

Testiranje učinkovitosti Theysohn klopki, modificiranih na smanjenje neželjenog ulova mravastog kornjaša (*Thanasimus spp.*), u feromonskim ulovima smrekovih potkornjaka Gorskog kotara

Štimac, Klaudia

Master's thesis / Diplomski rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Forestry and Wood Technology / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:965317>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-25**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE
ŠUMARSKI ODSJEK
SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ
UZGAJANJE I UREĐIVANJE ŠUMA S LOVNIM GOSPODARENJEM

KLAUDIA ŠTIMAC

**TESTIRANJE UČINKOVITOSTI THEYSOHN KLOPKI,
MODIFICIRANIH NA SMANJENJE NEŽELJENOG ULOVA
MRAVASTOG KORNJAŠA (*Thanasimus* spp.) U FEROMONSKIM
ULOVIMA SMREKOVIH POTKORNJAKA GORSKOG KOTARA**

DIPLOMSKI RAD

ZAGREB, 2022.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE
ŠUMARSKI ODSJEK

**TESTIRANJE UČINKOVITOSTI THEYSOHN KLOPKI,
MODIFICIRANIH NA SMANJENJE NEŽELJENOG ULOVA
MRAVASTOG KORNJAŠA (*Thanasimus* spp.) U FEROMONSKIM
ULOVIMA SMREKOVIH POTKORNJAKA GORSKOG KOTARA**

DIPLOMSKI RAD

Diplomski studij: Šumarstvo, smjer uzgajanje i uređivanje šuma s lovnim gospodarenjem

Predmet: Integrirana zaštita šuma

Ispitno povjerenstvo: 1. Prof. dr. sc. Boris Hrašovec (mentor)

2. Doc. dr. sc. Milivoj Franjević (član)

3. Dr. sc. Linda Bjedov (član)

4. Prof. dr. sc. Josip Margaletić (zamjenski član)

Student: Klaudia Štimac

JMBAG: 0068232286

Broj indeksa: 1193/20

Datum odobrenja teme rada: 25. travnja 2022.

Datum predaje rada: 29. kolovoza 2022.

Datum obrane rada: 9. rujna 2022.

Zagreb, rujna 2022.

DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Naslov	Testiranje učinkovitosti Theysohn klopki, modificiranih na smanjenje neželjenog ulova mravastog kornjaša (<i>Thanasimus</i> spp.), u feromonskim ulovima smrekovih potkornjaka Gorskog kotara
Autor	Klaudia Štimac
Adresa autora	Mesnička ulica 22, 51 000 Delnice
Mjesto izrade	Fakultet šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu
Vrsta objave	Diplomski rad
Mentor	Prof. dr. sc. Boris Hrašovec
Komentor	Doc. dr. sc. Milivoj Franjević
Godina objave	2022.
Obujam	Broj stranica 49, slika 17, grafova 11, tablica 17, navoda literature 30
Ključne riječi	Smrekov potkornjak, feromonski monitoring, <i>Thanasimus</i> spp., kolateralni ulovi, modifikacija klopke
Sažetak	<p>Klopkama, uz ciljanu vrstu organizma, uhvate se i neciljane, pa i parazitske, čija zastupljenost u ekosustavu utječe na smanjenje broja štetnika. Povećani broj klopki na određenom lokalitetu utječe na povećani broj korisne entomofaune u ulovima. Razvojem feromona za ciljane vrste, prilagođuju se i klopke s ciljem smanjenja kolateralnih ulova. Uprava šuma Delnice feromonski monitoring smrekovih potkornjaka provodi od 1995. g., a velike površine smrekovih šuma nakon niza ekscenih pojava u posljednjih 10 godina stradale su nakon gradacije <i>Ips typographus</i>. Na području UŠP Delnice na dvije lokacije postavljeno je pet parova standardnih i modificiranih Theysohn® klopki suhog tipa. Modifikacija u obliku mreže 6x6 mm postavljena je s pretpostavkom zaustavljanja krupnijih vrsta, pa i <i>Thanasimus</i> spp. Dvomjesečno sakupljanje ulova u razdoblju proljetnog rojenja, laboratorijska obrada i statistička interpretacija podataka korištena je za donošenje zaključaka prema postavljenim ciljevima. Modificirana klopka ukazala je na značajno smanjenje kolateralnih ulova, ali i manji broj potkornjaka u 4 od 5 lovnih posuda. <i>Thanasimus</i> spp. u ovom bioklimatskom području aktivniji je u kasnijem ljetnom periodu, stoga tijekom provođenja istraživanja nije uhvaćena niti jedna jedinka. Podaci su uspoređeni sa sličnim istraživanjima drugih autora. Zbog različitosti u dobivenim podacima, ovo testiranje ima prostora u proširenju istraživanja na cijeli period potkornjačke aktivnosti, povećanju broja parova te dodatne modifikacije.</p>

BASIC DOCUMENTATION CARD

Title	Testing of Theysohn traps efficacy, modified with the aim of reduction of collateral catches of checkered beetle (<i>Thanasimus</i> spp.), in the pheromone catches of spruce bark beetles in Gorski kotar
Author	Klaudia Štimac
Address of author	Mesnička ulica 22, 51 000 Delnice
Thesis performed at	The Faculty of Forestry and Wood Technology, University of Zagreb
Publication tipe	Master thesis
Supervisor	Prof. Boris Hrašovec
Assistant	Assist. Prof. Milivoj Franjević
Publication year	2022.
Volume	Number of pages 49, pictures 17, figures 11, tables 17, references 30
Key words	Spruce bark beetle, pheromone monitoring, <i>Thanasimus</i> spp., collateral catches, modified trap
Abstract	<p>Traps, in addition to the targeted type of organism, also catch non-targeted ones, including parasitoids, whose presence in the ecosystem affects the reduction of the pest's number. The increased number of traps at a certain locality, affects the increased number of beneficial entomofauna in catches. By developing pheromones for target species, traps are also adapted with the aim of reducing collateral catches. Forest office Delnice has been conducting pheromone monitoring of spruce bark beetles since 1995. After a series of excesses in the last 10 years large areas of spruce forests have died due to an outbreak of <i>Ips typographus</i>. Five pairs of commercially available non modified and specifically modified dry type Theysohn® traps were placed at two locations in the area of forest office Delnice. The modification in the form of addition of a 6x6 mm sieve was set with the assumption of stopping larger, non-target species, including <i>Thanasimus</i> spp. Two-month catch collection during the spring flight of <i>I. typographus</i>, laboratory processing and statistical interpretation of the data was used to bring conclusions according to the set goals. The modified trap indicated a significant reduction in collateral catches, but also a smaller number of bark beetles in 4 out of 5 traps. <i>Thanasimus</i> spp. in this bioclimatic area is more active during summer period, therefore not a single individual was caught during the research. The data was compared with similar research by other authors. Due to the differences in the obtained data, this research might be extended to the entire period of bark beetle/<i>Thanasimus</i> activity, by increasing the number of pairs and making additional modification changes.</p>

	IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI	OB FŠDT 05 07
		Revizija: 2
		Datum: 29.04.2021.

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

U Zagrebu, 9. rujna 2022. godine

K. Štimac

vlastoručni potpis

Klaudia Štimac

ZAHVALA

Zaključujući još jedno životno poglavlje ovim putem želim zahvaliti svima koji su sudjelovali u izradi ovog rada i tijekom cijelog studiranja.

Veliko hvala mentoru prof. dr. sc. Borisu Hrašovcu na nesebičnom prenošenju znanja i novih spoznaja iz područja zaštite šuma. Svojim entuzijazmom i upućenim lijepim riječima bio je dodatna motivacija za još uporniji i predaniji rad.

Zahvaljujem svim profesorima i djelatnicima fakulteta na prenošenju i obogaćivanju znanja iz šumarske struke te na nezaboravnim trenucima s terenske nastave. Naravno, tu su i kolege s kojima su se studentski problemi lakše podnosili.

Želim zahvaliti djelatnicima Hrvatskih šuma d.o.o. koji su pomogli pri izradi ovog rada. Mr. sc. Željku Kauzlariću i Andreji Ribić, dipl. ing. šum. sa odjela za ekologiju i zaštitu šuma UŠP Delnice na pomoći pri odabiru lokacija, postavljanju klopki i sakupljanju prvih ulova. Odjelu za uređivanje šuma i revirnicima šumarije Delnice na ustupanju potrebnih informacija.

Na kraju veliko hvala mojim roditeljima, Josipu i Slavici bez kojih nastavak školovanja i život u Zagrebu ne bi bio moguć. Njihovo strpljenje, potpora i razumijevanje bili su dodatan vjetar u leđa za uspješan završetak studija.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Smreka u europskom i hrvatskom šumarstvu.....	1
1.2. Ekstremne pojave	2
1.3. Integrirana zaštita smrekovih šuma	3
1.4. <i>Ips typographus</i> (Linnaeus, 1758).....	5
1.5. <i>Thanasimus</i> spp.	7
1.5.1. <i>Thanasimus formicarius</i> (Linnaeus, 1758).....	7
1.5.2. <i>Thanasimus femoralis</i> (Zetterstedt, 1828) (sinonimi: <i>Thanasimus rufipes</i> /Brahm, 1797/ i <i>T. pectoralis</i> /Fuss, 1863/)	8
2. CILJ ISTRAŽIVANJA	10
3. MATERIJALI I METODE	12
3.1. Područje istraživanja.....	12
3.1.1. Uprava šuma podružnica Delnice	12
3.1.2. Gospodarska jedinica „Delnice“	18
3.1.3. Odjel/odsjek 76a.....	20
3.1.4. Odjel/odsjek 77a.....	21
3.1.5. Gospodarska jedinica Sungerski lug	22
3.1.6. Odjel/odsjek 11b	24
3.2. Postavljanje klopki	25
3.3. Terensko sakupljanje ulova	27
3.4. Obrada podataka	28
4. REZULTATI I RASPRAVA	30
4.1. Dinamika populacije <i>Thanasimus</i> spp. u parovima klopki.....	30
4.2. Ostale kolateralne vrste	31
4.3. Ulovi <i>Ips typographus</i> (standardna klopka vs. modificirana)	36
5. ZAKLJUČAK	46
6. LITERATURA	47

POPIS SLIKA

Slika 1 Posljedica olujnog vjetra u Gorskom kotaru 2018.....	3
Slika 2 Principi djelovanja feromonskih klopki; lijevo: doletna klopka, desno: naletno-barijerna.....	5
Slika 3 <i>Ips typographus</i> , gore lijevo-bočno; gore desno-dorzalno; dolje lijevo-hodnički sustav; dolje desno-piljevina	6
Slika 4 <i>Thanasimus formicarius</i> ; lijevo: dorzalno, desno: ventralno, dolje: bočno	8
Slika 5 <i>Thanasimus femoralis</i> ; lijevo: dorzalno, desno: ventralno	9
Slika 6 Karta granica odsjeka i položaj klopki u odsjeku 76a	20
Slika 7 Karta granica odsjeka i položaj klopki u odsjeku 77a	21
Slika 8 Karta granica odsjeka i položaj klopki u odsjeku 11b	24
Slika 9 Feromonske klopke; lijevo-modificirana Theysohn®, desno-kontrolna standardna Theysohn®	25
Slika 10 Feromonski pripravak Pheroprax.....	26
Slika 11 Postavljanje klopki 22. travnja 2022.....	26
Slika 12 GJ Sungerski lug - 20. svibnja 2022.	27
Slika 13 Sušenje uzoraka u entomološkom laboratoriju	28
Slika 14 Postupak brojanja potkornjaka volumetrijskom metodom i izdvojeni kolateralni ulovi.....	29
Slika 15 Prikaz odnosa količine izdvojenih kolateralnih ulova između parova klopki (lijeva kolona: nemodificirane posude, desna kolona: modificirane posude)	33
Slika 16 Prikaz odnosa veličine izabranih kolateralnih ulova.....	35
Slika 17 Položaj klopki u odnosu na tvornice i odsjeke.....	40

POPIS GRAFOVA

Graf 1 Dinamika populacije smrekovog pisara od 1995. do 2020. u GJ Delnice, odjeli 63a i 72a	16
Graf 2 Dinamika populacije smrekovog pisara od 1995. do 2021. u GJ Delnice, odjeli 11a ..	17
Graf 3 Ukupan broj neciljanih ulova u GJ Delnice po klopka	32
Graf 4 Ukupan broj neciljanih ulova u GJ Sungerski lug po klopka	32
Graf 5 Odnos broja potkornjaka u lovnim posudama kontrolne i modificirane klopke u GJ Delnice	37
Graf 6 Odnos broja potkornjaka u lovnim posudama kontrolne i modificirane klopke u GJ Sungerski lug.....	37
Graf 7 Dinamika populacije <i>Ips typographus</i> u I. paru klopki.....	38
Graf 8 Dinamika populacije <i>Ips typographus</i> u II. paru klopki	38
Graf 9 Dinamika populacije <i>Ips typographus</i> u III. paru klopki	39
Graf 10 Dinamika populacije <i>Ips typographus</i> u V. paru klopki	41
Graf 11 Dinamika populacije <i>Ips typographus</i> u IV. paru klopki.....	41

POPIS TABLICA

Tablica 1 Realizirani ledolom 2014.-2017.....	13
Tablica 2 Štete u sastojinama smreke uzrokovano potkornjakom na UŠP Delnice.....	14
Tablica 3 Drvena masa vjetroizvala na području UŠP Delnice	15
Tablica 4 Doznaka smrekovog sanitara na području UŠP Delnice odjel/odsjek 76a i 77a	19
Tablica 5 Koordinate postavljenih klopki na području GJ Delnice	19
Tablica 6 Doznaka smrekovog sanitara na području UŠP Delnice odjel/odsjek 11b	23
Tablica 7 Koordinate postavljenih klopki na području GJ Sungerski lug.....	23
Tablica 8 Broj jedinki <i>Thanasimus</i> spp. vrsta u ulovima po klopka i datumu prikupljanja	30
Tablica 9 Broj slučajnih ulova po klopka i datumu prikupljanja	31
Tablica 10 Popis determiniranih kolateralnih ulova po klopka.....	34
Tablica 11 t-test parova za neciljane ulove	36
Tablica 12 t-test za I. par klopki.....	42
Tablica 13 t-test za II. par klopki	42
Tablica 14 t-test za III. par klopki uz $p < 0,05$ %.....	43
Tablica 15 t-test za III. par klopki uz $p < 0,01$ %.....	43
Tablica 16 t-test za IV. par klopki.....	44
Tablica 17 t-test za V. par klopki	44

1. UVOD

1.1. Smreka u europskom i hrvatskom šumarstvu

Europske smrekove sastojine uključujući i hrvatske, unatrag nekoliko desetljeća predstavljaju značajan problem u šumarskoj praksi. Obična smreka (*Picea abies* Karst.) brzorastuća je vrsta koja podnosi zasjenu i kontinentalno-planinsku klimu koju karakteriziraju velike količine snijega, obilne količine oborina, zimska studen, stvaranje mraza i visoka relativna vlažnost zraka. Prema Matiću i Prpiću (1983) razlikujemo dva ekotipa (fiziološke rase) s obzirom na otpornost prema mrazu: ranu smreku (gorsku) i kasnu smreku (nizinsku). Kao pionirska vrsta stvara uvjete za razvoj klimatogenih vrsta drveća: obične jele (*Abies alba* Mill.) i obične bukve (*Fagus sylvatica* L.). Smreka najčešće ispravlja greške ili ekscese nastale u razvoju ili gospodarenju klimatogenim bukovo-jelovim sastojinama, jer se širi na prazne prostore nastale greškama ili ekscesnim pojavama unutar tih sastojina (Matić 2011). Zbog izrazite prilagodljivosti proširena je izvan prirodnog areala sadnjom u šumskim kulturama, kojima su se na području srednje Europe obnavljala staništa hrasta kitnjaka (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.), obične bukve i obične jele, ali i popunjavala neobrasla poljoprivredna zemljišta. Smreka zahtjeva manje njege od listača, dobro fruktificira i samostalno se prirodno pomlađuje, a drvo ima veliku upotrebljivost.

Mrazišta Gorskog kotara i Like, ponajviše Velebita prirodna su staništa obične smreke u Hrvatskoj. Upravo na tim područjima prema Vukeliću (2012) tvori prirodne zajednice:

- 1) Dinarske jelove šume na vapnenačkim blokovima (*Calamagrostio-Abietetum* (Horvat 1950) Horvat in Cestar 1967)
- 2) Jelove šume s rebračom (*Blechno-Abietetum* Horvat /1938/ Horvat in Cestar 1967)
- 3) Dinarske bukovo-jelove šume s mišjim uhom (*Omphalodo-Fagetum* /Tregubov 1957/ Marinček et al. 1993)
- 4) Gorske smrekove šume sa šumskim pavlovcem (*Aremonio-Piceetum* Horvat 1938)
- 5) Smrekove šume s kukurijekom na dolomitu (*Helleboro nigri-Piceetum* Trinajstić et Pelcer 2005)
- 6) Smrekove šume s tresetnim mahovinama (*Sphagno-Piceetum* s.l.)
- 7) Smrekove šume s trokrpastom mahovinom (*Bazzanio-Piceetum* Br.-Bl. Et Sissingh in Br.-Bl. et al. 1939)
- 8) Subalpske šume smreke s modrom kozokrvinom (*Lonicero caeruleae-Piceetum abietis* Zupančić (1976) 1994 corr. 1999)
- 9) Subalpske šume smreke s obrubljenim gladcem (*Laserpitio krapfi-Piceetum abietis* Vukelić, Alegro et Šegota 2010)
- 10) Pretplaninske šume smreke a alpskom pljuskavicom (*Hyperico grisebachii-Piceetum* (Bertović 1975) Vukelić, Alegro, Šegota et Šapić 2010)

Ove fitocenoze rasprostiru se u brdskom i pretplaninskom pojasu hrvatskih Dinarida, uglavnom izlučene kao zaštitne šume u sklopu strogih rezervata (Bijele i Samarske stijene, Hajdučki i Rožanski kukovi), nacionalnih parkova (Risnjak, Sjeverni Velebit i Plitvička jezera)

gdje su uzgojne metode njege i obnove zabranjene. Šume su prepuštene propadanju, a tako narušenog vitaliteta idealni su lokaliteti za razvoj žarišta štetne entomofaune smreke.

Čavlović (2010) prvom nacionalnom inventurom šuma utvrđuje drvenu zalihi smreke na razini Hrvatske 13.200.000 m³, odnosno smreka je zastupljena s 5,57 m³/ha u obrasloj površini šuma u Hrvatskoj, koja iznosi 2.377.690 ha. Raspodjela drvene zalihe po debljinskim razredima ukazuje na problem fiziološke prezrelosti stabala smreke jer se 80 % zalihe nalazi u debljinskom razredu od 30 do 50 cm (34 %) i preko 50 cm (46 %). Jednodobne i raznodobne smrekove sastojine visokog uzgojnog oblika zauzimaju površinu od 6.300 ha s prosječnim volumenom od 474 m³/ha i ukupnim od 3.000.000 m³, gdje u omjeru smjese obična smreka sudjeluje s 52 %, obična jela 35 %, obična bukva 11 %, gorski javor 1 % i ostala meka bjelogorica s 1 % (Čavlović 2010).

