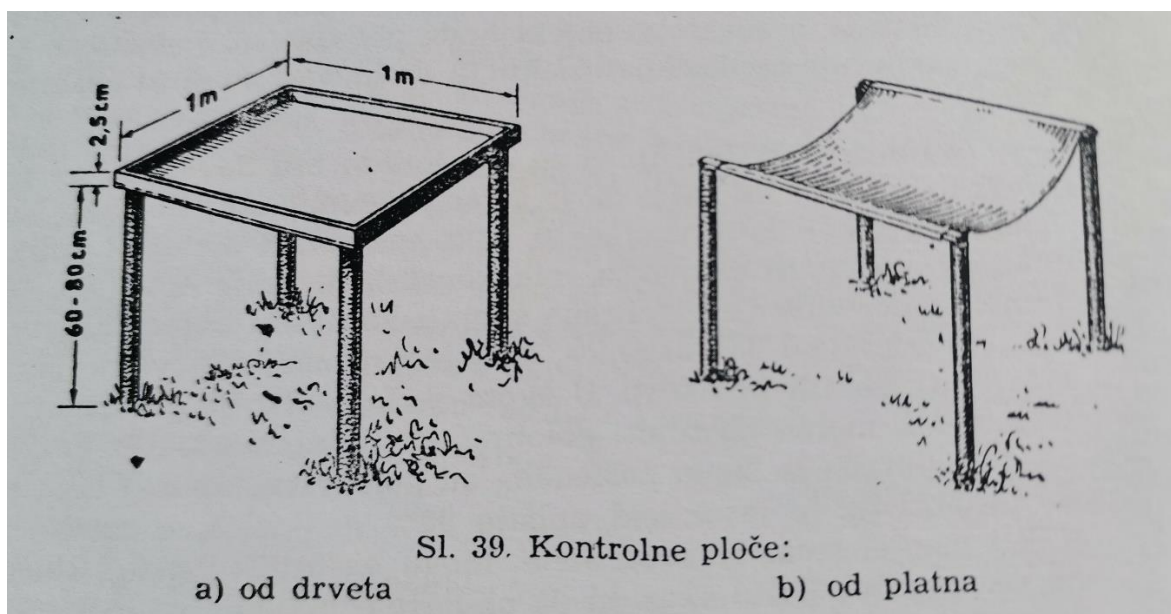
2.5.3. Utvrđivanje uspjeha

Kao i kod svih metoda suzbijanja štetnika, potrebno je utvrditi uspjeh primjenjene metode. ANDROIĆ (1965.), navodi tri metode utvrđivanja uspjeha: okularna procjena, grafička metoda i metoda računanja.

Okularna metoda, ili vidna procjena stanja šumske sastojine i populacije štetnika, temelji se na uspoređivanju stanja odabrane tretirane šumske površine i odabrane netretirane šumske površine. U svrhu te metode odabire se tzv. kontrolni objekt – dio šume koji svojim obilježjima (starost, sklop, nadmorska visina, ekspozicija suncu, konfiguraciji terena i dr.) mora biti najbližiji šumskom području koje se planira tretirati. Ostane li šumska površina koja je tretirana sredstvom

neobrštena, a odabrana netretirana površina djelomično ili potpuno obrštena smatra se da je sredstvo efikasno te da je suzbijanje uspješno. Okularna metoda ne smatra se preciznom i ne može dati preciznu sliku trenutnog stanja populacije.

Grafička metoda najpreciznija je metoda određivanja uspjeha, a temelji se na činjenici da je količina gusjeničnih ekskremenata proporcionalna sa brojem i starošću gusjenica koje brste unutar šumske sastojine. Kao i kod okularne metode odabire se kontrolni objekt te se postavljaju kontrolne ploče na kojima se ekskrementi planiraju brojati. Stablo pod koje se kontrolne ploče planiraju postaviti mora biti vidno označeno te se mora nalaziti na području koje obuhvaća različite sastojinske uvjete. Mjerenje ekskremenata obavlja se ujutro i uvečer, a grafički prikaz hranjenja gusjenica zaseban je za danje i noćno hranjenje. Grafikon mora imati označene dane i sate kada je tretiranje površina obavljeno kako bi se uspoređivanje podataka u netretiranom području moglo usporediti sa tretiranim područjem. U netretiranom području krivulja broja ekskremenata konstanto će rasti zbog nastavka razmnožavanja vrsta dok u tretiranom području krivulja mora naglo pasti i napokon prestati kako bi se ustanovilo da je tretiranje površina bilo uspješno.



Slika 9. Skica kontrolne ploče, © Milan Androić

Metoda računanja temelji se na izračunu postotka uginulih gusjenica na tretiranom području. Izračun postotka uginulih gusjenica može se izračunati pomoću broja ekskremenata na odabranom području (grafička metoda) ili pomoću odabira

kontrolnih stabala ispod kojih će se brojanje uginulih gusjenica obavljati. Nedostatak računске metode jest u tome što kod nekih vrsta određeni broj uginulih gusjenica ostane na granama stabala, što može dovesti do netočnih brojčanih rezultata. Kako bi uvidi u rezultate tretiranja bili najtočniji idealno je kombiniranje svih triju navedenih metoda.

Uz spoznanju o kritičnom broj štetnika, za mjesta koja se planiraju tretirati potrebno je izraditi karte sa označenim sektorima koji se planiraju tretirati. Karte su u pravilu u veličinama 1:25000 ili 1:50000. Na kartama moraju biti označeni svi objekti koji mogu ometati avione prilikom tretiranja. Takve karte moraju biti u vlasništvu osobe koja je rukovodilac akcije tretiranja, a primjerek karte moraju imati i piloti koji upravljaju avionima. (ANDROIĆ, 1965.)

3. Mjesto istraživanja

Pojam „Pokupski bazen“ u ovom radu odnosi se na sve nizinske šume koje čine Pokupski bazen. U sklopu njega nalaze se sljedeće gospodarske jedinice: „GJ. Draganički lugovi“, „GJ. Pisarovinski lugovi“, GJ. „Rečički lugovi“ i „GJ. Jastrebarski lugovi“. Sveukupna površina Pokupskog bazena procjenjuje se na otprilike 11 400 hektara.

3.1. Geografska obilježja Pokupskog bazena

Pokupski bazen pruža se dolinom Kupe i njezinih lijevih pritoka Blatnice i Kupčine s Volavjem i Brebernicom. Sa sjeverozapada ga omeđuje Samoborsko gorje, sa sjeveroistoka i istoka Vukomeričke gorice, a s juga i jugozapada Kupa. Navedeno područje leži između 45°30' i 45°42' sjeverne zemljopisne širine te 15°32' i 15°50' zemljopisne dužine istočno od Greenwicha. Nadmorska visina varira od 107 do 130 metara. Mikroreljef sa svojim mikrouzvisinama (grede) i mikroudubinama (nize i bare) vrlo je dobro razvijen.