Smreka je na europskom području najviše korištena za osnivanje šumskih monokultura. Pritom se nisu poštivali ekološki zahtjevi i biološke značajke vrste. Stoga kulture pronalazimo od nizinskih, brdskih, planinskih i subalpinskih područja. Smreka je osjetljiva na duga razdoblja suše i nisku vlažnost zraka. Klimatske prilike ne idu u prilog smreci, koja zbog ekstremnih vremenskih i stanišnih prilika fiziološki slabi. Posljedično raste brojnost populacije šumskih štetnika te nastaju ekološke i ekonomske štete velikih razmjera.

1.2. Ekstremne pojave

Ferretti 2020 (prema: Heber i sur. 2021) navodi kako su u Europi milijuni hektara šumskog zemljišta godišnje oštećeni djelovanjem insekata ili patogena. Srednju Europu samo u razdoblju od 2017. do 2020. pogodilo je 6 razornih oluja (Heber i sur. 2021). Kombinacija vrućih i suhih ljeta i klimatskih ekcesa (ledoloma, snjegoloma, vjetroloma i vjetroloma) uvjetuje prenamnoženje najrazornijeg štetnika obične smreke, osmozubog smrekovog potkornjaka ili smrekova pisara (*Ips typographus* /Linnaeus, 1758/). U kratkom periodu velike količine potencijalnog drvnog materijala uzrokuju gradaciju populacije te ovaj sekundarni štetnik u potrazi za hranom poprima obilježja primarnog. Problemi sa smrekovim pisarom započinju još 70-tih godina prošlog stoljeća. Bakke 1989 (prema: Čop 2017) navodi kako je u Norveškoj u razdoblju 1971.-1981. godine od prenamnoženja smrekova pisara uzrokovanog sušom i jakim vjetrom stradalo 5 milijuna m³ drvene mase obične smreke. Devedesetih godina u središnjoj Europi oluje „Vivian“, „Wiebke“ i „Lothar“ prouzročile su kalamitete smrekovih sastojina i gradaciju pisara.

Ekscesne klimatske prilike nisu zaobišle ni Hrvatsku, masovna pojava *Ips typographus* započinje nakon ledoloma u veljači 2014. godine masovnim odumiranjem stabala na pojedinim lokalitetima. Održavanje brojnosti populacije dodatno su pospješile nove količine drvene tvari prouzročene orkanskim jugom u prosincu 2017., te u dva navrata početkom 2018. godine (Slika 1). Zbog napada potkornjaka u razdoblju od 2016. do 2022. doznačeno je 375.775,39 m³, a posječeno 375.356,92 m³ (Tablica 2). Velike količine drvene tvari koje moraju biti sanirane i uklonjene iz šume, stvaraju i logističke probleme skladištenja i prodaje jer se premašuju kapaciteti redovnog šumarstva i drvene industrije. Na primjer, u njemačkoj saveznoj državi

Saskoj, neplanirana sječa drva zbog najezde potkornjaka sumarno iznosi 2,2 milijuna m³ u 2019. godini, što je gotovo jednako godišnjem prosjeku za Europu od 1950. do 2000. s 2,9 milijuna m³ (Sonnemann i sur. 2021, Mergl i sur. 2021, prema: Heber i sur. 2021).



Slika 1 Posljedica olujnog vjetra u Gorskom kotaru 2018. (Izvor: Facebook, Gorski kotar u fotografiji <https://www.facebook.com/groups/gorskikotarphotography/permalink/361273222214765/>) (Pristupljeno 25. 7. 2022.)

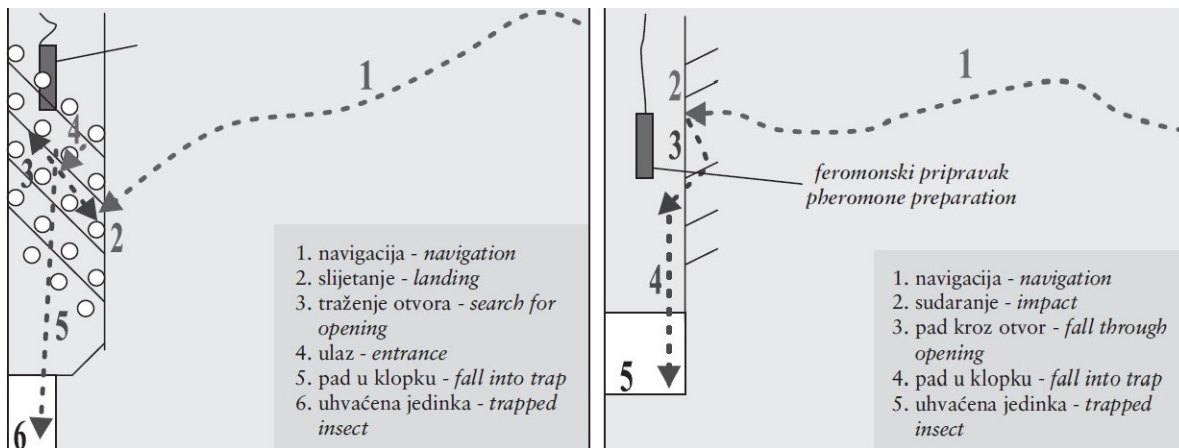
1.3. Integrirana zaštita smrekovih šuma

Smrekove monokulture koje su podizane diljem Europe, značajnije su osjetljive na nepovoljne ekološke pojave u usporedbi s raznodobnim, mješovitim sastojinama. Narušena bioraznolikost i ekološka ravnoteža uvjetuje češće gradacije potkornjaka. Povrat novca uloženog u saniranje šteta u starijim sastojinama je moguć zbog veće vrijednosti drvene mase, ali problem se javlja ako gradacija zahvati mlađe sastojine. Tada se javlja pojam integrirane zaštite šuma. Prema Glavašu (2011) integrirana zaštita predstavlja shvaćanje odnosa građe šumske zajednice uključujući i edafske i klimatske čimbenike, zato integrirana zaštita podrazumijeva poznavanje složenosti šumskih ekosustava i zahtjeva konceptualni pristup ovom zadatku. Integrirana zaštita teži ka minimaliziranju šteta, a ne potpunoj eliminaciji uzročnika. Ona podrazumijeva i jednostavnost primjene, praćenje i analizu svih promjena u šumi i multidisciplinarni timski rad (Glavaš 2011). Kako bi se izbjegle neželjene posljedice, stabilnost šumskih sastojina moramo podržavati od samog osnivanja. Izborom vrsta i održavanjem mješovitosti sastojina povećavamo njihovu otpornost i smanjujemo količinu drvene tvari koja je pogodna za razvoj potkornjaka. Zatim, kako bi potaknuli dobar razvoj korijena, debla i krošnje ne smijemo izbjeći uzgojne radove njege i prorede. Nakon toga možemo primjenjivati mehaničko-tehnološke metode. Pravovremeno uočavanje, doznaka i izvoženje drva iz šume smanjuje mogućnost širenja identificiranih žarišta. Okoravanjem stabala i spaljivanjem kore, izlažemo potkornjake svjetlosti i dolazi do sušenja, stoga održavanje šumskog reda značajno

doprinosi smanjenju potencijalnog žarišta. Zakonska legislativa zemalja članica Europske unije, velike površine šuma uključene u ekološku mrežu Natura 2000 i certificiranje šuma (npr. FSC certifikat) ograničava uporabu kemijskih pripravaka u suzbijanju potkornjaka, stoga posljednja dolazi u obzir kao mjera zaštite šuma.

U zaštiti šuma, biotehnička mjera uporabe klopke i feromona prvi put se primjenjuje u monitoringu smrekovih potkornjaka i ispitivanju mogućnosti njihova masovnog izlovljavanja. Primjena feromona u zaštiti šuma spada u grupu biotehničkih metoda koje se koriste spoznajama iz područja ekofiziologije i etologije kukaca, odnosno njihovim načinom reagiranja na fizikalne i kemijske podražaje (Pernek i sur. 2020). Ideja o primjeni klopki i feromona proizlazi iz povijesne šumarske metode „žrtvovanja“ stabala u svrhu privlačenja potkornjaka. Životni ciklus potkornjaka i međusobno komuniciranje unutar i između vrsta, funkcionira odašiljanjem kemijskih spojeva, atraktanata i hormona. Oborena smreka privlači mužjake potkornjaka izlučujući monotrepene (alfa-pinen, beta-pinen, mirken, felandren, limonen). Mužjaci, privučeni atraktantom ubušuju se, formiraju bračnu komoricu i izlučuju populacijske hormone kojima ženke pozivaju na kopulaciju, a ostalim mužjacima ukazuju na neprisustvo konkurencije. Kada napadnutu smreku nasele u velikom broju, odašilju repelentne hormone kako bi ostali pronašli drugu smreku za ubušivanje. Backke 1979. u suradnji s njemačkom tvrtkom sintetizira populacijski hormon. Danas na tržištu postoje feromoni različitih proizvođača, različitog kemijskog sastava i izvedbe. Kemijski sastav uglavnom čine (S)-cis-verbenol koji ih privlači, te 2-metil-3buten-2-ol zbog kojeg se spuštaju i ubušuju, odnosno upadaju u klopku. Feromoni za *Ips typographus* proizvode se u obliku ampula ili natopljene spužvice u perforiranoj vrećici.

Usporedno s razvijanjem feromona, ispituju se i različite klopke. Prva tzv. Bakkeova klopka je tip doletne klopke koja funkcionira na principu privlačenja potkornjaka, koji slijeće na nju i nakon pronalaska otvora upada. Dokle potkornjaci nalijeću na naletno-barijernu klopku, udaraju i upadaju u otvore (*Slika 2*). Naletno-barijerne klopke većinom su u upotrebi zbog plastične konstrukcije koja ih čini otpornijom na djelovanje atmosferilija i divljih životinja. Postoje različite izvedbe boja, međutim najčešće se primjenjuju one tamnije boje (smeđe, crne) jer su utvrđene značajne razlike u broju ulovljenih jedinki u odnosu na boju klopki (Akkuzu i sur. 2021). Feromon se postavlja u unutrašnjost klopke, djeluje postupnim hlapljenjem kroz polietilensku stijenku, a klopke se mogu postaviti pojedinačno ili triplet u obliku slova „Y“. Kod postavljanja pažnja se pridaje stranama svijeta kako ne bi bile izložene neposrednom Suncu. Za sprječavanje neželjenog efekta, primamljivanja potkornjaka na zdrave smreke propisana je minimalna udaljenost. U starim sastojinama mora biti najmanje 5 m, 15 m u mlađim, odnosno 40 m u slučaju povećane opasnosti. Feromon se mijenja ovisno o uputama proizvođača, a klopke obilaze i prazne u redovitim i jednakim intervalima (7 dana, 14 dana). Lovne posude mogu biti izvedene u dva oblika. „Mokri tip“ zaustavlja ulove u posudi zajedno s vodom, a „suhi tip“ omogućuje procjeđivanje oborina kroz mrežice na dnu lovne posude. Nakon sakupljanja, provodi se prebrojavanje jedinki najčešće volumetrijskom metodom.



Slika 2 Principi djelovanja feromonskih klopki; lijevo: doletna klopka, desno: naletno–barijerna (Izvor: Pernek, 2000)

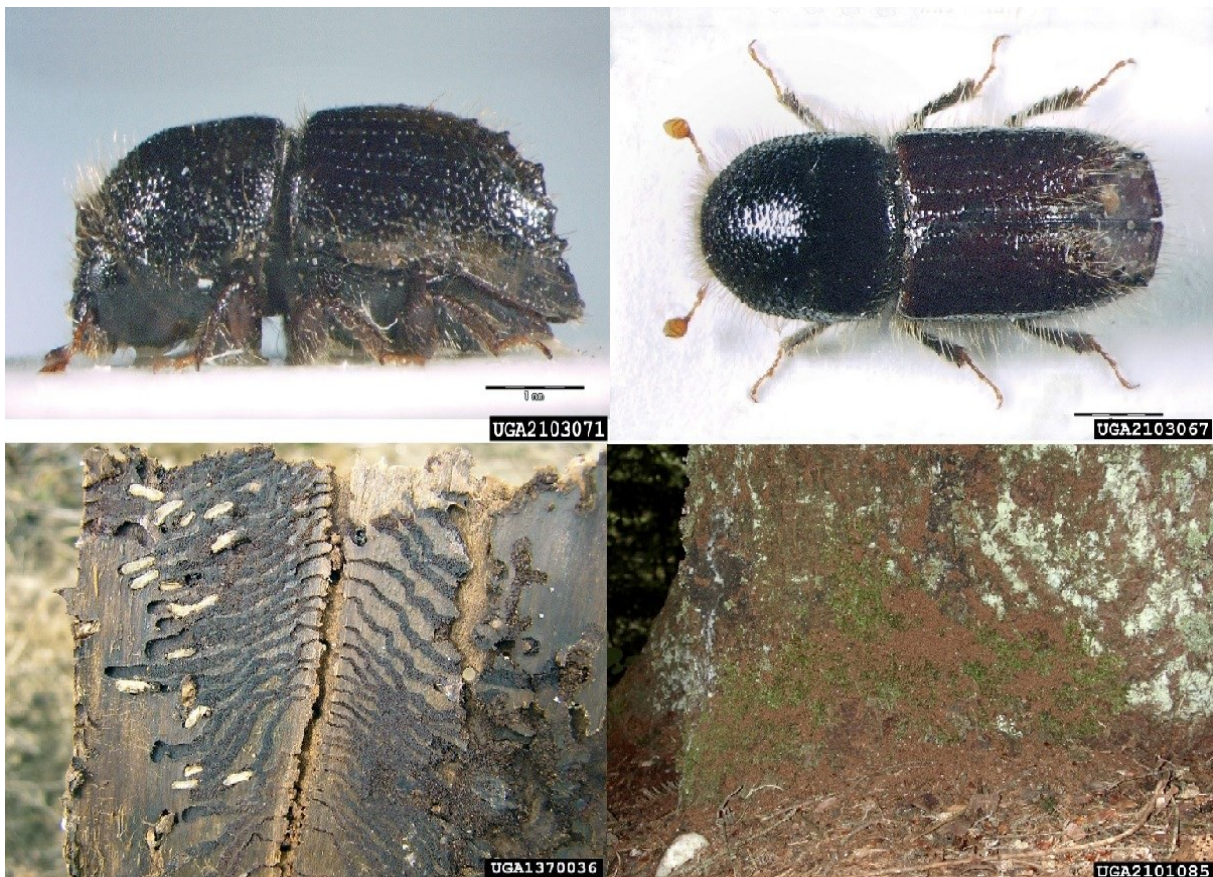
Korištenjem feromonskih klopki, osim ciljanih organizama u lovnim posudama nailazimo na neciljanu entomofaunu, ponajviše na parazitske organizme. Veliki broj klopki na određenom lokalitetu utječe na povećani broj „korisne“ entomofaune, što je negativno za ekosustav. Monitoringom smrekova potkornjaka od kolateralnih ulova najčešće su zastupljene predatorske vrste roda *Thanasimus* spp. i *Nemosoma elongatum* (Linnaeus, 1761). Razlog njihovog upadanja u klopke je ispuštanje kariomona koji prirodne neprijatelje obavještavaju o prisutnosti potkornjaka odnosno potencijalnoj hrani. Pavlin 1991 (Prema: Pernek i sur. 2020) testiranjem pojedinih komponenti Pheropraxa® otkriva kako na predatora *Thanasimus formicarius* L. (Coleoptera, Cleridae) djeluje komponenta ipsenol i ipsdienol, manje (S)-cis-verbenol. Kako bi se smanjila brojnost neciljanih vrsta provedena su različita istraživanja u kombinacijama feromona, boji klopki i njihovim modifikacijama.

1.4. *Ips typographus* (Linnaeus, 1758)

Adult smrekova pisara (*Ips typographus*) tamnosmeđe do crne boje, ovalnog oblika i duljine do 5,5 mm prepoznatljiv je po zlatno-smeđim dlačicama, točkastim linijama na pokrillju te 4 zubea na svakom od obronka, otkud mu i naziv osmerozubi smrekov potkornjak (Slika 3). Rasprostranjen je u smrekovim šumama (*Picea abies*) kontinentalnog dijela Europe, sjevera i istoka Azije. Sekundarni je štetnik smreke, ponekad ariša (*Larix* sp.) i borova (*Pinus* sp.) koji u uvjetima gradacije populacije poprima karakteristike primarnog štetnika (Hrašovec i Franjević 2011). Uglavnom je bivoltina vrsta, koja stvara i sestrinsku generaciju nakon prvog polaganja jaja. S aktivnošću započinju u travnju kada temperatura dosegne do 20 °C. Najprije mužjaci izgrizaju bračnu komoricu, nakon čega ženke privučene agregacijskim feromonom odlažu i do 100 krupnih, ovalnih, bijelih jaja. Ostatak životnog ciklusa odvija se ispod kore, gdje apodna, bijela larva smeđe glave i izraženih smeđih mandibula izgriza hodnike, čija će duljina ovisiti o njihovoj brojnosti (Slika 3). Stadij kukuljice traje kratko, tada se ne hrani niti kreće, a završava razvojem mladog adulta u kukuljičnoj zipci. Prepoznatljiv je po zlatno do svijetlosmeđoj boji, ne može letjeti i još nije spolno zreo. Nakon dvomjesečnog razvoja, napuštaju domaćinsku smreku izgrizanjem okruglih otvora. Drugo rojenje odvija se uglavnom

u srpnju, iako ga nije lako razlučiti od sestrinske generacije. Ujesen zastupljeni su svi razvojni stadiji, a pod korom napadnutih stabala uglavnom su u stadiju ličinke i adulta. Prezimljuju u otpaljoj kori, šumskoj prostirci ili napadnutom stablu u stadiju imaga, koji u proljeće započinje novi ciklus (Hrašovec 2016).

Rani simptomi njihova napada je smeđa piljevina na kori debla, pridanku, mahovini i paučini u blizini pridanka i vrata korijena. Piljevina je znak njihova ubušivanja u smreku i izgrizanja bračne komorice i materinskih hodnika (*Slika 3*). Smreka se brani prekomjernim izlučivanjem smole, stoga su vidljivi i smolotoci duž kore debla. Ako ove simptome ne uočimo, prvi vidljivi simptomi u krošnji primjetni su 5 do 6 tjedana nakon ubušivanja. Krošnja mijenja boju od blijedo-zelene, žute do crveno-smeđe, iglice se osipaju a s gornjih dijelova otpada kora. U tom periodu imaga proljetne generacije već su napustila napadnutu smreku. Stoga je pravovremeno uočavanje i uklanjanje napadnutih smreka ključan postupak u suzbijanju prenamnoženja (Hrašovec 2016).



Slika 3 Ips typographus, gore lijevo-bočno; gore desno-dorzalno; dolje lijevo-hodnički sustav; dolje desno-piljevina (Izvor: Forestry images, Ips typographus <https://www.forestryimages.org/search/action.cfm?q=ips+typographus> (Pristupljeno 25. 7. 2022.))

1.5. *Thanasimus* spp.