Nizinsko područje, koje je dio Panonske nizine većinom se sastoji od aluvijalnih nanosa. U sredini područja nalazi se velik ribnjak Crna Mlaka koji je nastao krčenjem istoimene šume u površini oko 650 hektara. Uz Crnu Mlaku na područjima Draganića i Pisarovine nalaze se i drugi, manji ribnjaci također nastali krčenjem šume. Kroz cijelo područje nalaze se brojni potoci, potočići i kanali koji svu oborinsku vodu odnose preko Kupčine u Kupu, a voda je stalno prisutna na području.

3.2. Klimatska obilježja Pokupskog bazena

Na području prevladava umjereno kontinentalna klima sa srednjom godišnjom temperaturom zraka cca. 11°C te srednjom vegetacijskom temperaturom zraka od 17,6°C. Srednja srpanjska temperatura iznosi 21,3°C, a srednja siječanjska 0,5°C. Apsolutni maksimum iznosi 39,8°C, a pada u kolovozu. Kasni svibanjski mrazovi su karakteristična pojava na tome području te nerijetko oštećuju poljski jasen i hrast lužnjak. Prosječne godišnje oborine iznose oko 1100mm, od

čega u vegetacijskom razdoblju padne oko 600mm. Relativna vlaga varira od 75 do 80%.

3.3. Vegetacijske zajednice unutar Pokupskog bazena

Zbog konstantne prisutnosti vode u tlu tijekom oborina ili stagnacije vode, tlo, po sastavu je dominantno pseudoglejske, močvarno-kisele ili aluvijalne naravi. Zbog takvih faktora biljne vrste koje se nalaze unutar Pokupskog bazena higrofilnih su karakteristika. Dominantna vrsta u sloju drveća jest hrast lužnjak (*Q. Robur*), a u podstojnoj etaži obični grab. U manjoj količini nalaze se poljski jasen, nizinski brijest, klen, a ponegdje i crna joha te malolisna lipa. U sloju grmlja dolaze: lijeska, glog, klen, obični likovac, obična kurika, crni trn, svib, bazga, divlja kruška, kalina i dr. Najčešće zajednice unutar Pokupskog bazena su:

1. Šume hrasta lužnjaka i običnog graba s bukvom (*Carpino betuli-Quercetum roboris fagetosum* Rauš 1969)

U sloju drveća dominiraju hrast lužnjak i bukva, a pridružene vrste su grab obični, klen, šumska trešnja, malolisna lipa i drugo. Hrast u ovoj smjesi raste veoma dobro; u dobi kada se sastojine pomlađuju bukva je manje opasna naspram graba jer rijeđe rađa sjemenom. U sloju grmlja zastupljeni su lijeska, glog, crvena hudika, obična kurika, crni trn, trušljika, divlja kruška, kalina i dr. U prizemnom sloju pronalaze se *Ciraea luteliana*, *Stellaria bolostea*, *Anemone nemorosa*, *Aspidium filix mas*, *Rubus caesius*, *Veronica montana* i dr. Ova smjesa raste na ganjači, pseudogleju te aluvijalnim i dosta skeletnim tlima. Razvija se isključivo na mikrouzvišenjima gdje se bukva zadržala. Tlo ovakve šume je ocjedito, ali svježije, slabo kiselo do neutralnog pH.

2. Šume hrasta lužnjaka i velike žutilovke s rastavljenim šašem (*Genisto elatae-Quercetum roboris caricetosum remotae* Horv. 1938.)

U sloju drveća dominira hrast lužnjak, a pronalazimo i poljski jasen, nizinski brijest i crnu johu. U sloju grmlja zastupljeni su velika žutilovka, trušljika, crni trn, glog, divlja kruška, crvena hudika i dr. U prizemnom sloju zastupljeni su *Valeriana dioica*, *Valeriana officinalis*, *Peucedanum palustre*, *Stachys palustris*, *Lycopus europaeus*, *Poa palustris*, *Galium palustre* i dr.

3. Šume hrasta lužnjaka i velike žutilovke s drhtavim šašem (*Genisto elatae-Quercetum roboris cariocetosum brizoides* Horvat 1938)

Šume hrasta lužnjaka i velike žutilovke s drhtavim šašem, kao i šume hrasta lužnjaka i velike žutilovke s rastavljenim šašem zauzimaju najveći dio nizinskih šuma Pokupskog bazena. Nastanjuju pseudoglejna i mineralno močvarna tla u poplavnom i nepoplavnom dijelu tog područja. Navedene subasocijacije razvijaju se na tlima kiselije reakcije. U sloju drveća dominira hrast lužnjak, a primješani su i crna joha, poljski jasen, nizinski brijest, divlja kruška, topola, vez, divlja jabuka, a rijede i obični grab. Sloj grmlja bujno je razvijen, a čine ga *Frangula alnus*, *Pyrus pyraeaster*, *Crateagus oxyacantha*, *Genista tinctoria* ssp. *Elata*, *Viburnum opulus*, *Rubus fruticosus* i dr. te vrste iz sloja drveća u obliku grmlja.

4. Šume poljskog jasena i kasnog drijemavca s crnom johom (*Lecujo aestivi - Fraxinetum angustifoliae alnetosum glutinosae* Glavač 1959)

Šume ovog karaktera razvijaju se u najnižim dijelovima Pokupskog bazena, odnosno na mineralnim i močvarnim tlima u nizinama koje su pod konstantnim efektima poplavnih i podzemnih voda. Za razliku od drugih zajednica koje uključuju hrast lužnjak, ova zajednica u sebi ima velik broj različitih močvarnih vrsta. U sloju drveća dominantna vrsta jest poljski jasen sa primjesama crne joha uz pokoji nizinski brijest. Sloj grmlja, ujedno i najslabije razvijeni sloj zajednice čine vrste *Salix cinerea*, *Ulmus effusa*, *Frangula alnus* i dr. U sloju prizemnog rasta pronalaze se vrste poput: *Sium latifolium*, *Cardamine flexuosa*, *Carex riparia*, *Rubus ceasius*, *Galium palustre* i dr.

3.4. Posebne mjere zaštite unutar Pokupskog bazena

Pokupski bazen područje je koje obuhvaća ekološka mreža. Identifikacijskim brojem područja HR10000001 Pokupski bazen spada u Područja očuvanja značajna za ptice (POP). U Područja očuvanja značajna za vrste u stanišne tipove (POVS) pripadaju: HR200034 Draganička šuma Ješevica 1, HR2000450 Ribnjaci Draganići, HR2001335 Jastrebarski lugovi, HR2000780 Klinča Sela te HR200499 Ribnjaci Crna Mlaka. (NN 80/19)

4. Materijali i metode

Dana 07. i 08. svibnja 2018. izvršeno je aviotretiranje ranih defolijatora biološkim insekticidom Foray 48B. Štetni čimbenik navodi se hrastov četnjak (*T. processionea*), a zahvaćena vrsta hrast lužnjak (*Q. Robur*). Letovi su obavljani s aerodroma Lučko, a uslugu je obavila ovlaštena tvrtka AIR TRACTOR d.o.o. iz Osijeka.

4.1. Foray 48B

Foray 48B je selektivan biološki insekticid koji se koristi u šumarstvu za suzbijanje gusjenica:

1. Borovog i hrastovog četnjaka (*Thaumetopoea pityocampa/processionea*) kada su gusjenice u I. i II. razvojnom stadiju (tijekom rujna i listopada)
2. Hrastovog savijača (*Tortrix viridana*) tretiranjem gusjenica nakon što promjene prehrambene preference s zimujućih pupuljaka na mlado lišće (travanj)
3. Gubara (*Lymantria dispar*) kada su gusjenice u I. i II. razvojnoj fazi (travanj)
4. Malog mrazovca (*Operophtera brumata*) kada su gusjenice u I. i II. razvojnom stadiju (travanj)

Količina sredstva koje je potrebno iskoristiti određuje se prema gustoći populacije gusjenica te o njihovom razvojnom obliku. Sredstvo ne djeluje na adultne oblike gusjenica, nije toksično za fitocenuzu, nije toksično za pčele te ne narušava populacije većine predatora. Foray 48B može se primjeniti najviše dva puta u vegetaciji i to sa tla LV uređajem uz utrošak 90 litara vode/ha ili iz zrakoplova ULV ili LV metodom uz utrošak 10 litara vode/ha mikronerima

Prskanje Foray-om 48B nije dopušteno u I, II i IIIA vodozaštitnoj zoni te prilikom primjene sredstva u blizini vodenih površina potrebno je ostaviti 20m netretirane površine kada se sredstvo primjenjuje sa tla, te 100m netretirane površine prilikom aviotretiranja. Ostaci sredstva ne smiju se ispuštati u kanale i kanalizacije. Neupotrijebljeno sredstvo i ambalaža predaju se ustanovi za zbrinjavanje opasnog otpada, a prazna ambalaža ne smije se ponovno upotrijebiti.

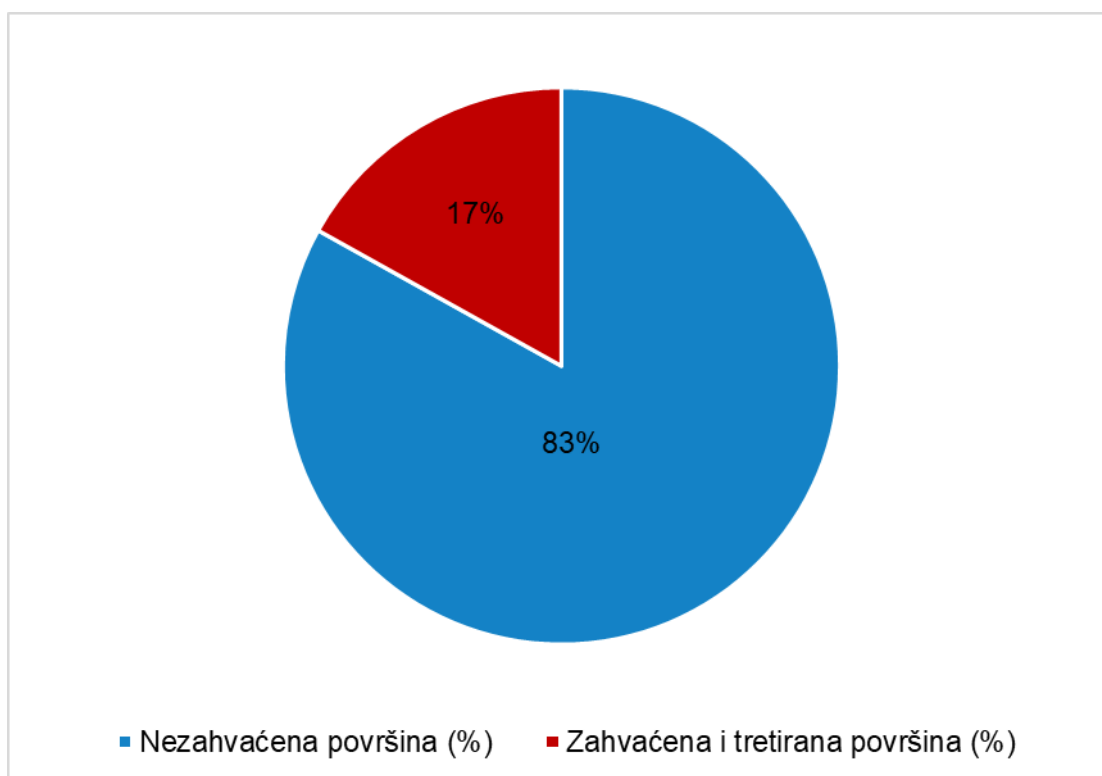
5. Rezultati

5.1. Zahvaćena i tretirana područja

5.1.1. Jastrebarski lugovi

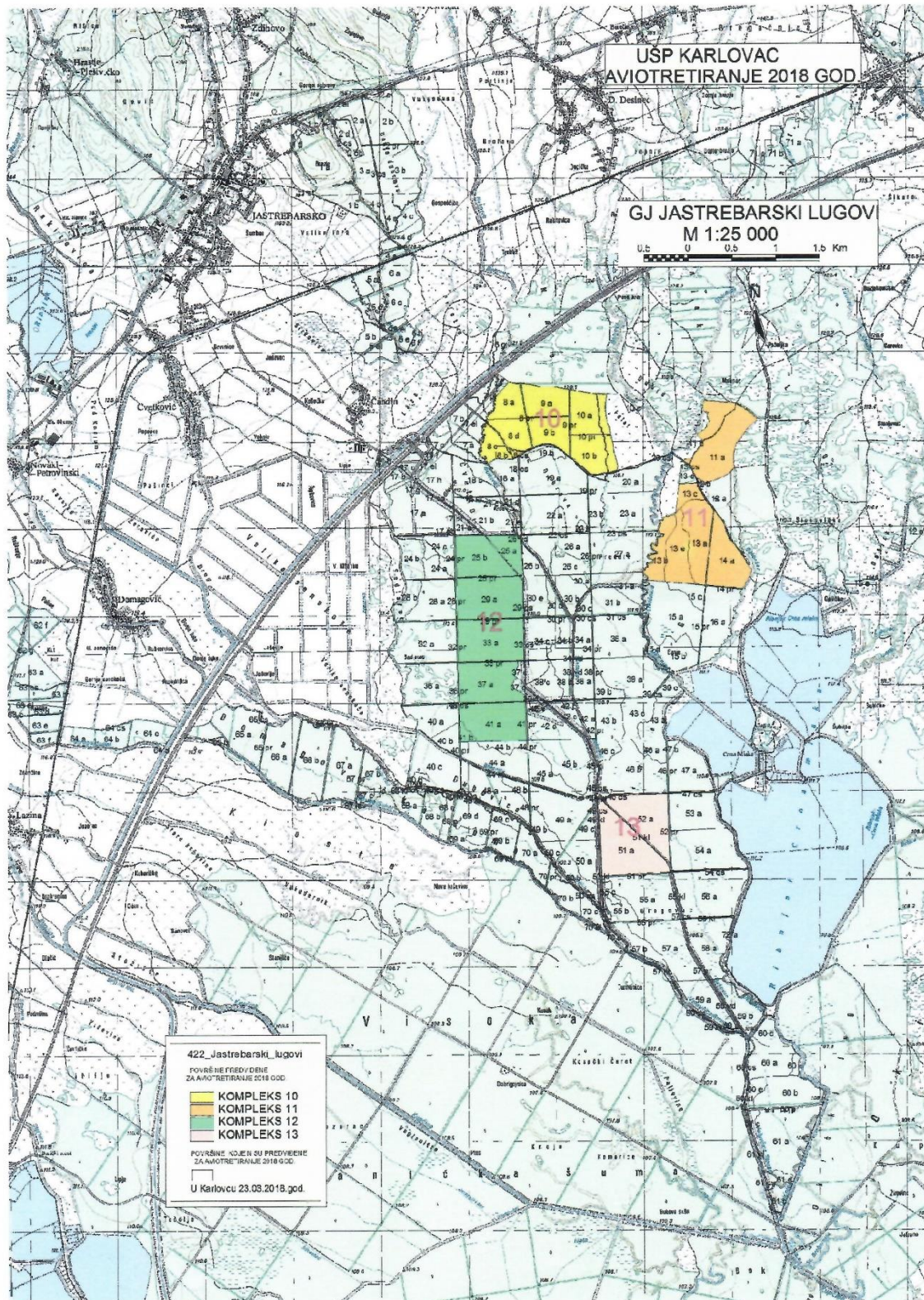
Na području Gospodarske jedinice „Jastrebarski lugovi“, ukupne površine **2767,52 ha**, zahvaćeni su bili slijedeći odsjeci: **8a, 8b, 8c, 8d, 9a, 9b, 10a, 10b, 11a, 13a, 13b, 13c, 13e, 14a, 25a, 25b, 29a, 33a, 37a, 41a, 41b, 51a i 52a**. Ukupna zahvaćena i tretirana površina iznosi **468,01 ha** (17% od ukupne površine).