Thanasimus sp. je mala skupina kukaca iz reda *Coleoptera*, porodice *Cleridae*. Ovaj rod smatramo korisnim jer sudjeluje u biološkom smanjenju populacije potkornjaka. Odrasle jedinke hrane se adultima potkornjaka prije njihova ubušivanja u koru, a ličinke ulaze u galerijski sustav i hrane se uginulim potkornjacima i njihovim ličinkama. Schroeder i Weslien 1994 i Schroeder 1996 (prema: Schroeder 2003) kaveznim pokusom dokazuju kako ličinke najrasprostranjenije vrste porodice *Cleridae*, *Thanasimus formicarius* L., može smanjiti produkciju potomaka *Ips typographus* za 60 %, a potkornjaka *Tomicus piniperda* L. za 81±92 %. U zapadnoj Paleoarktičkoj regiji zabilježene su dvije vrste ovog roda: *Thanasimus formicarius* i *T. femoralis*, karakteristični po crnoj i crvenkastosmeđoj boji s bijelim trakama. Adulti se lako identificiraju, za razliku od ličinki koje nije jednostavno determinirati na razini roda.

T. formicarius hrani se s 27 vrsta potkornjaka koji pripadaju u 15 rodova (*Dendroctonus*, *Dryocoetes*, *Hylastes*, *Hylesinus*, *Hylurgops*, *Hylurgus*, *Ips*, *Leperesinus*, *Orthotomicus*, *Pityogenes*, *Pityokteines*, *Polygraphus*, *Scolytus*, *Tomicus* i *Trypodendron*) koji napadaju četinjače (bor, smreku, ariš, duglaziju) te listače (hrast, jasen, topolu) (Warzée i Gregoire, 2003). Postoji više zapisa o *T. formicarius* jer je češća vrsta ulova feromonskih klopki, a obje vrste privlači kariomon koji proizvodi *Ips typographus*. Warzée i Gregoire 2003 uočavaju kako se feromonskim monitoringom borovih šuma značajnije ulovi *T. formicarius*, u odnosu na monitoring smrekova pisara, pri tom smatraju kako je debljina smrekove kore glavno ograničenje za potpuni razvoj mravastog kornjaša.

1.5.1. *Thanasimus formicarius* (Linnaeus, 1758)

Ovaj od 7 do 11 mm dugi kornjaš, prepoznatljiv je po dvije bijele pruge istaknute na crvenkastosmeđem pokrildu i truhu. Glava, ticala i noge crne su boje kao i vršna traka pokrildja (*Slika 4*). Zbog utanjenog prsnog dijela tijela sličan je mravu, stoga je poznat pod nazivom mravasti kornjaš. Njihova aktivnost započinje u isto vrijeme kao i kod ranih potkornjaka *Tomicus piniperda* (Linnaeus, 1758), *Trypodendron lineatum* (Olivier, 1795) i *Hylurgops pallatus* (Gyllenhal, 1813) i nastavlja se do kraja ljeta kada mnoge vrste potkornjaka napadaju četinjače i listače (Warzée 2005, prema: Thomaes i sur. 2017).

Adulti prezimljuju na bazi crnogoričnog drveća, te u proljeće nalijeću na stabla. Parenje se odvija više puta godišnje i pri tom mužjaci i ženke mijenjaju partnere. Na pukotine u kori ženka odlaže 20-30 jaja. Crvene ličinke razvijaju se nakon tjedan dana i zavlaze se u potkornjačke galerije. Dvije godine provode u stadiju ličinke hraneći se ličinkama, jajima i kukuljicama potkornjaka. Kukulje se u udubljenjima na kori, a adulti nakon stadija kukuljice žive 4 do 10 mjeseci.



Slika 4 *Thanasimus formicarius*; lijevo: dorzalno, desno: ventralno, dolje: bočno (Izvor: UK Beetles, <https://www.ukbeetles.co.uk/thanasimus-spp> (Pristupljeno: 25. 7. 2022.))

1.5.2. *Thanasimus femoralis* (Zetterstedt, 1828) (sinonimi: *Thanasimus rufipes* /Brahm, 1797/ i *T. pectoralis* /Fuss, 1863/)

Relativno nedavno otkriven kornjaš prije se razdvajao na još dvije vrste temeljem biologije prezimljavanja. *Thanasimus pectoralis* prezimljava ispod kore platana (*Acer pseudoplatanus* L.), a ponekad hrasta crnike (*Quercus ilex* L.), a *T. rufipes* na srušenim borovima. Kobač 2003 usporedbom muških i ženskih kopulacijskih organa, utvrđuje postojanje samo dvije srednjoeuropske vrste od kojih je *T. femoralis* sinonim za prethodno navedene.

Dugačak je 5,5 do 9,5 mm, sa karakterističnim prugama na pokrilju, od kojih prva nije crno obrubljena kao kod *T. formicarius*, a smeđi dio pokrilja je dulji. Sa ventralne strane je smeđe do crvene boje sa smeđim nogama i ticalima. Meta i mezo-sternum crne su boje (*Slika 5*).



Slika 5 Thanasimus femoralis; lijevo: dorzalno, desno: ventralno (Izvor: Thomaes i sur. 2018)

2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Praćenje populacije šumskih štetnika, naročito potkornjaka u operativnom šumarstvu uglavnom se provodi feromonskim klopama. Međutim, prema Šramel i sur. (2022.) korištenjem klopki treba uzeti u obzir nekoliko kritičnih točaka:

- klopke treba postaviti za ili prije početka rojenja potkornjaka
- feromoni moraju djelovati dovoljno dobro kako bi uočili povećanje populacije štetnika, ali ne bi trebali uzrokovati prekomjerne slučajne ulove
- klopke bi morale uhvatiti ciljnog štetnika.

Ovom metodom, osim ciljanih šumskih štetnika u ulovima pronalazimo i neciljane insekte, uglavnom predatorske vrste. Oni, osim što mogu pozitivno utjecati na prirodnu regulaciju brojnosti štetnika, globalni problem – smanjenje bioraznolikosti utječe i na njihovu zastupljenost u ekosustavu. Stoga pri postavljanju sustava feromonskog monitoringa, izrazito je važno odabrati odgovarajući feromon, oblik klopke i lokaciju. Kombinacije selektivnih feromona i nestandardnog oblika klopki jedan je od načina. Martin i sur. (2012.) otkrili su kako su klopke s prorezima selektivnije od onih s više ljevaka, pokazujući manje uhvaćenih predatora, pogodujući bježanje *Thanasimus formicarius*. Martin i sur. 2012 i Ross i Daterman 1998 (prema: Braclini i sur. 2021) modificiranjem klopki s više ljevaka i klopki s prorezima dodavanjem 6 mm mreže, te otvaranjem otvora za bijeg može pomoći u ograničavanju ulova predatora.

Cilj ovog rada je testirati parove standardnih i modificiranih Theysohn® klopki prateći ulove smrekovog pisara (*Ips typographus*) i njegovog najčešćeg prirodnog neprijatelja, grabežljivca *Thanasimus* spp. na odabranim površinama s aktivnim žarištem smrekovih potkornjaka na području UŠP Delnice. Modifikacija standardne klopke izvedena u obliku mehaničke barijere (mreže krupnog oka) koja propušta potkornjake, ali „zaustavlja“ krupnije vrste, pa očekivano i *Thanasimus* spp. Pokusom se želi obuhvatiti period proljetnog rojenja smrekovog pisara, nakon čega slijedi laboratorijska obrada i statistička interpretacija rezultata.

Svrha rada je temeljem analiziranih ulova utvrditi:

- ✓ je li širina mreže oka dovoljna za zaustavljanje *Thanasimus* spp. i kolateralnih vrsta sličnih dimenzija
- ✓ imali li razlike u ulovima neciljane entomofaune između standardne i modificirane klopke
- ✓ utječe li mehanička barijera (mreža) na broj ulovljenih jedinki ciljane vrste (*Ips typographus*)

Na temelju postavljenog cilja, provedene su slijedeće aktivnosti:

1. prikupljanje recentne literature o sličnim istraživanjima provedenim na potkornjacima i njihovim predatorima
2. prikupljanje podataka o području istraživanja
3. odabrane lokacije za postavljanje pokusa
4. sakupljani ulovi u sedmodnevnim intervalima u periodu od dva mjeseca

5. izvršena laboratorijska obrada prikupljenih ulova
6. provedena statistička obrada i analiza podataka, te interpretacija sukladno postavljenim ciljevima
7. utvrđeni zaključci temeljem dobivenih podataka

3. MATERIJALI I METODE

3.1. Područje istraživanja

3.1.1. Uprava šuma podružnica Delnice

UŠP Delnice jedna je od 17 uprava šuma u Hrvatskoj, a administrativno obuhvaća područje Primorsko-goranske županije. Površina od 98.767,77 ha, od kojih je 96.819,00 ha obraslo šumsko zemljište, raspoređena je na 14 šumarija. Veliki dio površine (68.267,01 ha) su preborne šume Gorskog kotara, pa u ukupnoj drvnj zalihi od 28.824.426,00 m³ najveći udio imaju obična bukva (*Fagus sylvatica* L.) i obična jela (*Abies alba* Mill.). U prethodnom desetljeću klimatske nepogode obilježile su gospodarenje šumama u Gorskom kotaru. U razdoblju između 31. siječnja i 6. veljače 2014. na području UŠP Delnice zabilježene su značajne štete kao posljedica kiše koja se u doticaju sa tlom ledila. Ova je ekstremna klimatska pojava zahvatila visinski pojas od 400 do 1000 metara nadmorske visine. Navedena ledena kiša prouzročila je iznimnu štetu na šumskim kompleksima koji su zahvaćeni. Štete nastale na šumi prouzročile su izvale i lomove stabala kao i oštećenje krošanja, najviše kod bjelogorice. Na više od 50 % stabala sastojine deblo je raskoljeno i prelomljeno na pola, oko 15 % stabala izvaljeno je sa korijenom, a ostala stabla u sastojini nemaju veći dio krošnje. Najveće štete nastale su na stablima do prsnog promjera 30 cm kod bjelogorice, kod crnogorice došlo je do preloma vrhova stabala kao i do izvaljivanja stabala sa korijenom (Program gospodarenja gospodarskom jedinicom s planom upravljanja područjem ekološke mreže „Delnice“ 2021). Ako se šteta ne sanira, ni preostala zdrava stabla nemaju nikakvu budućnost, jer slijedi napad primarnih i sekundarnih štetnika (kukci potkornjaci, gljive truležnice i dr.). Kako je ova pojava zahvatila veliku površinu, sanacija nije bila provedena u svim odjelima, posljedično zbog oslabljenog vitaliteta drveća dolazi do gradacije smrekovog potkornjaka i pojave intenzivnih žarišta. Samo zbog ledoloma na području UŠP Delnice u razdoblju sanacije posljedica od 2014. do 2017. posječeno je 406.881,91 m³ (*Tablica 1*). Problem sa smrekovim potkornjakom počinje se uviđati 2015., a ekspanzija ovog problema primjetna je u 2017., kada je za područje cijele uprave doznačeno 159.746,14 m³, a posječeno 161.789,32 m³. Sanitar smreke još se doznačuje, pa je do travnja 2022., na površini 3.218,37 ha od ukupno doznačeno 375.775,34 m³, a jednako toliko i posječeno (*Tablica 2*). Krajem 2017. i početkom 2018. dodatne štete nastale su olujnim vjetrom koji je poharao i onako već načete sastojine. Prema podacima odjela za ekologiju i zaštitu šuma od 2018. do 2019. doznačeno i posječeno je ukupno 1.274.938 m³ listača i četinjača (*Tablica 3*).

Tablica 1 Realizirani ledolom 2014.-2017. (Izvor: Odjel za ekologiju i zaštitu šuma UŠP Delnice 2022)

Godina	Crnogorica	Bjelogorica	Σ
	m ³		
2014.	97.833,50	74.419,19	172.252,69
2015.	45.356,66	55.607,19	100.964,05
2016.	42.692,46	51.879,71	94.572,17
2017.	12.166,00	26.527,00	38.693,00
Σ	198.048,62	208.433,29	406.481,91

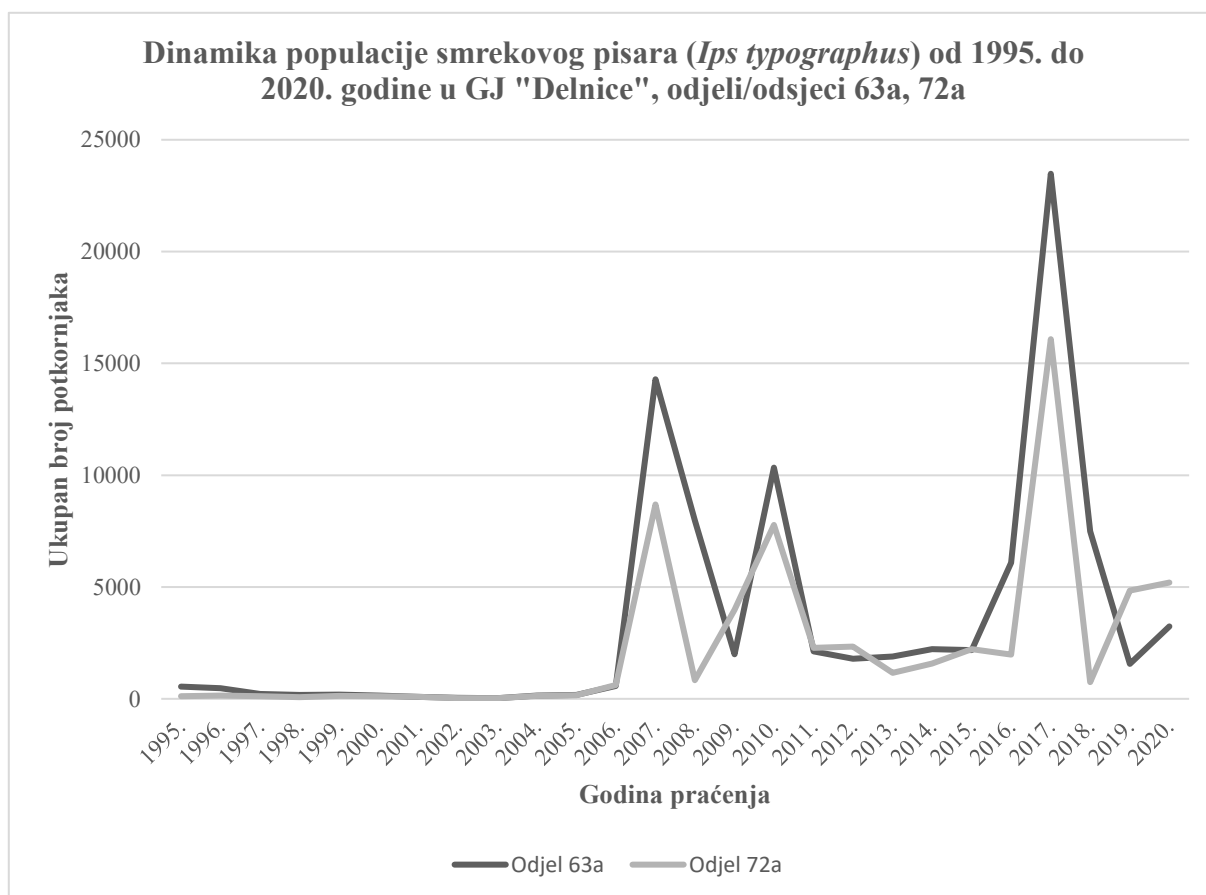
Tablica 2 Štete u sastojinama smreke uzrokovano potkornjakom na UŠP Delnice (Izvor: Odjel za ekologiju i zaštitu šuma UŠP Delnice 2022)

UŠP DELNICE	Drvena zaliha smreke na šumariji (m ³)	Postotak smreke u ukupnoj drvnoj zalihi (%)	Doznačeno smreke u 2016. zbog napada potkornjaka (m ³) doznačeno/posječeno	Doznačeno smreke u 2017. zbog napada potkornjaka (m ³) doznačeno/posječeno	Doznačeno smreke u 2018. zbog napada potkornjaka (m ³) doznačeno/posječeno	Doznačeno smreke u 2019. zbog napada potkornjaka (m ³) doznačeno/posječeno	Doznačeno smreke u 2020. zbog napada potkornjaka (m ³) doznačeno/posječeno	Doznačeno smreke u 2021. zbog napada potkornjaka (m ³) doznačeno/posječeno	Doznačeno smreke u 2022. zbog napada potkornjaka (m ³) doznačeno/posječeno	Doznačeno smreke od 2016. do 2022. zbog napada potkornjaka (m ³) doznačeno/posječeno
Crni Lug	100.125	6,98	4.373,00/2.279,65	6.951,00/8.340,35	662,83/1.056,19	1.685,61/1.340,13	1.404,76/1.389,16	78,17/749,89		15.155,37/15.155,37
Delnice	155.661	5,72	9.210,00/6.589,00	20.166,00/22.787,00		6.215,25/5.662,01	3.323,59/3.876,83	13,26/0,00		38.928,10/38.814,84
Fužine	94.608	5,78	1.762,01/1.170,32	6.166,61/6.360,57	1.901,99/2.299,72	231,81/231,81	385,90/385,90	276,84/275,84		10.725,16/10.725,16
Gerovo	145.201	5,86	8.126,00/6.471,00	27.947/25.009,00	3.691,00/7.741,17	2.625,00/2.109,00	728,96/1.330,14	0,00/457,65		43.117,96/43.117,96
Gomirje	159.812	9,47	1.351,00/1.109,00	3.743,28/3.774,28	0,00/211,00	1.798,00/1.594,00	3.675,00/3.744,00	1.661,00/1.766,00		12.228,28/12.228,28
Klana	99.542	5,75	2.590,00/2.043,00	4.289,00/3.972,01	0,00/863,99					6.879,00/6.879,00
Lokve	49.053	4,74	6.121,00/4.455,00	6.539,00/7.433,00	1.372,00/1.662,00	199,00/577,00	453,00/577,00			14.684,00/14.684,00
Mrkopalj	524.422	14,74	4.471,18/2.864,38	8.947,12/8.667,98	389,46/1.266,49	813,08/1.251,18	292,46/737,36	34,91/160,82		14.948,21/14.948,21
Prezid	410.250	21,83	9.423,00/9.423,00	15.480,00/15.480,00	5.044,00/4.533,00	7.022,00/7.513,00	7.290,00/7.290,00	1.772,00/1.722,00		46.031,00/46.031,00
Rijeka	19.196	1,13	35,60/35,60	452,00/452,00		578,76/578,76				1.066,36/1.066,36
Ravna Gora	301.965	12,08	1.793,40/995,40	832,00/1.554,00		1.816,91/1.418,64	2.544,83/3.029,10	959,71/959,71		7.956,85/7.956,85
Skrad	202.216	8,54	8.451,00/8.451,00	22.597,00/22.597,00	1.175,33/1.175,33	5.375,68/5.375,68	8.128,66/7.518,58	842,71/1.452,79	134,79/134,79	46.705,17/46.705,17
Tršće	306.285	20,21	7.655,47/7.455,47	30.618,08/30.618,08	3.410,30/3.410,30	6.585,67/6.585,67	903,62/903,62	126,72/126,72		49.299,86/49.299,86
Vrbovsko	211.540	6,95	1.241,24/1.241,24	4.744,05/4.744,05		22.467,83/11.491,29	32.592,13/38.490,41	6.249,01/10.814,60	725,76/863,27	68.050,02/67.644,86
UKUPNO	2.779.876	9,49	66.603,90/55.283,06	159.746,14/161.789,32	17.646,91/24.239,19	57.444,60/45.728,17	61.732,91/69.282,10	12.014,33/18.537,02	860,55/998,06	375.775,34/375.356,92
Doznačeno na površini (ha)			566,68	1.273,71	191,14	534,88	500,88	147,48	3,6	3.218,37
Podaci od 30.04.2022. <u>Nakon kontrole sa iskazom izvršenih sjеча po šumarijama</u>										