Intenzitet napada bio je 80%¹. Doza/ha Foray 48B iznosi 3,00, a utrošena količina sredstva iznosi 1404,00 litara.



Grafikon 1. Omjer zahvaćene i nezahvaćene površine u GJ "Jastrebarski lugovi"

¹ Intenzitet napada u postocima od 0% - 100%

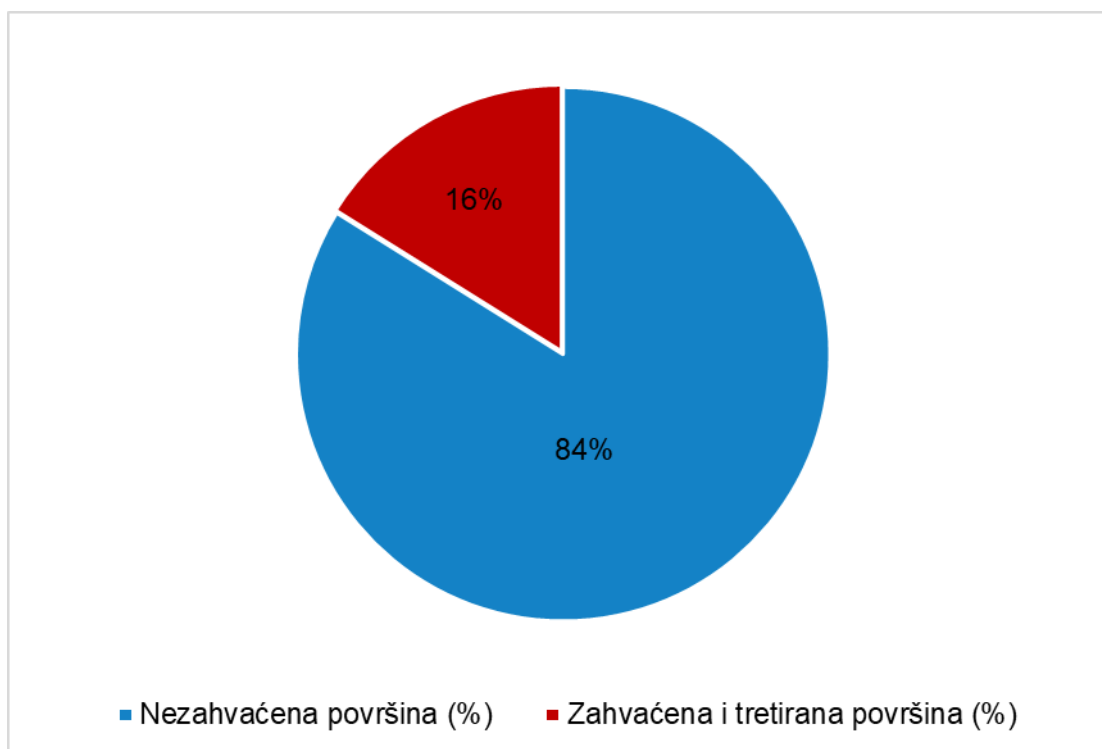


Slika 10. Kartografski prikaz zahvaćenih i tretiranih kompleksa u GJ "Jastrebarski lugovi"

5.1.2. Pisarovinski lugovi

Na području Gospodarske jedinice „Pisarovinski lugovi“, ukupne površine **2068,36 ha** zahvaćeni su bili slijedeći odsjeci: **9a, 9b, 9c, 9d, 9e, 9f, 10b, 10c, 10d, 11a, 11c, 11d, 17a, 17b, 17d, 17e, 18a, 18b, 18c, 18d, 31a, 31b, 31c, 31d, 31e, 32a, 36a, 37a, 37b, 37c, 43b i 43d**. Ukupna zahvaćena i tretirana površina iznosi **333,33 ha** (16% od ukupne površine).

Intenzitet napada bio je 80%. Doza/ha Foray 48B iznosi 3,00, a utrošena količina sredstva iznosi 1000,00 litara.

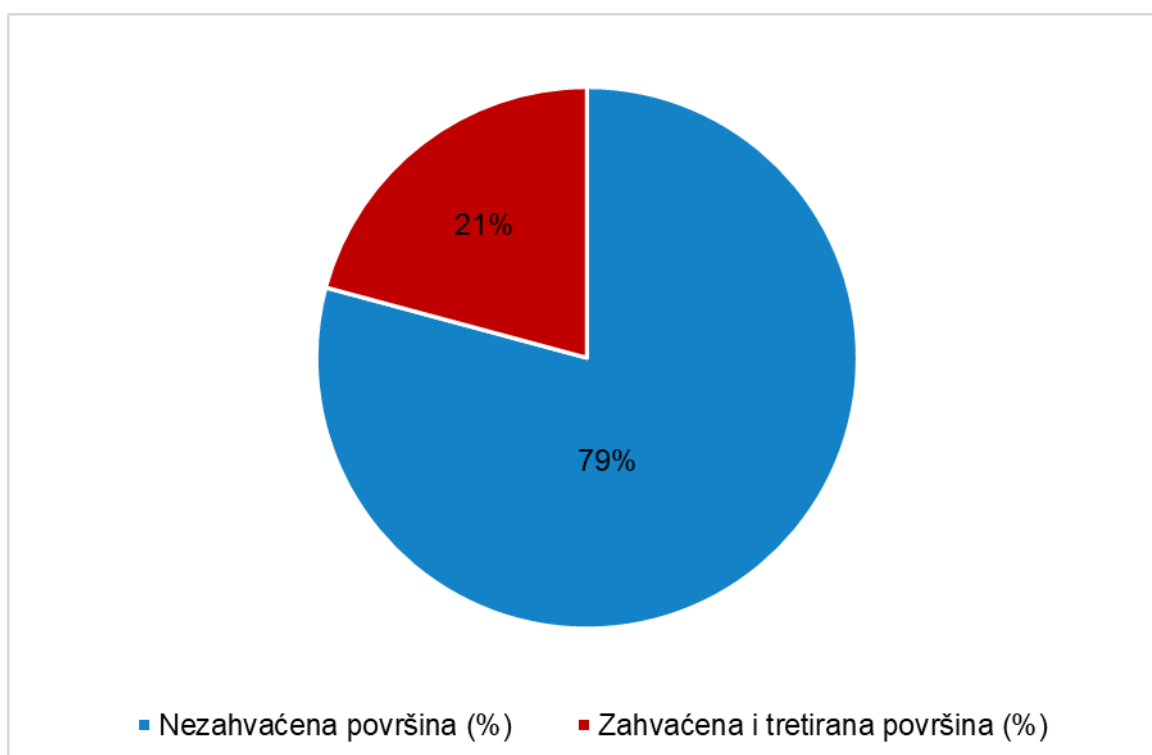


Grafikon 2. Omjer zahvaćene i nezahvaćene površine u GJ "Pisarovinski lugovi"

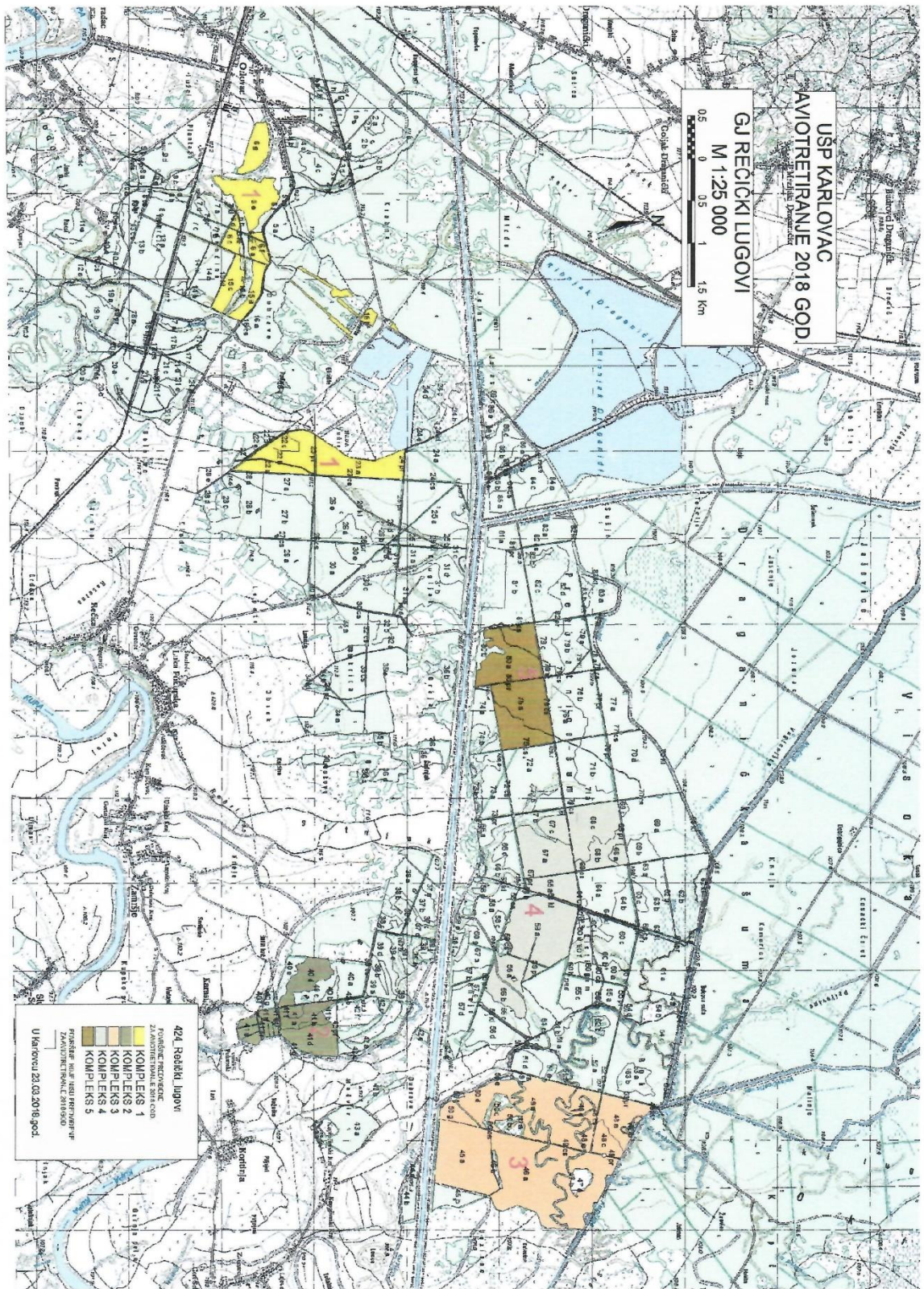
5.1.3. Rečički lugovi

Na području Gospodarske jedinice „Rečički lugovi“, ukupne površine **3134,60 ha** zahvaćeni su bili slijedeći odsjeci: **6a, 6c, 6d, 9e, 6f, 6g, 15a, 15c, 16b, 22a, 22b, 22c, 23a, 40d, 41a, 41b, 41d, 41e, 41f, 41h, 45a, 46a, 47a, 48a, 48c, 48d, 48e, 49a, 50a, 50d, 50g, 56a, 56b, 59a, 65a, 67a, 67c, 68a, 68b, 68c, 75a i 80a**. Ukupna zahvaćena i tretirana površina iznosi **652,33 ha** (21% od ukupne površine).