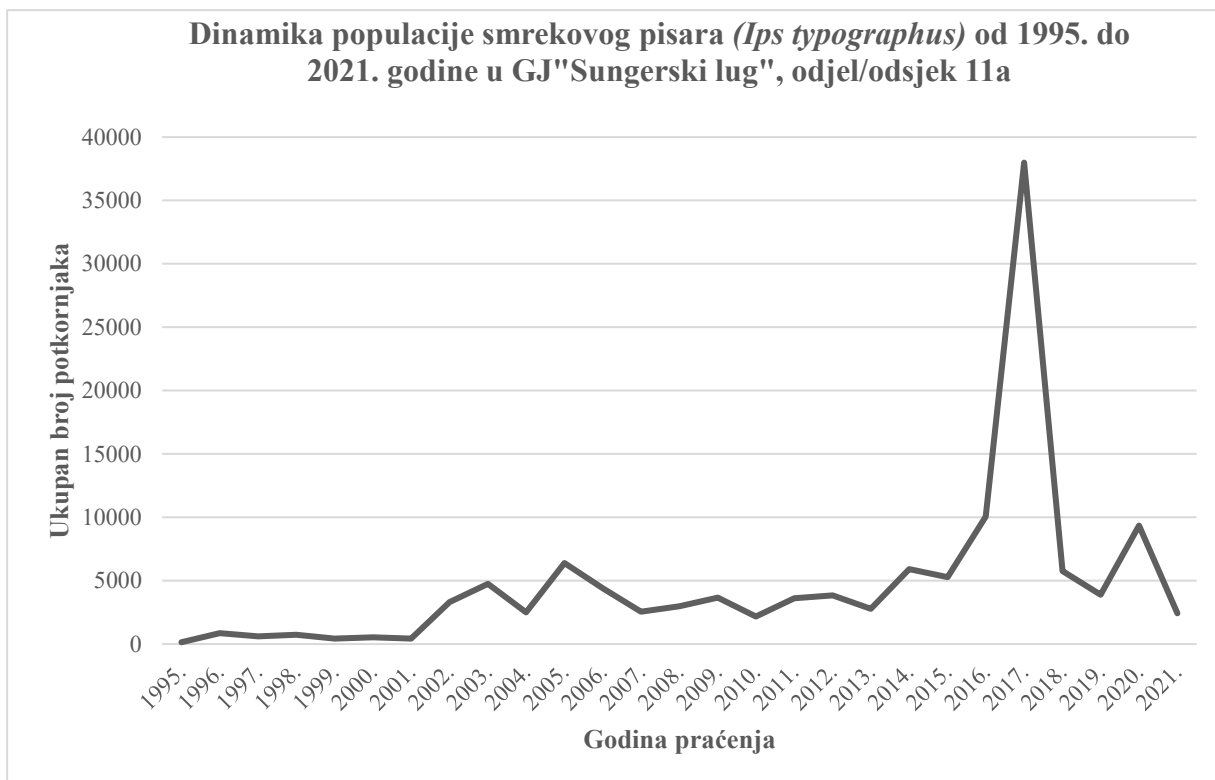
Tablica 3 Drvna masa vjetroizvala na području UŠP Delnice (Izvor: Odjel za ekologiju i zaštitu šuma UŠP Delnice 2022)

Šumarija	2018.				2019.				2020.			
	Doznačeno		Posječeno		Doznačeno		Posječeno		Doznačeno		Posječeno	
	četinjače	listače	četinjače	listače	četinjače	listače	četinjače	listače	četinjače	listače	četinjače	listače
m ³												
Crni Lug	35.185	1.310	29.055	1.101	12.129	235	18.260	444	1.286	2	1.285	2
Delnice	88.568	6.630	57.402	2.581	40.390	4.306	64.846	3.888	18.423	2.022	25.133	6.489
Fužine	11.531	28	9.271	12	7.969	1.632	8.754	1.293	757	55	2.232	410
Gerovo	103.476	7.753	91.649	6.215	51.276	5.233	61.831	6.040	10.270	454	11.542	1.185
Gomirje	37.950	5.002	19.913	3.124	11.221	1.201	23.603	2.205	1.918	130	7.573	1.004
Klana	2.265	274	534	151	2.018	110	3.749	233				
Mrkopalj	39.857	1.850	32.116	1.028	16.883	825	22.743	956	2.390	101	4.221	792
Prezid	79.645	5.386	59.774	3.958	43.940	3.503	50.783	3.371	1.949	0	14.977	1.560
Ravna Gora	50.092	5.036	41.870	3.926	39.482	2.491	40.376	1.658	8.400	322	15.728	2.265
Skrad	59.226	10.374	29.842	4.783	49.356	6.078	50.694	5.753	5.079	291	33.125	6.207
Tršće	22.997	462	19.233	323	4.409	221	7.941	360	1.149	12	1.381	
Vrbovsko	119.379	18.861	61.297	11.612	99.586	8.090	120.760	8.468	38.164	2.551	75.072	9.434
Lokve	30.876	1.041	13.973	329	18.326	129	28.767	626	3.097	23	9.559	238
Ukupno	681.047	64.007	465.929	39.143	396.985	34.054	503.107	35.295	92.882	5.963	201.828	29.586
Sveukupno	745.054		505.072		431.039		538.042		98.845		231.414	
							četinjače		1.170.914		1.170.864	
							listače		104.024		104.024	
							ukupno		1.274.938		1.274.938	

Odjel za ekologiju i zaštitu šuma ima dugogodišnju i ustaljenu dinamiku praćenja populacije smrekovih potkornjaka feromonskim monitoringom od 1995. godine. Klopke su postavljene u odabranim odjelima u svakoj gospodarskoj jedinici, a revirnici ih imaju obvezu pregledati i zabilježiti broj potkornjaka zatečen u lovnim posudama. U gospodarskoj jedinici Delnice one su postavljene u odjelu/odsjeku 63a i 72a (*Graf 1*), a u GJ Sungerski lug u 11a (*Graf 2*). Zbog velike baze podataka i problema s potkornjacima čija je gradacija na sve 3 klopke vidljiva u 2017. godini, područje UŠP Delnice odabrano je kao područje istraživanja. Točnije, po jedan odjel/odsjek iz navedenih gospodarskih jedinica u kojima je sanitarnom doznakom uklonjena sva drvena zaliha smreke uslijed intenzivnog napada *Ips typographus*, čiji opis slijedi u nastavku.



Graf 1 Dinamika populacije smrekovog pisara od 1995. do 2020. u GJ Delnice, odjeli 63a i 72a (Izvor: Uredajni zapisnik za GJ Delnice 2021)



Graf 2 Dinamika populacije smrekovog pisara od 1995. do 2021. u GJ Delnice, odjeli 11a (Izvor: Uredajni zapisnik za GJ Sungerski lug 2022)

3.1.2. Gospodarska jedinica „Delnice“

Gospodarska jedinica „Delnice“ smještena je na sjeverozapadnom dijelu Gorskog kotara i spada u gorsku Hrvatsku. Površinom jedinice od 3.742,94 ha gospodari Šumarija Delnice. Šume GJ zauzimaju prostor na istočnim i jugoistočnim padinama planinskog masiva Risnjak. Prostor obuhvaća područje južno, jugozapadno i sjeverozapadno od naselja Delnice. Gledano geografski to područje se proteže između 14°21' i 14°51' istočne dužine, te 45°21' i 45°20' sjeverne širine. U vertikalnom smislu šume GJ Delnice prostiru se od 450 do 1153 metara nadmorske visine. Za reljef područja karakteristične su brojne glavice kupastog oblika između kojih se protežu veće ili manje uvale. Od velikog broja glavica izdvajaju se: Veliki Drgomalj (1153), Stari Drgomalj (1056), Doren vrh (951), Gornji Poklani vrh (941), Srednji Poklani vrh (949), Donji Poklani vrh (890), Šaroglin (924), Ponikvarski vrh (847), Japlenški vrh (840), Zrinski vrh (836), Resnjak (792) i Ilovac (753). Raspon nagiba je od 0° do 45°, a zastupljene su sve ekspozicije. Voda se javlja putem obilnih padalina i topljenja snijega u obliku sezonskih potoka i bujica. Oborinska voda je najvažniji dotok vode za šume i ima je dovoljno tijekom cijele godine. Geološka podloga sastoji se od karbonatnih stijena i to jurskih vapnenaca i dolomita, te dolomita s lećama vapnenca iste starosti. Javljaju se još dolomiti i glineno-laporovite pješćane i dolomitno pješćane naslage trijasko starosti. Na geološkoj podlozi razvila su se slijedeća tla: kalcikambisol, luvisol, kalkomelanosol, rendzina na dolomitu, distrično smeđe tlo, smeđi podzol. Područje GJ nalazi se u zoni srednjoeuropske klime koju karakteriziraju dugačke i snježne klime, niska prosječna godišnja temperatura, velika zračna vlaga, kratko vegetacijsko razdoblje, obilje oborina s dosta jakim vjetrovima sa sjeveroistoka (bura) i jugozapada (jugo). Prema Köppenovoj klasifikaciji oznaka klime je Cfsbx". Glavne karakteristike klime su cca 1700 mm oborina godišnje, mjesečni prosjek 94 – 180 mm, 120 kišnih dana u godini, prosječna godišnja temperatura 8,5 °C, maksimalna 32 °C te minimalna - 22 °C. Visoka zračna vlaga od 77 do 89 %, česta pojava magle, nagle promjene vremenskih prilika. Debele naslage snijega koje se u proljeće zadržavaju od 165 do 187 dana, te česta pojava ranih i kasnih mrazova između 15. i 26. listopada i 1. i 10. svibnja. Zemljopisni prostor u kojem se smjestila GJ Delnice, biljni svijet obiluje se velikim bogatstvom i osebjenošću. Prema nacionalnoj klasifikaciji staništa u GJ „Delnice“ zastupljeni su slijedeći stanišni tipovi:

- C.5.2.1. Šumske čistine velebilja i uskolisnog kipreja (*Sveza Epilobion angustifolii* Oberd. 1957) na 1,12 ha
- E.4.5.1. Šume bukve s velikom mrtvom koprivom (*Lamio orvalae-Fagetum* /Horvat 1938/ Borhidi 1963/) na 164,23 ha
- E.4.2.1. Dinarska bukovo-jelova šuma s mišjim uhom (*Omphalodo-Fagetum* /Tregubov 1957 corr. Puncer 1980/ Marinček et al. 1993) na 3.429,35 ha
- E.7.2.1. Šuma jele s rebračom (*Blechno-Abietetum* /Horvat 1938/Horvat in Cestar 1967) na 70,63 ha
- E.9.2.1. Nasadi obične smreke na 10,61 ha
- J.4.3.1. Napušteni površinski kopovi (nesanirani) na 3,29 ha
- J.4.4.2. Površine za cestovni promet na 41,78 ha
- J.4.4.5. Ostale infrastrukturne površine na 21,93 ha

Ukupna drvena zaliha prema staroj osnovi gospodarenja iznosi 1.422.353 m³, najveći udio smjese čini jela s 56,88 % i bukva 32,11 %, zatim nailazimo još smreku s 5,90 %, gorski javor 4,90 %, ostala tvrda bjelogorica (OTB) s 0,19 % i crni bor 0,02 %. Zbog orkanskoj juga u GJ tokom 2018., 2019. i 2020. doznačeno je 153 579,29 m³. U gospodarskoj jedinici Delnice tokom 2016., 2017., 2018., 2019. i 2020. doznačeno je 30.126,01 m³ smrekovog sanitara nastalog uslijed napada smrekovog potkornjaka (Program gospodarenja gospodarskom jedinicom s planom upravljanja područjem ekološke mreže „Delnice“ 2021). U *Tablici 4* izdvojen je smrekov sanitar u odjelima/odsjecima u kojima je provedeno istraživanje. Na području ove jedinice postavljena su tri para feromonskih klopki (*Tablica 5*).

Tablica 4 Doznaka smrekovog sanitara na području UŠP Delnice odjel/odsjek 76a i 77a (Izvor: Uredajni zapisnik za GJ Delnice 2021)

Šumarija	Gospodarska jedinica	odjel/odsjek	Doznačeno (m ³)	Površina (ha)	Posječeno (m ³)
			2016.-2020. god.		
Delnice	Delnice	76a	3.080,34	13,25	2.573,84
		77a	2.662,37	11,13	2.600,34
UKUPNO			5.742,71	24,38	5.174,18

Tablica 5 Koordinate postavljenih klopki na području GJ Delnice

Broj klopke	Nadmorska visina (m)	Širina	Dužina
1	796	45°22'55.1"	14°48'10.8"
2	794	45°22'54.8"	14°48'11.3"
3	790	45°22'52"	14°48'15.6"
4	790	45°22'51.4"	14°48'15.4"
5	795	45°22'34.6"	14°48'22.7"
6	793	45°22'34"	14°48'23.1"

3.1.3. Odjel/odsjek 76a

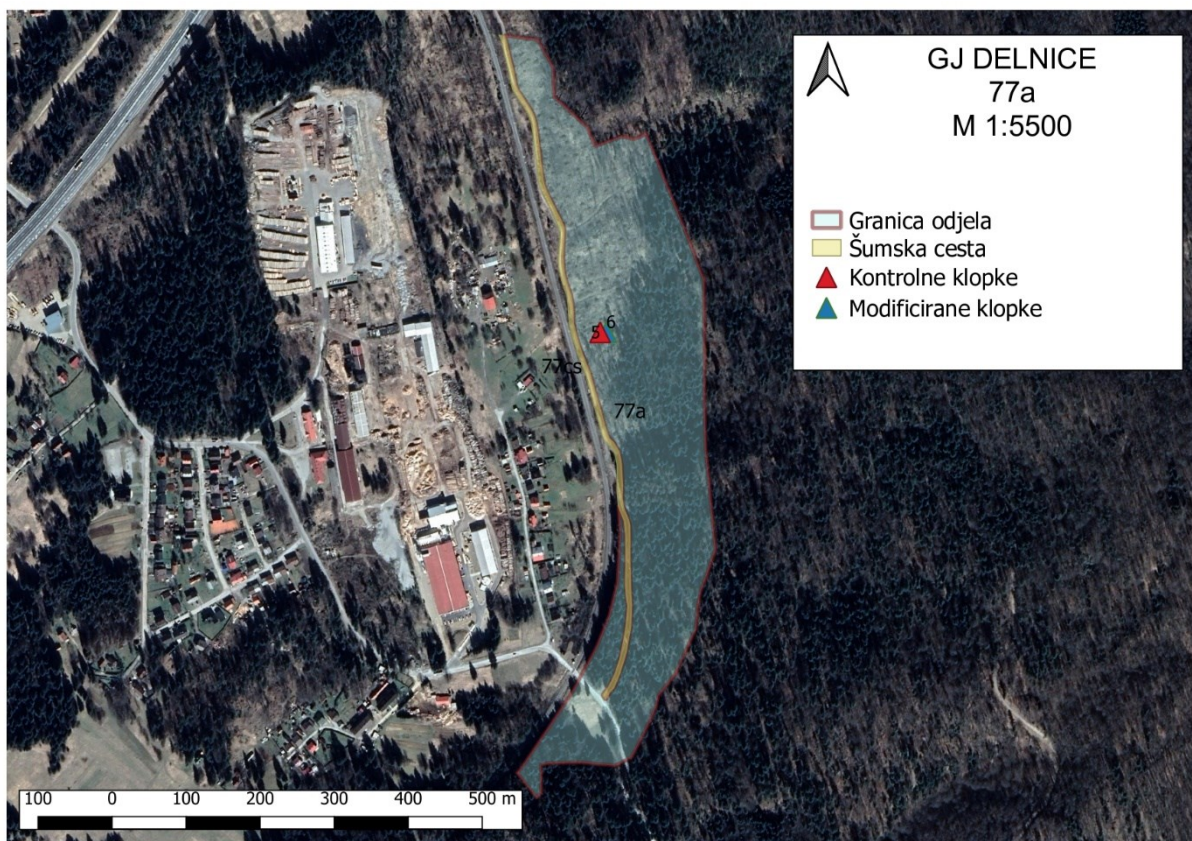
Ovaj odsjek pripada uređajnom razredu gospodarskih šuma jele i bukve na III. bonitetu, površine 16,56 ha. Nadmorska visina u odsjeku je od 750 do 840 m, jugozapadne ekspozicije i nagiba 5°-30°. Zastupljena je bukovo-jelova šuma s mišjim uhom (*Omphalodo-Fagetum*) na lesiviranom tlu. Preborna sjemenjača jele, smreke i bukve sa stablimičnim udjelom javora. Nailazimo na bukov mladik i koljik koji se nalazi u grupama, dok se jelov pomladak javlja pojedinačno do skupinasto, smrekov mladik pojavljuje se u grupama. Prema podacima iz O-3 obrasca iz Osnove gospodarenja za razdoblje 2011.-2021., ukupna drvena zaliha u odsjeku iznosila je 4.486 m³, od čega 1.903 m³ činila je smreka što je 42 % u udjelu smjese. Veći dio drvene zalihe 1.476 m³ zastupljen je u trećem debljinskom razredu (>51 cm). U ostatku zalihe sudjeluje obična bukva s 1.807 m³ (40 %), obična jela s 681 m³ (15%) i gorski javor s 95 m³ (2 %). Za ovaj odsjek nije bio propisan etat. Međutim, ovaj odsjek postao je žarište smrekovog pisara, stoga je u periodu od 2016. do 2020. posječeno 2.573,84 m³ smreke (*Tablica 4*), te je u potpunosti otvoren sklop. Sanacija je obavljena 2018., sjetvom i sadnjom sadnica bukve (Osnova gospodarenja „Delnice“ 2011).



Slika 6 Karta granica odsjeka i položaj klopki u odsjeku 76a

3.1.4. Odjel/odsjek 77a

Odsjek 77a površine je 11,23 ha te pripada uređajnom razredu gospodarskih šuma jele i smreke na I-III bonitetu. Nadmorska visina je od 740 m do 760 m, zapadne ekspozicije, nagiba 1°-20°. Na lesiviranom tlu razvija se bukovo-jelova šuma s mišjim uhom (*Omphalodo-Fagetum*). Preborna sjemenjača smreke, jele i bukve sa stablimičnim učešćem javora. Sastojina se nalazi u stadiju tankih i srednje debelih stabala, dok se u smreci pojavljuju debela stabla. Odsjek je slabo pomlađen. Smrekovog pomladak pojavljuje se u rijetkim skupinama, a rubno uz odjel pojavljuje se bukov mladik. Izmjerom 2011., utvrđena je drvena zaliha od 5.286 m³. Smreka u udjelu smjese sudjeluje s 2.242 m³ (42 %), jela 2.029 m³ (38 %), bukva s 777 m³ (15 %), gorski javor s 168 m³ (3 %) i OTB s 70 m³ (1 %). Za desetogodišnje razdoblje 2011.-2021. nije propisan etat. Međutim, on je razdužen kao slučajni glavni prihod zbog pojave potkornjaka. Doznačeno je 2.662,37 m³ smrekovog sanitara u periodu 2016.-2020 (*Tablica 4*). Površina je sanirana sadnjom sadnica bukve i jele (Osnova gospodarenja „Delnice“ 2011).



Slika 7 Karta granica odsjeka i položaj klopki u odsjeku 77a

3.1.5. Gospodarska jedinica Sungerski lug

Gospodarska jedinica Sungerski lug smještena je na jugoistočnom dijelu Gorskog kotara i spada u gorsku Hrvatsku. Obuhvaća šume u jugoistočnom dijelu Gorskog kotara. Jedinica se prostire, sjeverno, sjeveroistočno i sjeverozapadno od naselja Sunger i Mrkopalj. Jedinicom upravlja šumarija Mrkopalj, a ukupna površina je 1.342,38 ha. Obzirom na zemljopisni položaj nalazi se na 45°48' sjeverne geografske širine i 14°48' geografske dužine istočno od Greenwich-a. Raspon nagiba je od 0° do 45°, a zastupljene su sve ekspozicije. Reljef ovog područja relativno je jednoličan. Sastoji se od manjeg ravničarskog dijela tj. sungerske udoline i padina vrhova koje gravitiraju tom ravničarskom dijelu. Drugi dio jedinice također čine padine koje gravitiraju prema Mrkoplju i mrkopaljskom polju. Prema vrhovima glavica teren je kamenitiji, a mjestimično dosta škrapovit. Prostire se na nadmorskoj visini od 790 do 1137 metara. U jedinici se nalazi nekoliko karakterističnih vrhova: Debeli vrh (1137), Sopački vrh (971), Mali Maj (1053), Mrkovac (1104), Paljevina (1014) i Rusta (1025). Na području jedinice tekućih voda nema, u ravničarskom dijelu često se u manjim udubinama zadržava voda tvoreći manje bare. Geološka podloga izgrađena je djelomično od trijas-dolomita i jurskih vapnenaca, djelomično od tamno sivih i crnih trijas-vapnenaca a fragmentarno i od pješčenjaka. Prema pedološkoj karti iz 1980., zastupljene su slijedeće vrste tala: srednje i duboko i duboko tlo na vapnencima, srednje duboko i duboko tlo na vapnencima i dolomitima, lesivirano tlo, lesivirano i srednje duboko tlo na vapnencu, podzol humusno-željezni, crnica na vapnencu organogena i distrično smeđe tlo. Područje jedinice nalazi se u zoni srednjoeuropske klime, pa se prema Köppenovoj klasifikaciji nalazi u klimatskoj zoni C, a ima oznaku Cfsbx". Oborine su jednoliko raspoređene kroz cijelu godinu. Najsuši dio godine je ljeto, dok maksimum oborina je na početku tople periode i u kasnoj jeseni. Prosječna temperatura najhladnijeg mjeseca je niža od -3 °C, a najtoplijeg ispod 22 °C. S obzirom na zemljopisni položaj i nadmorsku visinu, u horizontalnom smislu raščlanjena vegetacije nalazi se u zoni listopadnih i mješovitih šuma umjereno vlažnih, hladnih staništa sveze *Aremonio-Fagion*. Nacionalnom klasifikacijom staništa, u gospodarskoj jedinici utvrđeni su slijedeći stanišni tipovi:

- C.3.3.1. Brdske livade uspravnog ovsika na karbonatnoj podlozi (Sveza *Bromion erecti* W. Koch 1926) na 4,57 ha
- E.4.2.1. Dinarska bukovo-jelova šuma s mišjim uhom (*Omphalodo-Fagetum* /Tregubov 1957 corr. Puncer 1980/ Marinček et al. 1993) na 1.206,91 ha
- E.7.2.1. Šuma jele s rebračom (*Blechno-Abietetum* /Horvat 1938/Horvat in Cestar 1967) na 76.45 ha
- E.9.2.1. Nasadi obične smreke na 21,49 ha
- J.4.3.1. Aktivni površinski kopovi na 8,62 ha
- J.4.4.2. Površine za cestovni promet
- J.4.4.5. Ostale infrastrukturne površine

Prema podacima iz Osnove gospodarenja za razdoblje 2012.-2021., ukupna drvena zaliha iznosila je 608.148 m³, u omjeru smjese najviše je zastupljena jela s 57 %, zatim obična bukva s 28 %, smreka s 11 %, gorski javor s 4 %, dokle obični bor i OTB sudjeluju s manje od 0,5 %. Elementarne nepogode, koje su se u više navrata dogodile u gospodarskoj jedinici, uzrokovale

su sječu 126 % iznad propisa, od čega je 52 % realizirano kao slučajni prihod. Olujnim vjetrom 2018. najviše su stradala jelova stabla u naponu snage. Zbog toga je izvršenje propisa etata jele bilo 132 % od propisa, od čega je 61 % realizirano kao slučajni prihod. Drvna zaliha jele se smanjila za 87.363 m³. Tijekom 2018., 2019. i 2020. doznačeno je 43.140 m³, a posječeno 42.358 m³. Ledolom koji je 2014. godine zahvatio dio gospodarske jedinice i uzrokovao lom vrhova smreke te lomove grana krošanja bukve uzrokovao je pojavu smrekova potkornjaka što je rezultiralo pojačanom sječom smreke. Ukupno se posjeklo 136 % propisa etata smreke što je dovelo do smanjenja drvne zalihe smreke za 12.889 m³, stoga je 70 % izvršenja etata smreke bilo je slučajni prihod (Program gospodarenja gospodarskom jedinicom s planom upravljanja područjem ekološke mreže „Sungerski lug“ 2022)

Od 2016. do 2021. doznačeno je i posječeno 8.495 m³ smreke. U *Tablici 6* prikazan je doznačen/posječen smrekov sanitar u odjelu/odsjeku u kojem je provedeno istraživanje. Na području ove gospodarske jedinice postavljena su dva para klopki (*Tablica 7*).

Tablica 6 Doznaka smrekovog sanitara na području UŠP Delnice odjel/odsjek 11b (Izvor: Uredajni zapisnik za GJ Sungerski lug 2022)

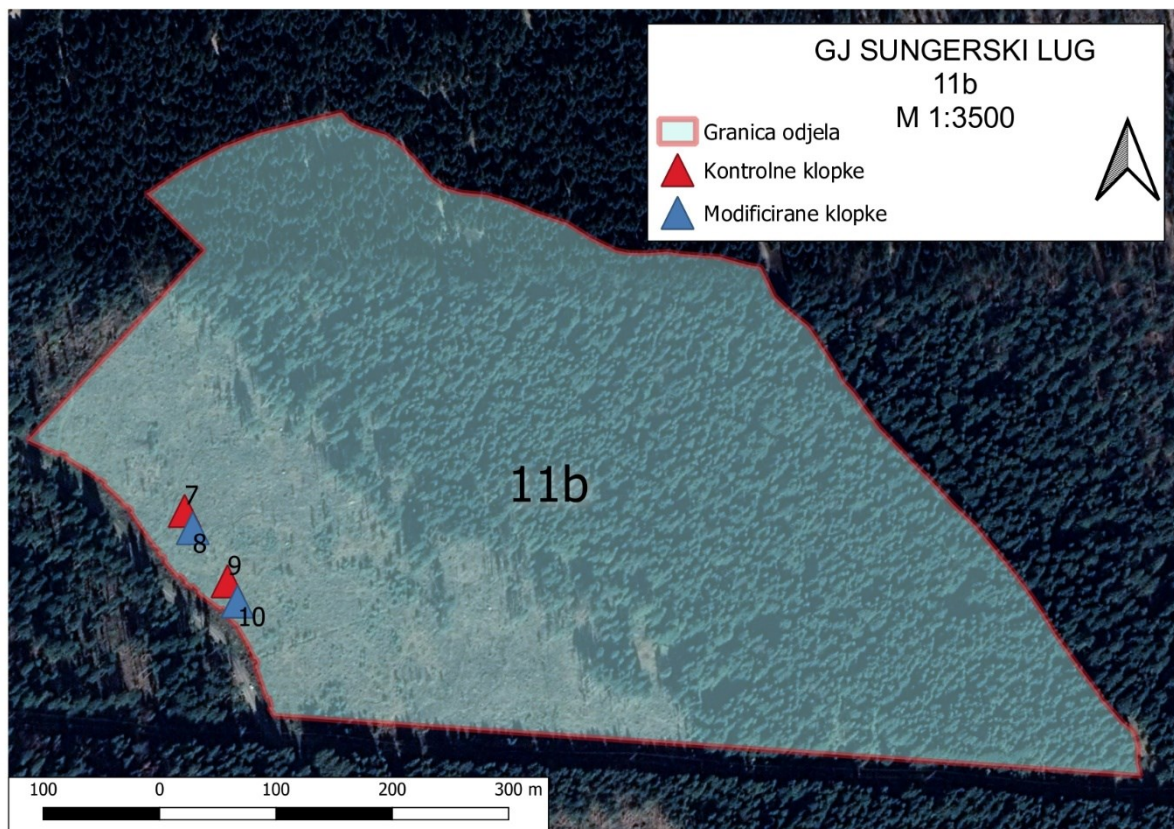
<i>Šumarija</i>	<i>Gospodarska jedinica</i>	<i>odjel/odsjek</i>	<i>Doznačeno</i>	<i>Površina</i>	<i>Posječeno</i>
			<i>(m³)</i>	<i>(ha)</i>	<i>(m³)</i>
			2016.-2020. god.		
<i>Mrkopalj</i>	Sungerski lug	11b	3.801,39	12,10	3.801,39
UKUPNO			3.801,39	12,10	3.801,39

Tablica 7 Koordinate postavljenih klopki na području GJ Sungerski lug

<i>Broj klopke</i>	<i>Nadmorska visina (m)</i>	<i>Širina</i>	<i>Dužina</i>
7	823	45°20'23.1"	14°47'4.9"
8	823	45°20'22.6"	14°47'5.2"
9	822	45°20'22.1"	14°47'6.6"
10	820	45°20'20.6"	14°47'7"

3.1.6. Odjel/odsjek 11b

Odjel 11b je uređajni razred sjemenjače jele i smreke na I/II bonitetu. Površine je 30,99 ha na nadmorskoj visini od 850 m. Nagib je 0° a ekspozicije nema jer se nalazi na ravničarskom dijelu jedinice. Jelova šuma s rebračom (*Blechno-Abietetum*) razvija se na podzolu. Mješovita sastojina smreke i jele, uzrasla na dubokom i svježem tlu dobre kvalitete, gušćeg sklopa. U odsjeku se nalazi nekoliko tanjurastih udubljenja povremeno ispunjenih vodom. Mladi je naraštaj zbog gustog sklopa slabije razvijen, a ono što se pojavilo nije nositelj buduće sastojine. Ukupna drvena zaliha u odsjeku iznosi 20.586 m³, 12.565 m³ je smreke, 8.841 m³ jele, 153 m³ obične bukve i 27 m³ OTB (Osnova gospodarenja „Sungerski lug“ 2012). Ovaj odsjek primjer je intenzivnog napada smrekovog potkornjaka i sječe svih stabala u pojasu do dvije srednje sastojinske visine stabala. U periodu 2016.-2020. doznačeno/posječeno je 3.801,39 m³ smreke (*Tablica 6*). Novom terenskom izmjerom ovaj odsjek podijeljen je na dva odsjeka. Odsjek 11c, površine 8,74 ha je površina stradala uslijed jakog napada potkornjaka, gdje su ostavljena pojedinačna stabla jele i bukve te se razvija lijeska. Razvija se mladik jarebike i pomladak jele i bukve (Program gospodarenja gospodarskom jedinicom s planom upravljanja područjem ekološke mreže „Sungerski lug“ 2022).



Slika 8 Karta granica odsjeka i položaj klopki u odsjeku 11b

3.2. Postavljanje klopki

Pregledom lokacija predloženih od djelatnika odjela za ekologiju i zaštitu šuma, početkom travnja odabrane su pozicije klopki. Pet parova naletno-barijernih klopki postavljeno je 22. travnja 2022. u odsjecima 76a, 77a i 11b (*Slika 11*). Sve klopke su Theysohn® (THEYSOHN Kunststoff GmbH, J. F. Kennedy Straße 50, 38228 Salzgitter, Niedersachsen, Deutschland), suhog tipa i crne boje. Razlika između klopki jednog para je u tome što modificirana klopka umjesto ljevkastog dijela na lovnjoj posudi, sadrži mrežu širine oka 6x6 mm (*Slika 9*). Udaljenost između klopki je 20-ak metara, a orijentirane su u smjeru jug, jugozapad. Kao feromon za privlačenje *Ips typographus*, korištena je ampula Pheroprax® (BASF Aktiengesellschaft, Unternehmensbereich Pflanzenschutz, 67056 Ludwigshafen, Deutschland)(*Slika 10*). Kontrolne klopke označene su neparnim brojevima od 1 do 9, a modificirane parnim od 2 do 10.



Slika 9 Feromonske klopke; lijevo-modificirana Theysohn®, desno-kontrolna standardna Theysohn®



Slika 10 Feromonski pripravak Pheroprax



Slika 11 Postavljanje klopki 22. travnja 2022.

3.3. Terensko sakupljanje ulova

Sakupljanje ulova vršeno je u razdoblju od 29. travnja do 1. srpnja 2022. godine, u razmacima od sedam dana. U prvih dva tjedna (29. 4., 6. 5.) zbog hladnog i kišovito perioda u lovnim posudama nije bilo ulova.

Ulovi su sakupljeni pomoću kista u posude s poklopcem na navoj. Kao konzervans korišten je 96 % alkohol razrijeđen s vodom. U svaku bočicu ubačen je paus papir na kojima je grafitnom olovkom naznačen datum, broj klopke i lokacija, ali je dodatno i svaka bočica označena istim podacima. Prilikom sakupljanja 20. svibnja, uočeno je kako modificirana klopka br. 2 nije imala lovnu posudu umetnutu u klopku, te 27. svibnja u kontrolnoj klopki br. 5 izvađen je ljevkasti nastavak lovnice posude. Pretpostavka je kako su ovi nevažeci uzorci rezultat znatijeljnosi stanovnika obližnjeg naselja.



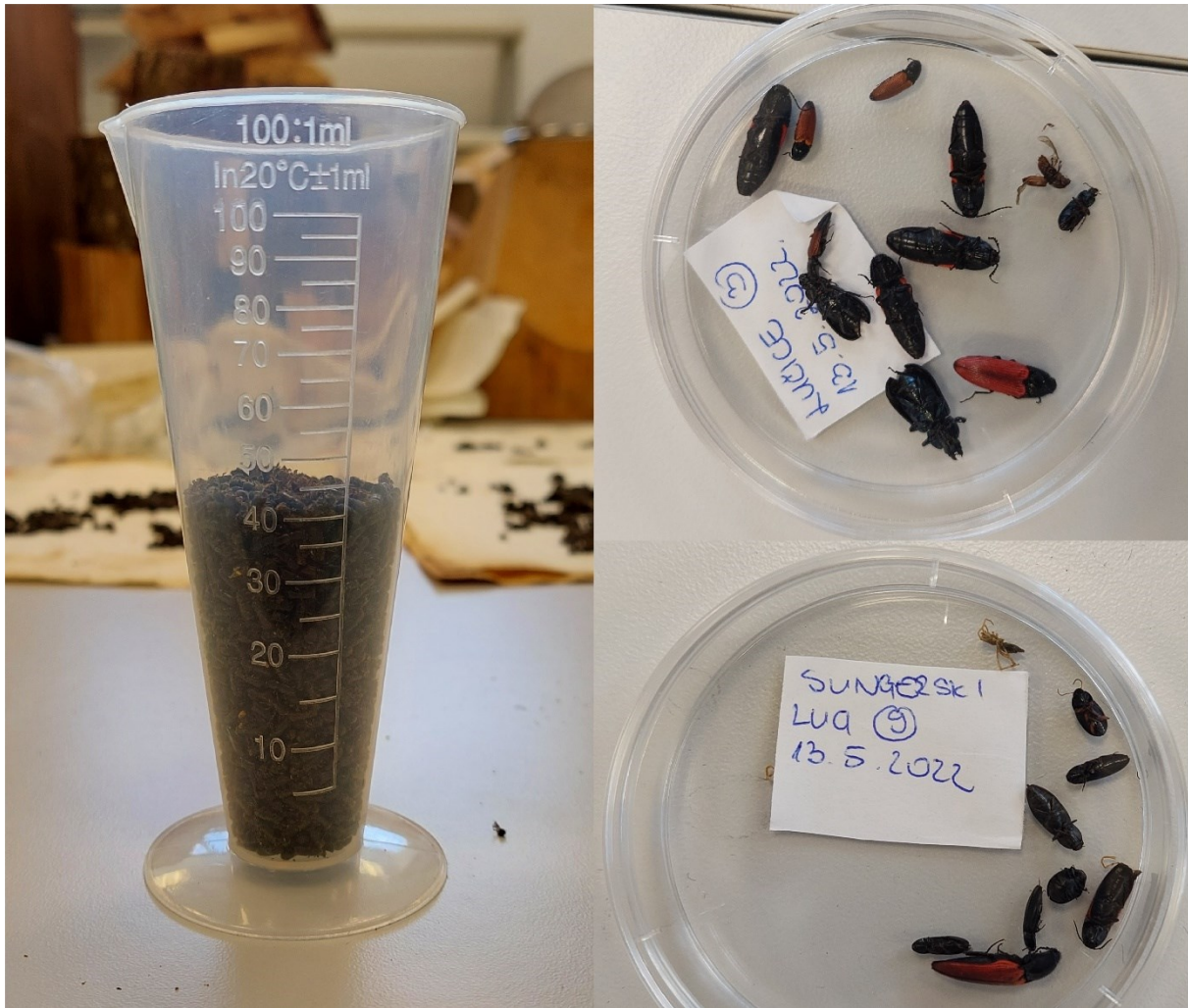
Slika 12 GJ Sungerski lug - 20. svibnja 2022.

3.4. Obrada podataka

Nakon sakupljanja, uzorci su odneseni u entomološki laboratorij na sušenje. Postupak je proveden na način da su ulovi procijedeni iz posude kroz sito sitnog oka preko kojeg je dodatno postavljena tkanina, kao zaštita da se vodom ne bi isprali manji potkornjaci. Kako bi se osušili, rasprostirani su na filter papiru zajedno s informacijama na papiriću iz transportne posude (*Slika 13*). Nakon sušenja na sobnoj temperaturi, uslijedilo je čišćenje od smeća koje dospije u lovnu posudu klopke, najčešće su to iglice, lišće, krilca sjemenja. Kolateralni ulovi izdvojeni su u zasebnu petrijevu posudu zbog njihove determinacije, te je zabilježen njihov broj. Utvrđivanje broja potkornjaka provedeno je volumetrijskom metodom (*Slika 14*). U mjernoj posudi izmjereno je 5 ml čistih potkornjaka, zatim je prebrojan sadržaj u 5 ml. Za utvrđivanje broja u ulovu, čitav sadržaj potkornjaka istresen je u mjernu posudicu i na temelju mililitarske zapremnine cijelog ulova (ponavljanja 5 ml) množen je s brojem potkornjaka u 5 ml te tako dobiven ukupan broj. Kolateralni ulovi su determinirani zbog veličine tijela i značajnosti u donošenju zaključaka prema postavljenim cijevima. Tablična i grafička obrada podataka izvršena je u Excelu.