Intenzitet napada bio je 80%. Doza/ha Foray 48B iznosi 3,00, a utrošena količina sredstva iznosi 1957,00 litara



Grafikon 3. Omjer zahvaćene i nezahvaćene površine GJ "Rečički lugovi"

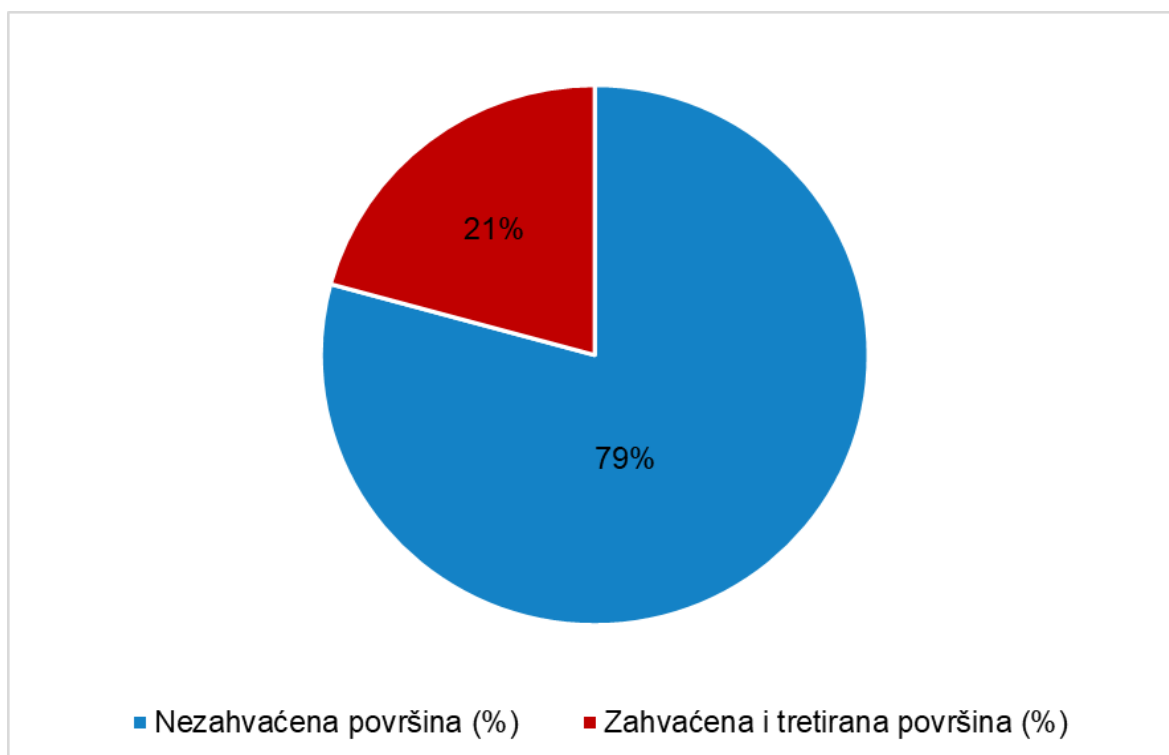


Slika 12. Kartografski prikaz zahvaćenih i tretiranih kompleksa u GJ "Rečički lugovi"

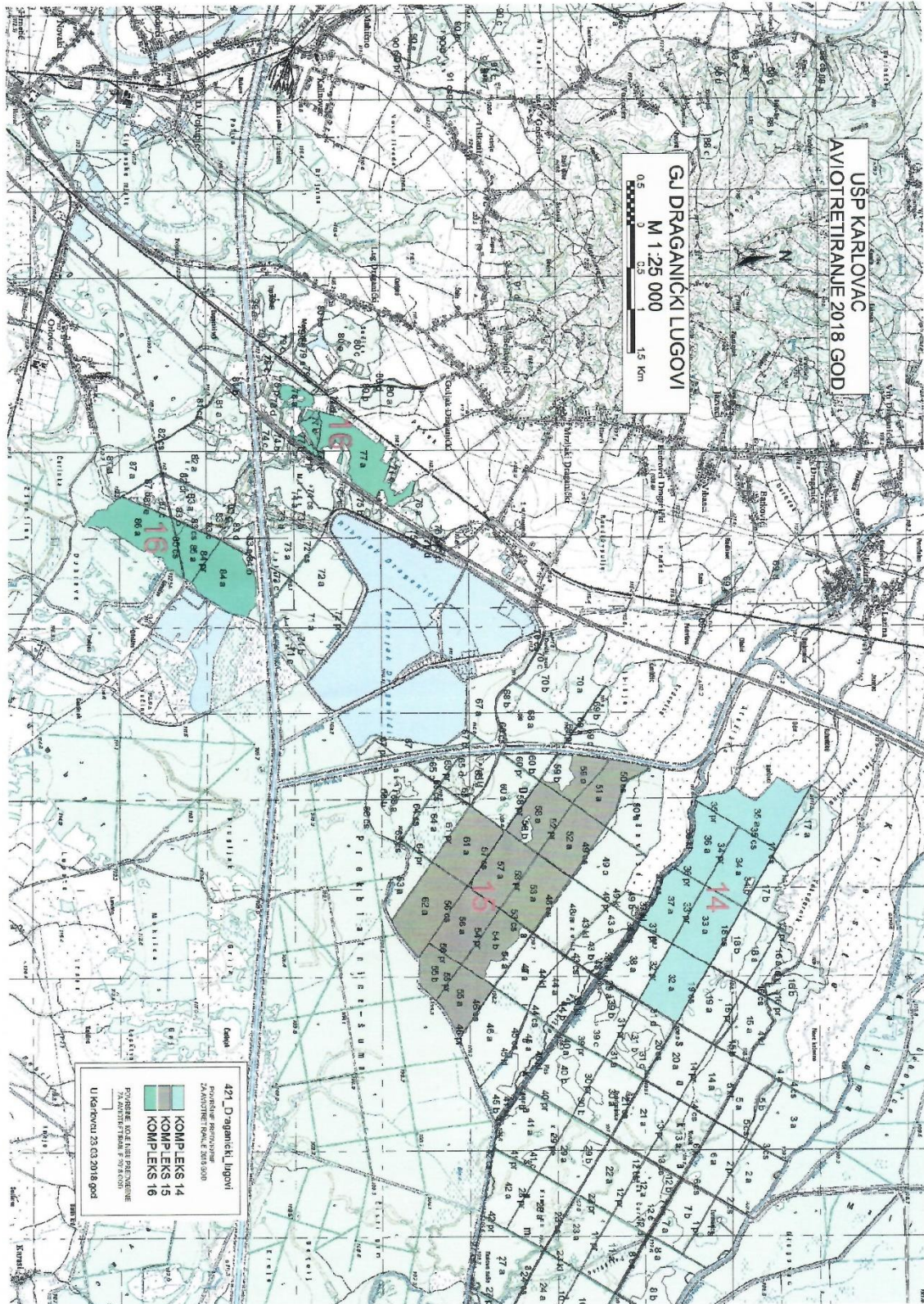
5.1.4. Draganički lugovi

Na području Gospodarske jedinice „Draganički lugovi“, ukupne površine **3465,97 ha** zahvaćeni su bili slijedeći odsjeci: **32a, 33a, 34e, 35a, 36a, 37a, 51a, 52a, 53a, 54b, 55a, 56a, 57a, 58a, 59a, 61a, 62a, 77a, 77b, 77c, 78a, 84a, 85a, 85b, i 86a**. Ukupna zahvaćena i tretirana površina iznosi **719,64 ha** (21% od ukupne površine).