Slika 13 Sušenje uzoraka u entomološkom laboratoriju



Slika 14 Postupak brojanja potkornjaka volumetrijskom metodom i izdvojeni kolateralni ulovi

4. REZULTATI I RASPRAVA

4.1. Dinamika populacije *Thanasimus* spp. u parovima klopki

Ovaj rad temeljio se na utvrđivanju uspješnosti modifikacije naletno-barijerne klopke postavljanjem mreže sitnog oka s ciljem sprječavanja upadanja predatorskih vrsta iz roda *Thanasimus*. Istraživanje je provedeno u periodu proljetnog rojenja *Ips typographus*, ali tijekom razdoblja sakupljanja ulova nije ulovljen niti jedna jedinka *Thanasimus* spp. (Tablica 8). Prema nekim prijašnjim istraživanjima populacije smrekovih potkornjaka u geografski sličnom području nacionalnog parka Risnjak i nastavno pokusnog šumskog objekta (NPŠO) fakulteta šumarstva i drvne tehnologije Zalesina podaci o *Thanasimus* vrstama su poprilično slični. Krcivoj (2019) u ulovima od kraja svibnja do početka rujna 2017. godine pronalazi jednu jedinku *Thanasimus formicarius*, te niti jednu u istom razdoblju 2018. godine. Božinović (2018) u klopka mokrog tipa na području NPŠO Zalesina, gospodarskim jedinicama Belevine i Kupjački vrh u ulovima od 16. travnja do 24. rujna 2017. također nije zabilježio prisustvo ove predatorske vrste. U gospodarskoj jedinici Sungerski lug, lokacija Sunger-Marasovo, 28. srpnja 2017. utvrđuje tri jedinke, 12. kolovoza dvije jedinke te 27. kolovoza pet jedinki *Thanasimus formicarius*, te 12. srpnja jednu jedinku na lokaciji Sunger-dalekovod. Na lokaciji Sungerski lug-cret, iste gospodarske jedinice Čop (2017) navodi šest jedinki u feromonskim klopka. Iz navedenih radova i dosadašnjim opažanjima Hrašovec (2022, pers. comm.) navodi kako je rod *Thanasimus* u manjoj mjeri zastupljen u ulovima feromonskih klopki u Gorskom kotaru, na nadmorskoj visini većoj od 700 m pojavljuje se od sredine srpnja do početka kolovoza za razliku u feromonskim klopka za mediteranske borove potkornjake. Pretpostavka razloga izostanka ove vrste u ulovima je period istraživanja kojim nije uhvaćena njihova aktivnost u ovom bioklimatskom području.

Tablica 8 Broj jedinki *Thanasimus* spp. vrsta u ulovima po klopka i datumu prikupljanja

Gospodarska jedinica	Datum Klopka	29. 4.	13. 5.	20. 5.	27. 5.	3. 6.	10. 6.	17. 6.	24. 6.	1. 7.	Σ
<i>Delnice</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sungerski lug</i>	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σ		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

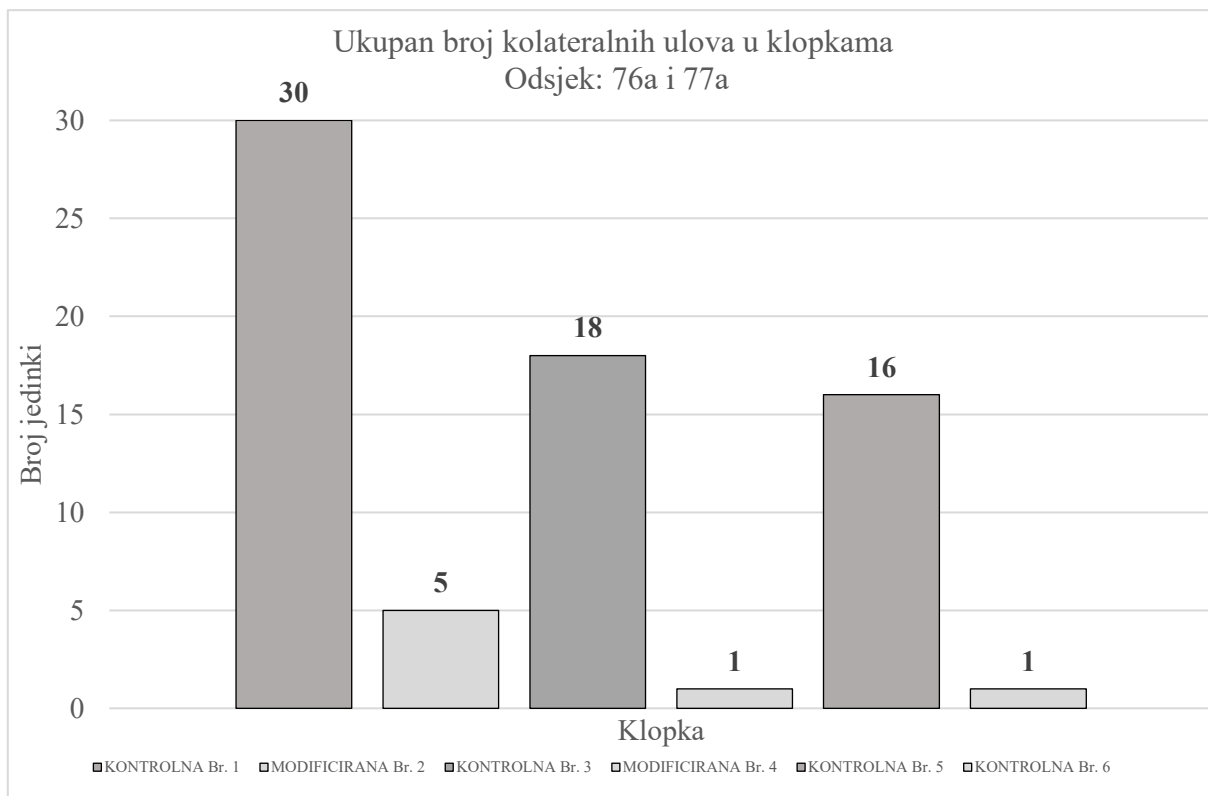
4.2. Ostale kolateralne vrste

S obzirom na izostanak ulova *Thanasimus* spp., pažnja je usmjerena na broj jedinki ostalih neciljanih vrsta kornjaša. Neki od slučajnih ulova veličinom odgovaraju vrstama *Thanasimus formicarius* i *T. femoralis* te na temelju toga možemo donijeti zaključak bi li ciljana modifikacija smanjila broj ove predatorske vrste u lovnoj posudi. U Tablici 9 prikazan je broj slučajnih ulova u obrađenim ulovima po klopkaama s obzirom na datum pražnjenja lovnih posuda. Prema ukupnom broju kolateralnih ulova, vidljivo je kako na obje lokacije u standardnim (kontrolnim) klopkaama, uspoređujući s parom modificirane klopke (Graf 3 i 4), daleko veći broj jedinki. Tablica 10 prikazuje popis determiniranih kolateralnih vrsta iz svake klopke. Od neciljane entomofaune najviše su zastupljene vrste iz porodice *Elateridae* i *Carabidae* čija se prosječna duljina tijela kreće od 7 do 15 mm, ovisno o vrsti. Temeljem dobivenih rezultata možemo ustanoviti kako su se jedinke veće od 6 mm, kolika je širina oka mrežice, uspjele zadržati na mrežici modificirane klopke i izaći iz nje a vjerojatnost je kako bi jednakim principom djelovala i na *Thanasimus* spp.

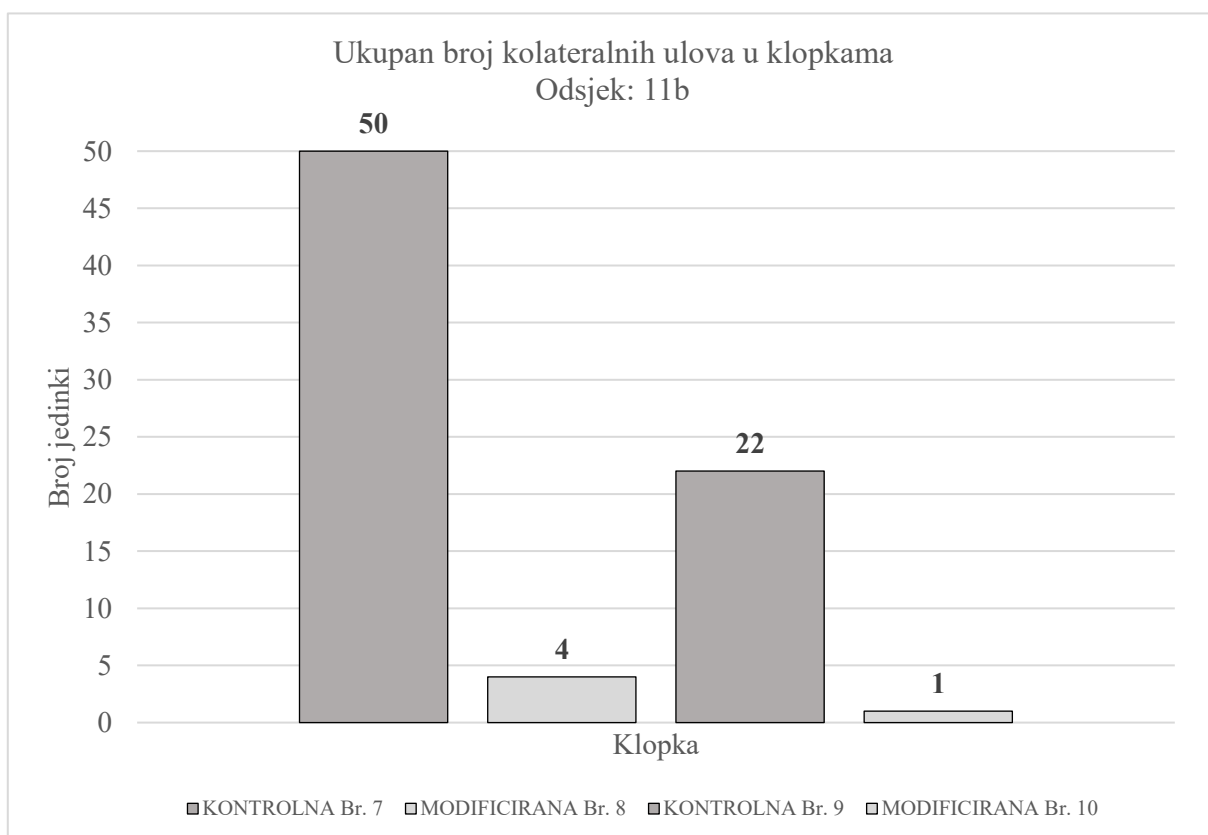
Bracalini i sur. (2021) provode isti pokus na vrsti *Ips sexdentatus* (Boerner. 1776) čije predatorske vrste su također *Thanasimus* spp., međutim u njihovim modificiranim klopkaama brojnost predatorskih vrsta u ulovima svejedno je velik. Bakke i Kvame, 1981 (Prema: Bracalini i sur. 2021) pretpostavljaju kako predatore mogu privući već ulovljeni potkornjaci unutar klopke, oslobađanjem feromona, jer neki ih mogu proizvoditi iako se ne hrane, što utječe na njihov povećan broj u lovnim posudama. Prema njihovim spoznajama, na broj predatorskih vrsta utječe brojnost potkornjaka te vrijeme postavljanja klopki, jer je aktivnost predatorskih vrsta manja ujesen.

Tablica 9 Broj slučajnih ulova po klopkaama i datumu prikupljanja

Gospodarska jedinica	Datum Klopka	29. 4.	13. 5.	20. 5.	27. 5.	3. 6.	10. 6.	17. 6.	24. 6.	1. 7.	Σ
Delnice	1	0	8	4	3	1	2	3	6	3	30
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5
	3	0	12	2	0	0	0	0	1	3	18
	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	5	0	6	3	3	0	1	0	3	0	16
	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Sungerski lug	7	0	14	16	9	4	0	1	5	1	50
	8	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4
	9	0	8	5	2	4	1	0	2	0	22
	10	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Σ		1	54	30	17	9	4	4	17	12	148



Graf 3 Ukupan broj neciljanih ulova u GJ Delnice po klopkama



Graf 4 Ukupan broj neciljanih ulova u GJ Sungerški lug po klopkama



Slika 15 Prikaz odnosa količine izdvojenih kolateralnih ulova između parova klopki (lijeva kolona: nemodificirane posude, desna kolona: modificirane posude)

Tablica 10 Popis determiniranih kolateralnih ulova po klopkama

KOLATERALNE VRSTE	Delnice						Sungerski lug			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dermaptera										
Forficulidae		1								
Heteroptera										
<i>Aradus</i> sp.	1				1	1				
<i>Rhynocoris annulatus</i>	1									
Pentatomidae									1	
Cantharidae										
<i>Cantharis</i> sp.					1					
Dytiscidae										
neidentificirani								1		
Carabidae										
neidentificirani	4	1	1		1			1	1	
Elateridae										
Agrypinae										
<i>Agrypnus murina</i>	1									
Cardiophorinae										
<i>Cardiophorus ruficollis</i>							2		2	
Dendrometrinae										
<i>Anostirus purpureus</i>	1									
<i>Selatosomus aeneus</i>									1	
<i>Athous vittatus</i>							1		2	
<i>Athous zebei</i>							1			
<i>Prosternon tessellatum</i>									2	
<i>Cidnopus</i> sp.									2	
Elaterinae										
<i>Ampedus sinuatus</i>	1				1					
<i>Ampedus elongatulus</i>	6		2		1		3			
<i>Ampedus cinnaberinus</i>	5		7				2			
<i>Ampedus balteatus</i>		1	1				5		1	
<i>Ampedus</i> sp.		1	1		3		2	1	1	
Melanotinae										
<i>Melanotus brunnipes</i>	5		1				1			
neidentificirano							26		5	
Prostomidae										
<i>Prostomis mandibularis</i>							1			
Lucanidae										
<i>Platycerus caraboides</i>			1							
<i>Platycerus caprea</i>			1							
<i>Valgus hemipterus</i>	1									
Scarabaeidae										
<i>Onthophagus</i> sp.			1							1
Anthribidae										
<i>Platyrhinus resinosus</i>	1									
Curculionidae										
Scolytinae										
<i>Hylastes</i> sp.					3					
Staphylinidae										
neidentificirani	1									
Peltidae										
<i>Ostoma ferruginea</i>								1		
UKUPNO	28	4	16	0	11	1	44	4	18	1



Slika 16 Prikaz odnosa veličine izabраниh kolateralnih ulova

Slika 16 prikazuje duljinu tijela selektiranih kolateralnih ulova u odnosu na trgovački papir mreže 5x5 mm. Gledajući s lijeva na desno riječ je o vrstama:

1. red: *Cidnopus* sp. (dva primjerka), *Ampedus cinnaberinus* (Eschscholtz, 1829), *Ampedus balteatus* (Linnaeus, 1758), Elateridae, *Cardiophorus ruficollis* (Linnaeus, 1758), *Prostomis mandibularis* (Fabricius, 1801)

2. red: *Selatosomus aeneus* (Linnaeus, 1758), *Prosternon tessellatum* (Linnaeus, 1758), *Platycerus caraboides* (Linnaeus, 1758), *Platycerus caprea* (DeGeer, 1774), *Onhophagus* sp., *Ampedus sinuatus* (Germar, 1844)

3. red: *Rhynocoris annulatus* (Linnaeus, 1758), *Platyrhinus resinosus* (Scopoli, 1763), Staphilinidae, *Agripnus murinus* (Linnaeus, 1758), *Ostoma ferruginea* (Linnaeus, 1758), *Aradus* spp. (dva primjerka)

Iako se već na prvi pogled uočava „crno-bijela“ slika ulova neciljanih vrsta (izrazito veći ulovi u kontrolnim, nemodificiranim klopama) deskriptivna statistika, provedeni t-test parova potvrđuje ovu očiglednu činjenicu.

Tablica 11 t-test parova za neciljane ulove

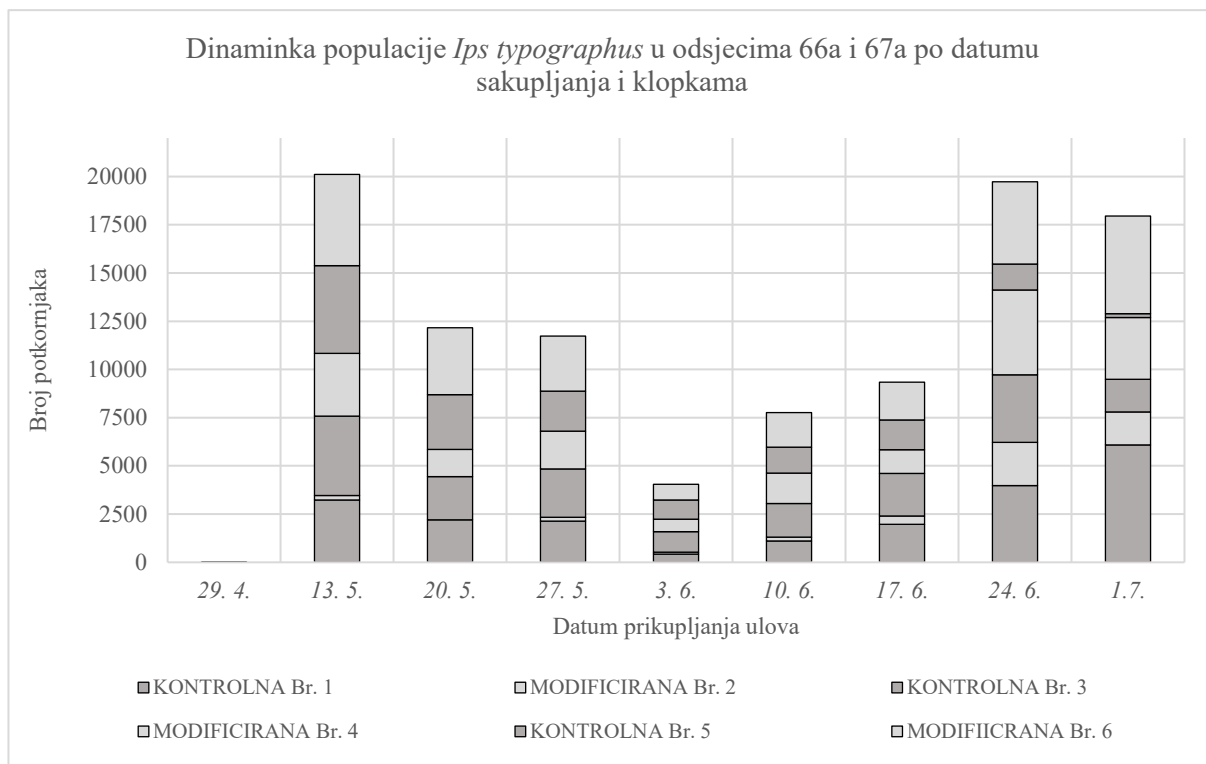
t-Test: Paired Two Sample for Means		
p<0.05%	kontrola	modifikacija
Mean	23.4	2
Variance	170.8	3.5
Observations	5	5
Pearson Correlation	0.848672531	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	4	
t Stat	4.152405313	
P(T<=t) one-tail	0.007116247	
t Critical one-tail	2.131846786	
P(T<=t) two-tail	0.014232494	
t Critical two-tail	2.776445105	

Izračunati t veći je od graničnog uz rizik manji od 5% (aritmetičke sredine statistički se razlikuju).