Intenzitet napada bio je 80%. Doza/ha Foray 48B iznosi 3,00, a utrošena količina sredstva iznosi 2159,00 litara

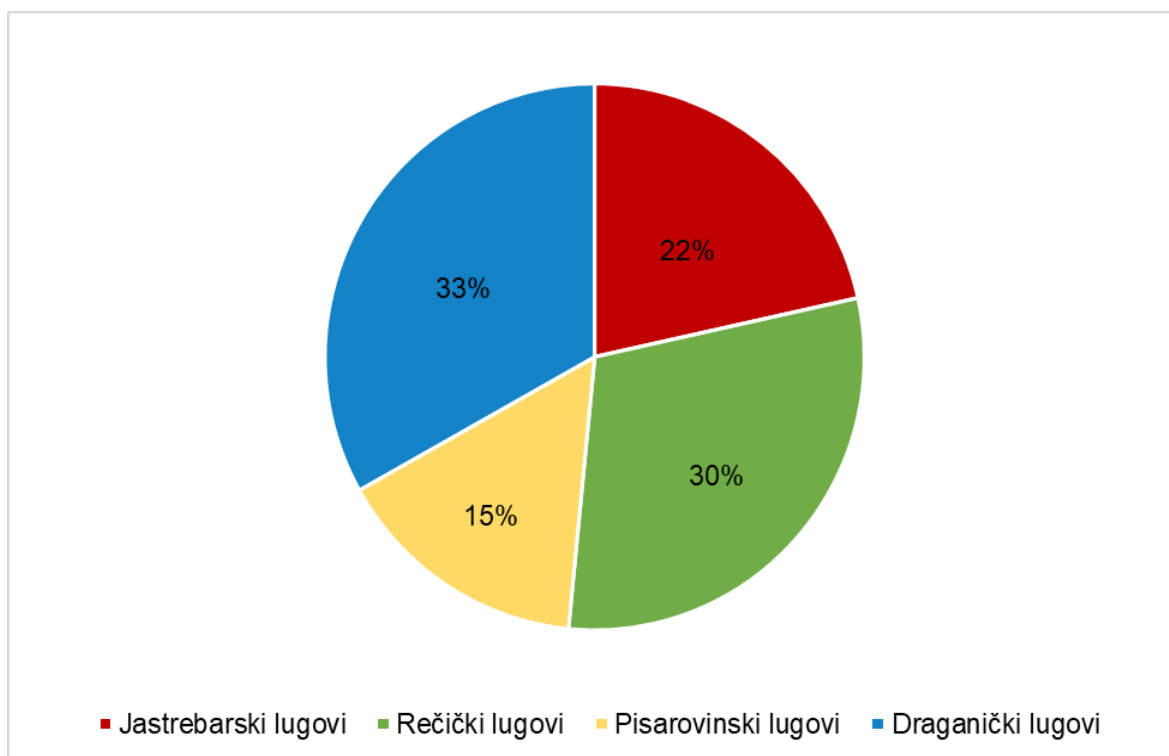


Grafikon 4. Omjer zahvaćene i nezahvaćene površine GJ "Draganički lugovi"



Slika 13. Kartografski prikaz zahvaćenih i tretiranih kompleksa u GJ "Draganički lugovi"

Na području Pokupskog bazena površine cca. 11400 ha, **ukupna zahvaćena površina zauzimala je 2173,31 ha, odnosno 19% od ukupne površine područja Pokupskog bazena.** Od tih 2173,31 hektara zahvaćene površine; 33% čine Draganički lugovi sa 719,64 ha, 30% čine Rečički lugovi sa 652,33 ha, 22% čine Jastrebarski lugovi sa 468,01 ha te Pisarovinski lugovi koji čine 15% sa 333,33 ha.



Grafikon 5. Omjer zahvaćenih površina po gospodarskim jedinicama

Aviokemijska metoda suzbijanja hrastovog četnjaka pokazala je pozitivne rezultate već sljedeće godine. Naspram 2018. godine, kada je populacija navedenog štetnika dosegla svoju (za sada) najveću brojnost u RH; 2019. godina, nakon izvedenog aviokemijskog tretiranja rezultirala je smanjenošću zahvaćene površine za 70-80%. (HRVATSKI ŠUMARSKI INSTITUT, 2020).

6. Zaključak

Gusjenični oblici hrastovih četnjaka predstavljaju potencijalu ekonomsku i ekološku štetu na individualnim stabalima kao i u zajednicama koje hrast čini sa drugim biljnim jedinkama. Svojim obrambenim mehanizmom hrastov četnjak predstavlja i veliku opasnost spram ljudske i animalne populacije te se brojnim biološkim, mehaničkim i kemijskim metodama njihova populacija nastoji održati u razini normalnosti. Vrsta se ne nastoji istrijebiti u potpunosti, jer ona je jedan od od faktora koja čini bioraznolikost unutar šumskih zajednica. Aktu aviotretiranja Hrvatske šume pribjegavaju samo ako druge opcije za održavanje razine populacije u rangu podnošljivosti više nisu dovoljne.

Trenutna brojnost populacije hrastovog četnjaka nije poznata; međutim, nepoznavanje trenutne brojnosti u ovome smislu jest pozitivan efekt. Hrastov četnjak je vrsta čija se dinamika populacije prati tek u fazi progresije, odnosno kada brojnost populacije počinje predstavljati problematiku za zdravlje šume, animalnih populacija unutar šuma ili za zdravlje ljudi. Ukoliko se ne prati aktivno, možemo zaključiti da je populacijsko stanje stabilno te da nema aktivne opasnosti od strane hrastovog četnjaka.