4.3. Ulovi *Ips typographus* (standardna klopka vs. modificirana)

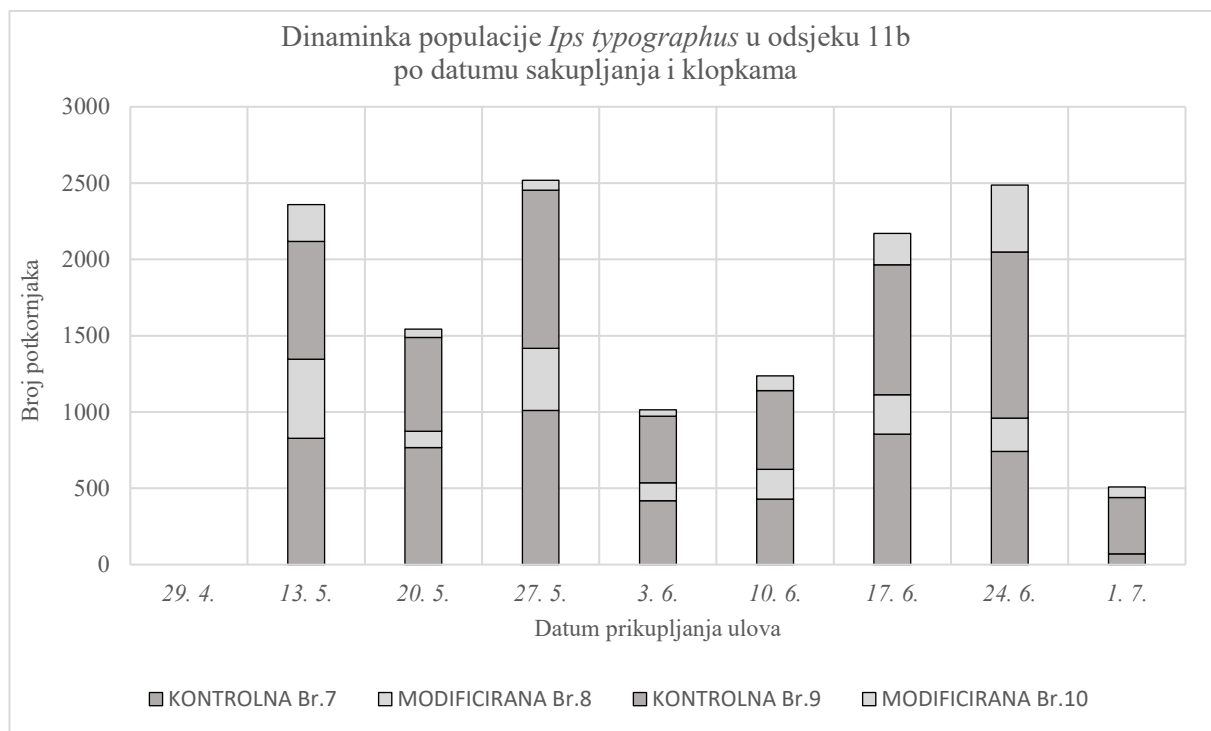
Uz praćenje učinkovitosti modifikacije za predatorske vrste, pratio se i broj ulovljenih ciljnih potkornjaka. Slijedećim grafovima biti će prikazan odnos broja *Ips typographus* između svakog od parova klopki, kako bi se raspravila razlika u broju jedinki u ulovima između standardne i modificirane klopke. Klopke jednog para međusobno su udaljene 20 m, jednake boje i feromonskog pripravka. U ovom istraživanju Pheroprax® pokazao je izrazitu selektivnost, jer brojnost drugih smrekovih potkornjaka, poput primjerice *Pityogenes chalcographus* (Linnaeus, 1761) bio je zanemarivo mala.

Graf 5 prikazuje brojnost potkornjaka između parova klopki na području gospodarske jedinice Delnice. Standardnim klopka br. 1 i br. 3 uhvaćen je veći broj potkornjaka u ulovima od 13. svibnja do 17. lipnja u odnosu na modificiranu br. 2 i br. 4. Nakon 17. lipnja, standardna br. 3 uhvatila je manji broj potkornjaka nego modificirana br. 4. U tom periodu, modificiranom br. 6 uhvaćen je veći broj potkornjaka nego u njenom kontrolnom paru (br. 5). Klopka br. 6 u cijelom periodu praćenja imala je povećani broj uhvaćenih potkornjaka za razliku od svih ostalih sa tog lokaliteta.

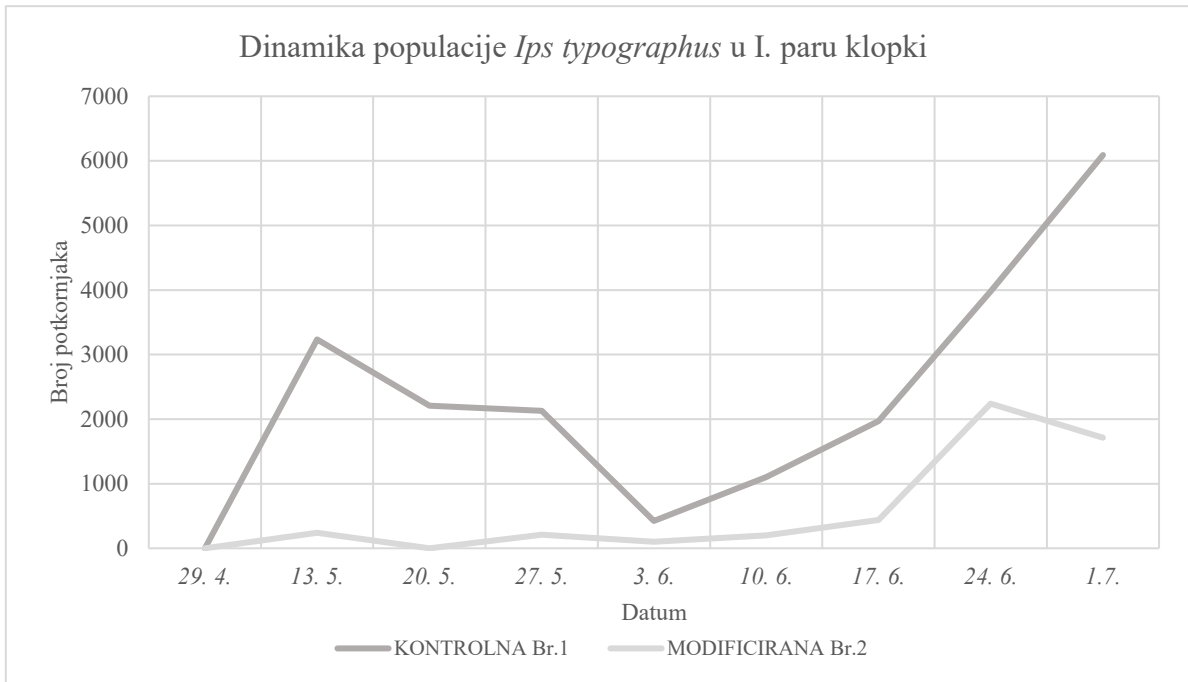


Graf 5 Odnos broja potkornjaka u lovnim posudama kontrolne i modificirane klopke u GJ Delnice

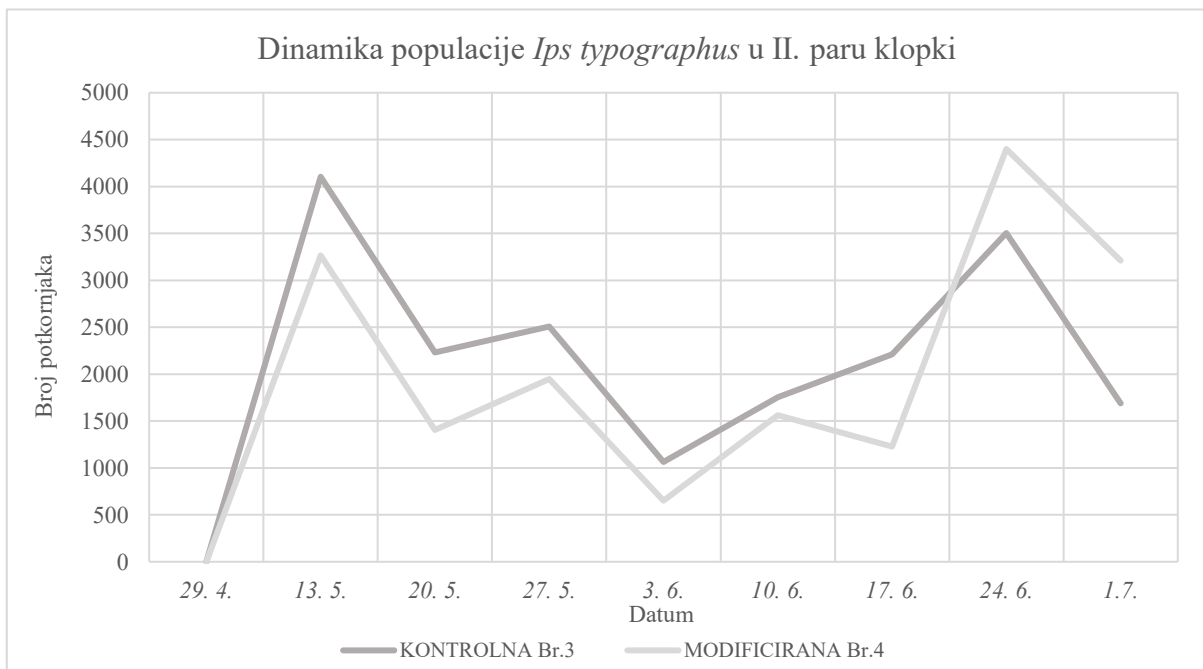
Na području gospodarske jedinice Sungerski lug, općenito je uhvaćen manji broj potkornjaka, ali dinamika razlike između ulova kontrolne i modificirane klopke tijekom istraživanja je konstantna (Graf 6). Na ovoj lokaciji vidljiv je značajno manji broj *Ips typographus* u modificiranim klopka.



Graf 6 Odnos broja potkornjaka u lovnim posudama kontrolne i modificirane klopke u GJ Sungerski lug



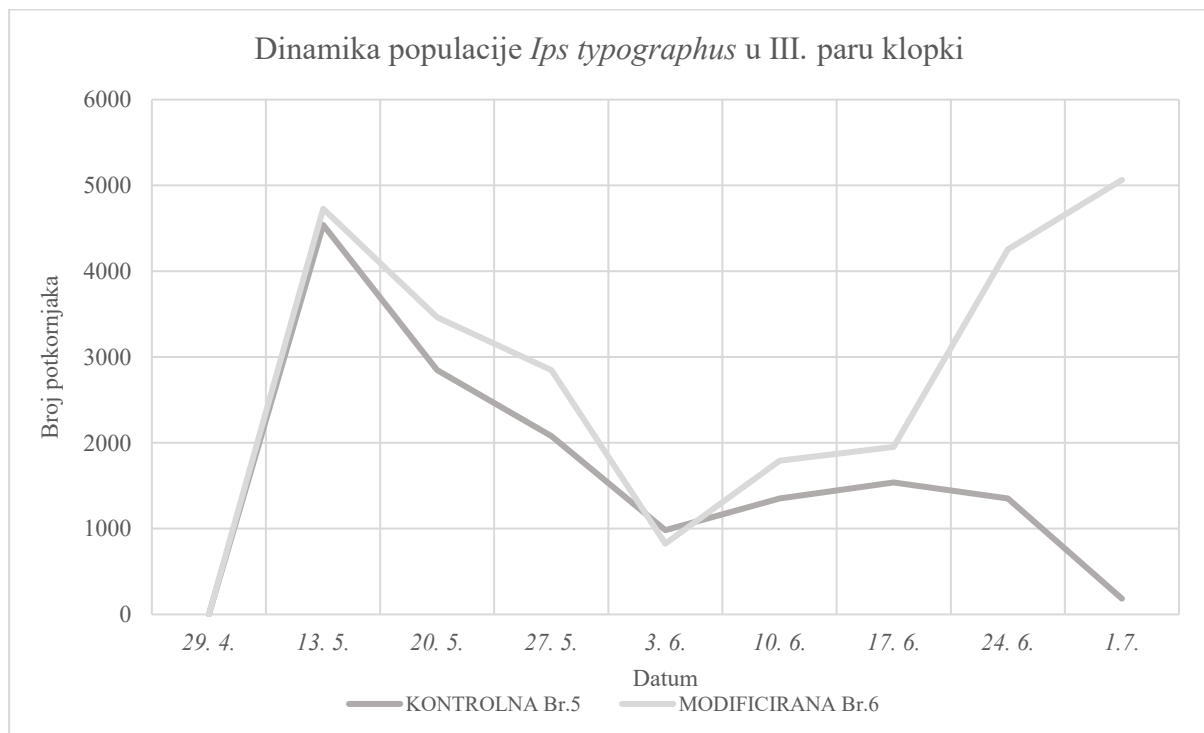
Graf 7 Dinamika populacije Ips typographus u I. paru klopki



Graf 8 Dinamika populacije Ips typographus u II. paru klopki

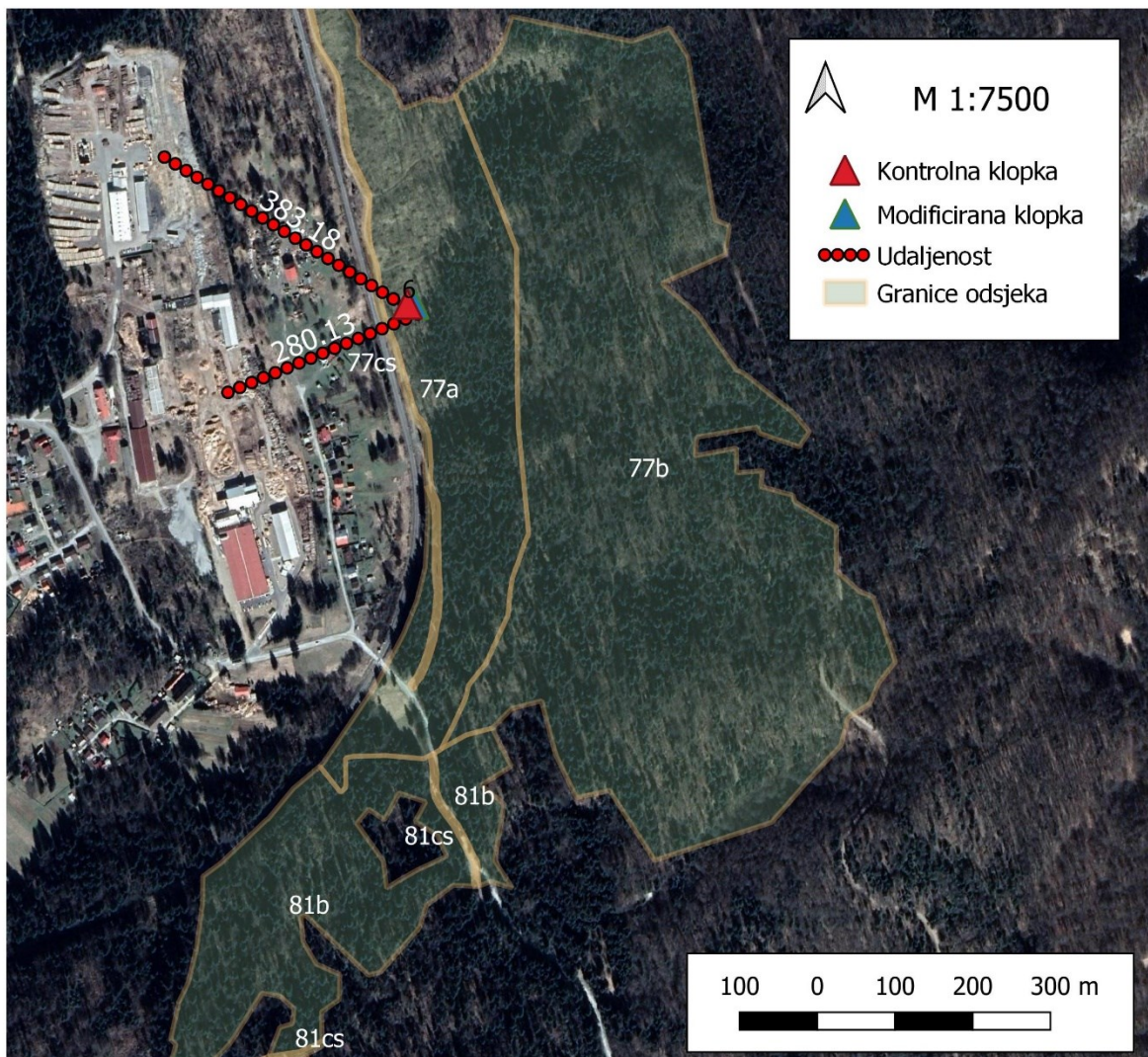
Prvi par klopki pokazuje značajno odstupanje u broju potkornjaka u kontrolnoj i modificiranoj klopki (*Graf 7*). Ulov koji kod modificirane 20. svibnja ukazuje na 0 jedinki posljedica je izbačene lovne posude iz klopke, stoga je ovaj podatak zanemariv. Tijekom perioda praćenja, razlika u broju jedinki kreće se između 1.500 i 3.000, od 3. lipnja do 24. lipnja ta razlika se smanjuje i dinamika populacije potkornjaka u obje ima podjednaki trend kretanja. Na temelju ovog para, može se zaključiti kako je razlika u kretanju brojnosti populacije između ove dvije klopke značajno različita i nije relevantna za donošenje zaključaka kakva je dinamika populacije potkornjaka.

Drugi par pokazuje jednaku dinamiku kretanja brojnosti potkornjaka bez značajnih odstupanja do 8. tjedna (*Graf 8*). Cijeli period istraživanja u modificiranoj je manji broj potkornjaka za 200 do 800 jedinki ovisno o datumu sakupljanja. Do obrata dolazi 24. lipnja i 1. srpnja kada se u modificiranoj ulovilo više jedinki. Temeljem ovog para trendom kretanja populacije došli bi do istih zaključaka, međutim obrat u broju jedinki modificirane klopke utječe na donošenje hipoteze o utjecaju mreže na broj jedinki.



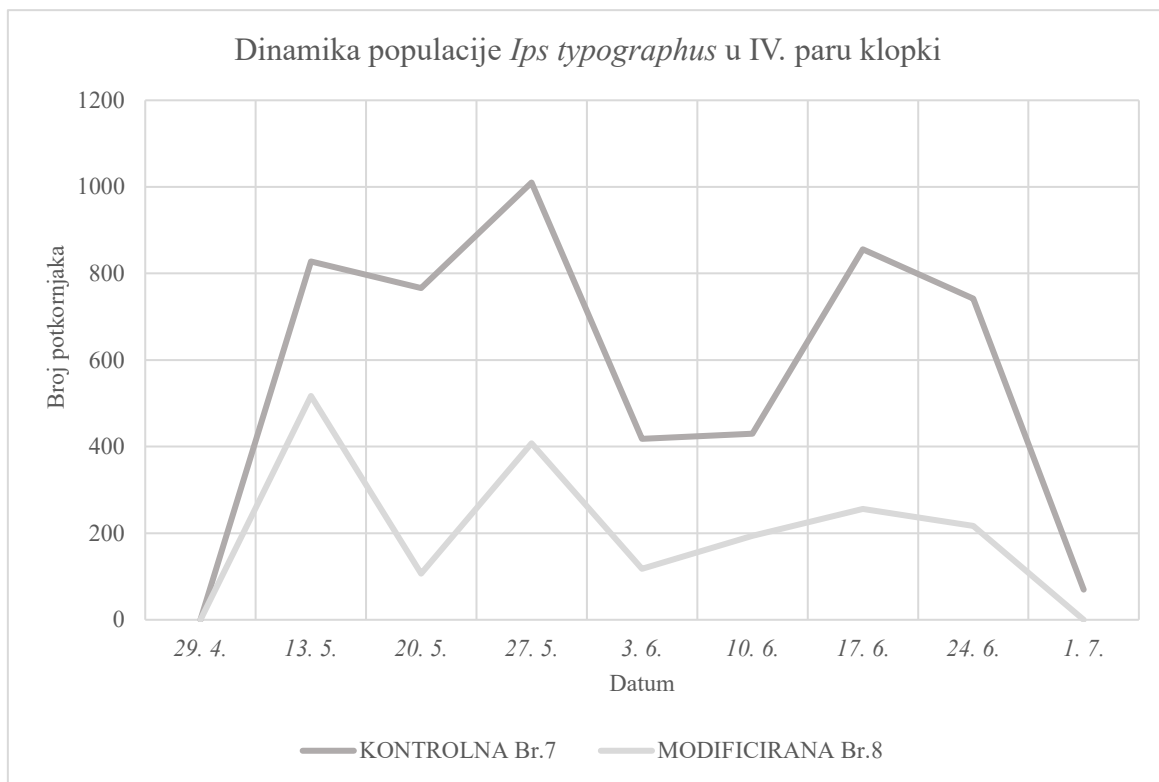
Graf 9 Dinamika populacije Ips typographus u III. paru klopki

Treći par klopki značajno se razlikuje od svih ostalih parova. U ovom slučaju modificirana klopka imala je veći broj jedinki potkornjaka tijekom cijelog perioda, izuzev 3. lipnja kada je razlika u ulovima mala (*Graf 9*). Dinamika populacije podjednaka je u obje klopke do 24. lipnja, tada razlika između broja jedinki doseže i 5.000 jedinki. Pretpostavka je kako je u ovom paru razlog odstupanja pozicija modificirane klopke. Naime, ona je zračnom linijom najbliža obližnjoj tvornici peleta i pilane te njihovom stovarištu drvne mase koja dolazi iz različitih dijelova Hrvatske i Slovenije, te odsjecima 77b i 81b (*Slika 17*) u kojima je početkom srpnja uočena povećana aktivnost potkornjaka uočavanjem smeđe piljevine na pridanku. Tada je i pravovremeno doznačeno oko 300 m³ smreke u oba odsjeka.



Slika 17 Položaj klopki u odnosu na tvornice i odsjeka

Parovi klopki IV. i V. sa područja gospodarske jedinice Sungerski lug pokazuju vrlo slične podatke (*Graf 10 i 11*). Na oba para klopki dinamika populacije *Ips typographus* u kontrolnoj klopki, prati i modificirana. Maksimalan broj potkornjaka je oko 1.000 jediniki. Razlika u broju potkornjaka između klopki jasno je vidljiva te se kretala od 300 pa i do 1.000 jedinki. Prema ovim klopkama možemo zaključiti kako bi temeljem modificirane klopke dobili relevantne podatke o dinamici populacije potkornjaka, ali zbog postavljene mreže taj broj je značajno manji.



Graf 10 Dinamika populacije Ips typographus u IV. paru klopki



Graf 11 Dinamika populacije Ips typographus u V. paru klopki

Jednostavna statistička obrada usporednih vremenskih nizova ulova na parovima kontrolna-modificiran klopka potvrdile su također i razlike u smislu smanjenja ulova na modificiranim lovnim posudama. Slijede rezultati analize aritmetičke sredine t-testom 5 parova i 8 serija podataka po svakom paru (prvi datum sakupljanja. 29. travnja, izostavljen je radi izostanka ulova).

Tablica 12 t-test za I. par klopki

t-Test: Paired Two Sample for Means		
p<0.05%	kontrola	modifikacija
Mean	2643	643
Variance	3170533	712479
Observations	8	8
Pearson Correlation	0,76964	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	7	
t Stat	4,51563	
P(T<=t) one-tail	0,00137	
t Critical one-tail	1,89458	
P(T<=t) two-tail	0,00275	
t Critical two-tail	2,36462	

Razlika statistički značajna, vjerojatnost pogreške manja od 5%

Tablica 13 t-test za II. par klopki

t-Test: Paired Two Sample for Means		
p<0.05%	kontrola	modifikacija
Mean	2383	2209
Variance	986536	1634060
Observations	8	8
Pearson Correlation	0,708662515	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	7	
t Stat	0,543523045	
P(T<=t) one-tail	0,301819978	
t Critical one-tail	1,894578605	
P(T<=t) two-tail	0,603639956	
t Critical two-tail	2,364624252	

Razlike nema, vjerojatnost pogreške manja od 5%.

Tablica 14 t-test za III. par klopki uz $p < 0,05$ %

t-Test: Paired Two Sample for Means		
p<0.05%	modifikacija	kontrola
Mean	3116,125	1859,25
Variance	2320831	1772324,5
Observations	8	8
Pearson Correlation	0,269281	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	7	
t Stat	2,052165	
P(T<=t) one-tail	0,039638	
t Critical one-tail	1,894579	
P(T<=t) two-tail	0,079277	
t Critical two-tail	2,364624	

Tablica 15 t-test za III. par klopki uz $p < 0,01$ %

t-Test: Paired Two Sample for Means		
p<0.01%	modifikacija	kontrola
Mean	3116,125	1859,25
Variance	2320831	1772324,5
Observations	8	8
Pearson Correlation	0,269281	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	7	
t Stat	2,052165	
P(T<=t) one-tail	0,039638	
t Critical one-tail	2,997952	
P(T<=t) two-tail	0,079277	
t Critical two-tail	3,499483	

Razlika statistički nije značajna, vjerojatnost pogreške manja od 1%. To zapravo znači da se može reći slijedeće: $p < 0,05$, $p > 0,01$ = dobivena vrijednost je statistički značajna uz razinu rizika manju od 5 %, ali ne i uz razinu rizika manju od 1 %.

Tablica 16 t-test za IV. par klopki

t-Test: Paired Two Sample for Means		
p<0.05%	kontrola	modifikacija
Mean	640	227
Variance	94781	28100
Observations	8	8
Pearson Correlation	0,7533	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	7	
t Stat	5,497145	
P(T<=t) one-tail	0,000455	
t Critical one-tail	1,894579	
P(T<=t) two-tail	0,000909	
t Critical two-tail	2,364624	

Razlika statistički značajna, vjerojatnost pogreške manja od 5%

Tablica 17 t-test za V. par klopki

t-Test: Paired Two Sample for Means		
p<0.05%	kontrola	modifikacija
Mean	711	152
Variance	73094	18826
Observations	8	8
Pearson Correlation	0,665149	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	7	
t Stat	7,664631	
P(T<=t) one-tail	0,000059844	
t Critical one-tail	1,894579	
P(T<=t) two-tail	0,00012	
t Critical two-tail	2,364624	

Razlika statistički značajna, vjerojatnost pogreške manja od 5%.

Temeljem dobivenih različitih rezultata između parova klopki, na 4 od 5 postavljenih parova ulovi *Ips typographus* uglavnom su veći nego kod modificiranih klopki. Dakle, promatrajući broj kolateralnih ulova, njihova zastupljenost je i do deset puta manja nego kod standardne klopke. Iako se pojavljuju iznimke i odstupanja u nekim od datuma sakupljanja, što otežava analizu rezultata. Nažalost, zbog izostanka predatorskih vrsta, uspješnost smanjenja njihova broja nije utvrđena. Ako ovo istraživanje usporedimo s onim na *Ips sexdentatus* kojeg su proveli Bracalini i sur. (2021) a korišten je selektivan feromon na bazi ipsenola, ipsdienola i

2-metil-3-buten-2-ola te Theysohn® klopke, prosječan broj željenih potkornjaka u standardnoj klopki nije se razlikovao s prosječnim ulovom u modificiranoj. Također, srednji broj neciljanih potkornjaka između njih nije se razlikovao, a kornjaši veći od 8 mm manje su se hvatali u modificiranu klopku.

5. ZAKLJUČAK

Temeljem postavljenih ciljeva, provedbom ovog istraživanja utvrđeni su slijedeći zaključci:

- U klopama tijekom osmotjednog prikupljanja ulova u vrijeme proljetne aktivnosti potkornjaka nije se uhvatila niti jedna jedinka mravastog kornjaša, stoga nije moguće utvrditi djelotvornost modifikacije na smanjenje ulova ove vrste
- Aktivnost vrsta iz roda *Thanasimus* na području Gorskog kotara ograničena je pretežito na ljetni period, a brojnost jedinki uhvaćenih feromonskim monitoringom općenito je mala
- Modificirane klopke uhvatile su značajno manji broj kolateralnih vrsta
- Od kolateralnih ulova, u standardnim klopama najčešće su zastupljene vrste iz porodice *Elateridae* i *Carabidae* čija se prosječna duljina tijela kreće od 7 do 15 mm
- Širina oka mrežice 6x6 mm dovoljna je za zaustavljanje upadanja neciljanih vrsta u lovnu posudu
- Četiri od pet modificiranih klopki ulovilo je manji broj potkornjaka nego kontrolna (standardna), što znači da ovakva modifikacija utječe na ulove ciljane vrste (*Ips typographus*)
- Pretpostavka je kako je odstupanje u jednoj modificiranoj klopki posljedica njene pozicije na odabranom lokalitetu

6. LITERATURA

1. Akkuzu, E., Sahin, M., Ugis, A., Bal, E., 2021: Assesment of trap color and trap height above the ground on the capture of *Ips sexdentatus* and *Thanasimus formicarius*, Šumarski list, 145(3-4): 169-174. <https://doi.org/10.31298/sl.145.3-4.6>
2. Akkuzu, E., Sariyildiz, T., Küçük, M., Duman, A., 2009: *Ips typographus* (L.) and *Thanasimus formicarius* (L.) populations influenced by aspect and slope position in Artvin-Hatila valley national park, Turkey. African Journal of Biotechnology, 8: 877-882.
https://www.researchgate.net/publication/228351141_Ips_typographus_L_and_Thanasimus_formicarius_L_populations_influenced_by_aspect_and_slope_position_in_Artvin-Hatila_valley_national_park_Turkey
3. Bracalini, M., Croci, F., Ciardi, E., Mannucci, G., Papucci, E., Gestri, G., Tiberi, R., Panzavolta, T., 2021: *Ips sexdentatus* mass-trapping: Mitigation of its negative effects on saproxylic beetles larger than the target. Forests, 12: 175.
<https://doi.org/10.3390/f12020175>
4. Božinović, S., 2018: Monitoring smrekinih potkornjaka (*Ips typographus* L., *Pityogenes chalcographus* L.) na području NPŠO Zalesina i NPŠO Zagreb 2017./2018. godine, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, završni rad. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:689540>
5. Cavaletto, G., Faccoli, M., Marini, L., Spaethe, J., Magnani, G., Rassati, D., 2020: Effect of trap color on captures of bark- and wood-boring beetles (Coleoptera; Buprestidae and Scolytinae) and associated predators. Insects, 11: 749.
<http://dx.doi.org/10.3390/insects11110749>
6. Čavlović, J., 2010: Prva nacionalna inventura šuma Republike Hrvatske. Ministarstvo regionalnog razvoja, šumarstva i vodnog gospodarstva, Zagreb, 300 str.
7. Čop, M., 2017: Rana doznaka smreka napadnutih smrekovim pisarom (*Ips typographus* Linnaeus, 1758) u G.j. "Sungerski lug" NPŠO Zalesina. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, diplomski rad. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:838240>
8. Doychev, D., Ovcharov, D., 2008: First report of *Thanasimus femoralis* (Zetterstedt) (Coleoptera, Cleridae) for the Bulgarian fauna. Acta Zoologica Bulgarica, Suppl, 2: 331-332.
https://www.researchgate.net/publication/257780017_First_Report_of_Thanasimus_femoralis_Zetterstedt_Coleoptera_Cleridae_for_the_Bulgarian_Fauna
9. Gerstmeier, R., Moriniere, J., Hendrich, L., 2019: High genetic variation within mitochondrial CO1 in Middle European *Thanasimus formicarius* (Linné, 1758) (Coleoptera: Cleridae). Zootaxa. 4674: 386-392.
<https://doi.org/10.11646/zootaxa.4674.3.7>
10. Heber, T., Helbig, C.E., Osmers, S., Müller, M.G., 2021: Evaluation of attractant composition, application rate, and trap type for potential mass trapping of *Ips typographus* (L.). Forests, 12: 1727. <https://doi.org/10.3390/f12121727>
11. Hrašovec, B., 1995: Feromonske klopke – suvremena biotehnička metoda u integralnoj zaštiti šuma od potkornjaka. Šumarski list, br.1-2: 27-31.

12. Hrašovec, B., Franjević, M., 2011: Primijenjena entomologija, Posebni dio, Pregled najznačajnijih vrsta šumskih kukaca i njihova osnovna biološka obilježja. Skripta, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije: 77-79
13. Hrašovec, B., 2016: Smrekov pisar *Ips typographus*, razvojni ciklus, simptomi napada, monitoring populacije, mjere suzbijanja. Hrvatski šumarski institut, letak.
14. Kasumović, L., 2016: Prilagodba razvojnog ciklusa, prezimljavanja i prostorne distribucije smrekovih potkornjaka (*Ips typographus* L. i *Pityogenes chalcographus* L.) u odnosu na temeljne stanišne čimbenike. Šumarski fakultet sveučilišta u Zagrebu. Zagreb, doktorski rad.
15. Krcivoj, T., 2019: Analiza ulova potkornjaka u sustavu feromonskog monitoringa NP Risnjak iz 2018. godine, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Završni rad. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:404335>
16. Martín, A., Etxebeste, I., Pérez, G., Álvarez, G., Sánchez, E., Pajares, J., 2013: Modified pheromone traps help reduce bycatch of bark-beetle natural enemies. *Agricultural and Forest Entomology*, 15: 86–97. <https://doi.org/10.1111/j.1461-9563.2012.00594.x>
17. Matić, S., 2011: Utjecaj stanišnih promjena i načina gospodarenja na sušenje obične smreke (*Picea abies* Karst.) u Hrvatskoj. *Croatian Journal of Forest Engineering*, vol. 32, 1: 7-16. <https://hrcak.srce.hr/68000>.
18. Matić, S., Prpić, B., 1983: Pošumljavanje, Savez inženjera i tehničara šumarstva i drvne industrije Hrvatske, Zagreb, 79 str.
19. Osnova gospodarenja za GJ "Delnice" 2011.-2021., 2011: Odjel za uređivanje šuma, Uprava šuma Podružnica Delnice, Hrvatske šume d.o.o. Zagreb.
20. Osnova gospodarenja za GJ "Sungerski lug" 2012.-2021., 2012: Odjel za uređivanje šuma, Uprava šuma Podružnica Delnice, Hrvatske šume d.o.o. Zagreb.
21. Pernek, M., 2000: Feromonske klopke u integralnoj zaštiti smrekovih šuma od potkornjaka. Rad Šumarskog instituta. Jastrebarsko. 35(2): 89–100.
22. Pernek, M., 2002: Analiza biološke učinkovitosti feromonskih pripravaka i tipova feromonskih klopki namijenjenih lovu potkornjaka *Ips typographus* L. u smrekovim kulturama zapadnog Papuka i Trakošćana, Šumarski fakultet, Zagreb, magistarski rad.
23. Pernek, M., Kovač, M., Lacković, N., 2020: Testiranje biološke učinkovitosti feromona i klopki za ulov mediteranskog potkornjaka *Orthotomicus erosus* (Coleoptera, Curculionidae), Šumarski list, 144(7-8), str. 339-350. <https://doi.org/10.31298/sl.144.7-8.1>
24. Program gospodarenja gospodarskom jedinicom s planom upravljanja područjem ekološke mreže „Sungerski lug“, 2022: Odjel za uređivanje šuma, Uprava šuma Podružnica Delnice, Hrvatske šume d.o.o. Zagreb.
25. Program gospodarenja gospodarskom jedinicom s planom upravljanja područjem ekološke mreže „Delnice“, 2020: Odjel za uređivanje šuma, Uprava šuma Podružnica Delnice, Hrvatske šume d.o.o. Zagreb.
26. Schroeder, L.M., 2003: Differences in response to α -pinene and ethanol, and flight periods between the bark beetle predators *Thanasimus femoralis* and *T. formicarius* (Col.: Cleridae), *Forest ecology and management*, 177: 301–311. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(02\)00441-3](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(02)00441-3)

27. Šramel, N., Kavčič, A., Kolšek, M., de Groot, M., 2022: A cost-benefit analysis of different traps for monitoring European spruce A cost-benefit analysis of different traps for monitoring European spruce bark beetle (*Ips typographus*) Eine Kosten-Nutzen-Analyse verschiedener Fallen zur Überwachung des Buchdruckers (*Ips typographus*). Austrian Journal of Forest Science, 139: 137–168. t: <https://www.researchgate.net/publication/362034716>
28. Thomaes, A., Drumont, A., Warzée, N., Grégoire, J.C., Stassen, E., Crevecoeur, L., Berckvens, N., Casteels, H., Vijver, D., Raemdonck, H., 2018: Ecology and distribution of *Thanasimus formicarius* (Linnaeus, 1758) and the newly discovered *Thanasimus femoralis* (Zetterstedt, 1828) in Belgium (Coleoptera: Cleridae). Bulletin de la Société royale belge d'Entomologie/Bulletin van de Koninklijke Belgische vereniging voor entomologie, 153: 206-214. https://www.researchgate.net/publication/322697276_Ecology_and_distribution_of_Thanasimus_formicarius_Linnaeus_1758_and_the_newly_discovered_Thanasimus_femoralis_Zetterstedt_1828_in_Belgium_Coleoptera_Cleridae
29. Vukelić, J., 2012: Šumska vegetacija Hrvatske. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 403 str.
30. Warzee, N., Grégoire, J.C., 2006: *Thanasimus formicarius* (Coleoptera : Cleridae) : Why a large range of prey for a specialized predator?. Forest Insect Population Dynamics and Host Influences, 14. – 19. 9. 2003., Kanazawa, Japan.