7. Literatura

1. ANDROIĆ, M. (1965): Aviokemijska metoda zaštite šuma
2. ANDROIĆ, M. (1982): Aktualna problematika zaštite šuma u nas
<https://www.sumari.hr/sumlist/198211.pdf#page=11> (30.6.2021.)
3. AMMAN, G. (1971.): Kerfe des Waldes; *Eichenprozessionsspinner* (str. 175.)
4. BAYLISS, H., POTTER, C., TOMLINSON I. (2015.): Managing tree pests and diseases in urban settings: The Case of Oak Processionary Moth in London, 2006-2012
<https://eprints.bbk.ac.uk/id/eprint/11725/1/11725.pdf> (30.6.2021.)
5. BAŽOK R., LEMIĆ D., ČAČIJA M., DRMIĆ Z. (2018.): Ekonomski prag štetnosti i prag odluke (kritični broj) na primjeru žičnjaka i lisnih sovica
<https://hrcak.srce.hr/237001> (28.3.2022.)
6. BOKULIĆ A., BUNDIŠČAK Ž., ČELIG D., DEŽDEK B., HAMEL D., IVIĆ D., NOVAK M., MRNJAVČIĆ VOJVODA A., NIKL. N, NOVAK N., NOVAKOVIĆ V., PAVUNIĆ MILJANOVIĆ Z., PEČEK G., POJE I., PRPIĆ I., REHAK T., ŠEVAR M., ŠIMALA M., TURK R. (2015.): Priručnik za sigurno rukovanje i primjenu sredstava za zaštitu bilja; *Propisi* (str. 8 - 10), *O sredstvima za zaštitu bilja* (str. 76 - 84), *Primjena sredstava za zaštitu bilja* (str. 94-103)
<https://www.hapih.hr/czb/odrziva-uporaba-pesticida-oup/> (18.3.2022.)
7. CHARLES P-J, HERMS D.A., HAACK R.A., LAWRENCE R.K., MATTSON W.J. (1988): Defensive strategies of woody plants against different insect-feeding guilds in relation to plant ecological strategies and intimacy of association with insects
<https://www.researchgate.net/publication/286278203> Defensive Strategies of Woody Plants Against Different Insect-Feeding Guilds in Relation to Plant Ecological Strategies and Intimacy of Association with Insects (30.6.2021.)
8. FOREST RESEARCH (2022): OPM Manual; *Public and animal health advice, Biology and life-cycle, Nest and larvae removal, Occupational health, Pheromone trapping*
<https://www.forestresearch.gov.uk/tools-and-resources/fthr/pest-and-disease-resources/oak-processionary-moth-thaumetopoea-processionea/opm-manual-1-introduction-and-contents/> (29.6.2021.)

9. GLAVAŠ, M., HARAPIN, M., HRAŠOVEC, B. (1992.): Zaštita šuma, str. 171-179
10. HRAŠOVEC B. (2004): Lepidoptera, fam. *Thaumatopeidae* – prelci četnjaci
<https://www.sumfak.unizg.hr/~forbug/lymantridae.htm> (29.6.2021.)
11. HRVATSKE ŠUME (2017): Šumskogospodarska osnova 2016-2025, Uredajni zapisnik
<https://poljoprivreda.gov.hr/istaknute-teme/sume-112/sumarstvo/sumskogospodarska-osnova-2016-2025/250> (12.7.2021.)
12. HRVATSKI ŠUMARSKI INSTITUT (2019.): Izvještajno prognozni poslovi u šumarstvu za 2018./2019. godinu; *Hrastov četnjak (Thaumatopea processionea)* (str. 55-57)
https://stetnici.blob.core.windows.net/web/post_attachments/123.pdf
(15.7.2021.)
13. HRVATSKI ŠUMARSKI INSTITUT (2020.): Izvještajno prognozni poslovi u šumarstvu za 2019./2020. godinu; *Hrastov četnjak (Thaumatopea processionea)* (str. 42-43)
https://stetnici.blob.core.windows.net/web/post_attachments/124.pdf
(15.7.2021.)
14. KAPEC, (2006.): Utjecaj intenziteta sušenja, mikroreljefa i Savske poplavne vode, Šumarski list br. 9-10, CXXX 425-443, str. 47.
<https://www.sumari.hr/sumlist/200609.pdf#page=47> (10.2.2022.)
15. MAJUMDAR A., REED T. (2013.): Pheromone Traps for Monitoring Insect Pests
<https://ssl.acesag.auburn.edu/pubs/docs/A/ANR-1431/ANR-1431-archive.pdf>
(6.8.2021.)
16. MATOŠEVIĆ, D. (2017): *Hrastov četnjak (Thaumatopea processionea)*
[https://stetnici.sumins.hr/Blog/hrastov_cetnjak_\(thaumatoepea_processionea\)](https://stetnici.sumins.hr/Blog/hrastov_cetnjak_(thaumatoepea_processionea))
(29.6.2021)
17. MINISTARSTVO POLJOPRIVREDE (2022): Foray 48B
<https://fis.mps.hr/trazilicaszb/Default.aspx?sid=267&lan=>
18. NN 14/2014 (5.2.2014.): Zakon o održivoj uporabi pesticida
https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014_02_14_269.html
(28.2.2022.)
19. NN 68/2018 (27.7.2018.): Zakon o šumama (2018.)
https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018_07_68_1392.html
(30.6.2021.)

20. NN 80/2019 (28.8.2018.): Uredba o ekološkoj mreži i nadležnostima javnih ustanova za upravljanje područjima ekološke mreže
https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_08_80_1669.html
(27.3.2022.)
21. NN 97/2018 (2.11.2018.): Pravilnik o uređivanju šuma
https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018_11_97_1875.html 2.7.2021.
22. NPIC (2021.): Pheromone Traps
<http://npic.orst.edu/ingred/ptype/pheromone.html> (11.9.2021.)
23. PLESKAT, D. (2017): Zbog kulminacije štetnika – aviotretiranje, Časopis Hrvatske šume, broj 246, godina XXI (str. 13-15)
24. PRPIĆ B., SELETKOVIĆ Z., TIKVIĆ I., ŽNIDARIĆ G. (1996.): Ekološko-biološka istraživanja, Radovi volumen 31.: *Osvrt na prijašnja istraživanja* (str. 98-99), *Zakorjenjivanje hrasta lužnjaka* (str. 102), *Faunistička istraživanja povezana uz šumski uzgoj* (str. 103), *Rasprava* (str 103-105), *Zaključci* (str. 105-107)
25. PRPIĆ, I. (2018.): Baždarenje prskalice
<https://hrcak.srce.hr/236994> (20.1.2022.)
26. RAUŠ, Đ. (1996.): Nizinske šume Pokupskog bazena, Radovi volumen 31.: *Fitocenološke značajke* (str 18-24)
27. ROZENDAAL, Jan A., World Health Organization (1997): Vector Control: methods for use by individuals and communities; *Compression sprayers* (str. 369 – 373)
<https://apps.who.int/iris/handle/10665/41968> (23.1.2022.)
28. SPAIĆ, I. (1974.): O sušenju hrasta
<https://www.sumari.hr/sumlist/197407.pdf#page=3> (10.2.2022.)
29. TNAU (2016): Production of the nuclear polyhedrosis virus of *Helicoverpa armigera*
https://agritech.tnau.ac.in/crop_protection/crop_prot_bio_mass_virus_3.html
(14.2.2022.)
30. USDA FOREST SERVICE (2015.): Gypsy moth – Natural enemies – Pathogens
https://www.nrs.fs.fed.us/disturbance/invasive_species/gm/control_management/natural_enemies_pathogens/ (14.2.2022.)

31. VAJDA, Z., (1983.): Integralna zaščita šuma; *Metode integralne zaščite šuma* (str. 13-53), *Sastojine gospodarskih šuma i njihovi štetni činioci* (str. 56-73)
32. VAJDA, Z., (1974.): Nauka o zaštiti šuma; *Zaštita šuma od štetnih životinja* (str.132-205), *Leptiri* (str. 254), *Prelci* (str. 281), *Prelci četnjaci* (str. 283), *Sušenje hrastovih sastojina* (str. 427)