

Visinska distribucija borovih potkornjaka, krasnika i cvilidreta na primorskim obroncima Biokova

Brajković, Ivan

Master's thesis / Diplomski rad

2021

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:688641>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-15**



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

IVAN BRAJKOVIĆ

**Visinska distribucija borovih potkornjaka, krasnika i cvilidreta na primorskim obroncima
Biokova**

DIPLOMSKI RAD

ZAGREB, 2021.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE

ŠUMARSKI ODSJEK

**Visinska distribucija borovih potkornjaka, krasnika i cvilidreta na primorskim obroncima
Biokova**

DIPLOMSKI RAD

Diplomski studij: Uzgajanje i uređivanje šuma s lovnim gospodarenjem

Predmet: Integrirana zaštita šuma (ŠDU4001)

Ispitno povjerenstvo: 1. doc. dr. sc. Milivoj Franjević (mentor)

2. prof. dr. sc. Boris Hrašovec (komentor)

3. doc. dr. sc. Marko Vucelja

Student: Ivan Brajković

JMBAG: 0068227994

Broj indeksa: 1037/19

Datum odobrene teme: 4. svibnja 2021.

Datum predaje rada: 20. rujna 2021.


Datum obrane rada: 24. rujna 2021.

Zagreb, rujna 2021.

DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Naslov	Visinska distribucija borovih potkornjaka, krasnika i cvilidreta na primorskim obroncima Biokova
Title	Altitudinal distribution of pine bark beetles, buprestids and longhorn beetles on the maritime slopes of Mt. Biokovo
Autor	Ivan Brajković
Adresa autora	Gornja vala 37, Drvenik (kod Makarske)
Mjesto izrade	Fakultet šumarstva i drvne tehnologije
Vrsta objave	Diplomski rad
Mentor	doc. dr. sc. Milivoj Franjević
Izradu rada pomogao	prof dr. sc. Boris Hrašovec
Godina objave	2021.
Obujam	I-VIII + 54 stranice + 34 slike + 10 tablica + 76 navoda literature
Ključne riječi	Feromonski monitoring, borovi potkornjaci, feromon, mokra klopka, Bašćanski gaj, Bukovac, Park prirode Biokovo, Osejava, <i>Orthotomicus erosus</i> , <i>Ips sexdentatus</i> , <i>Thanasimus formicarius</i> , <i>T. femoralis</i> , <i>Temnochila spp.</i>
Key words	Pheromone monitoring, pine bark beetles, wet trap, Bašćanski gaj, Bukovac, Nature park Biokovo, Osejava, <i>Orthotomicus erosus</i> , <i>Ips sexdentatus</i> , <i>Thanasimus formicarius</i> , <i>T. femoralis</i> , <i>Temnochila spp.</i>
Sažetak	Na području G.J. „Bašćanski gaj“ i „Bukovača“, UŠP Makarska, na području PP Biokovo, u svrhu prikupljanja podataka za zdravstveno istraživanje, prevenciju šteta kojom nastaju provedeno je istraživanje pomoću kariomonskih naletno-barijernih klopki mokrog tipa WitaPrall®. Na šest mjesta su postavljene lovne klopke, na različitim nadmorskim visinama i u dvije različite kulture borova, od razine mora do 1300 metara nadmorske visine. Korištenjem dviju vrsta kariomona Gallopro-pinowit® i Tomowit® došlo je do spoznaje različitog vremena pojavljivanja i preferencije obitavanja različite

	entomofaune s obzirom na nadmorsku visinu, samim time toplinu zraka i kulture sastojina bora u kojoj obitavaju.
Abstract	In the area of m.u. „Bašćanski gaj“ and „Bukovača“, UŠP Makarska, in the area of Biokovo Nature Park, for the purpose of collecting data for forest health research, prevention of damage caused by research using wet type of the kairomon crash barrier traps type WitaPrall®. Hunting traps have been set in six places, at different altitudes and in two different pine cultures, from the sea level to 1300 meters above. Using two types of kairomon Gallopro-pinowit® i Tomowit® came to know the different time of occurrence and preferences of different insects with respect to altitude, at the same time the heat of the air and the culture of the pine constituents in which they live.

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

U Zagrebu, 13. rujna 2021. godine

vlastoručni potpis

Ivan Brajković

Sadržaj:

DOKUMENTACIJSKA KARTICA	I
IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI	III
POPIS SLIKA	V
POPIS TABLICA	VII
PREDGOVOR	VIII
1. UVOD	1
1.1. Potkornjaci (Scolytidae).....	3
1.2. Pronalazak stabala pogodnih za razvoj	5
1.3. Simptomi napada potkornjaka.....	7
1.4. Metode integrirane zaštite šuma upotrebom feromonskih klopki.....	7
2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA	9
3. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA	10
3.1. Šumarija Makarska.....	10
3.1.1. Gospodarska jedinica „Bukovac“.....	11
3.1.2. Gospodarska jedinica „Bašćanski gaj“.....	12
3.2. Park prirode Biokovo	12
3.3. Vegetacijska obilježja – asocijacije s borovima.....	13
3.4. Klima istraživanog područja	15
4. MATERIJALI I METODE	19
4.1. Postavljanje feromonskih klopki na terenu	19
4.2. Terensko sakupljanje ulova.....	24
4.3. Laboratorijska obrada ulova.....	26
5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA	28
5.1. Utvrđene vrste kukaca.....	28
5.1.1. Sažeti prikaz biologije istraživanih vrsta i vrste šteta koje čine.....	29
5.2. Rezultati ulova feromonskih klopki po razdobljima	34
5.3. Prikaz ukupnog ulova feromonskog monitoringa	41
6. RASPRAVA	44
7. ZAKLJUČAK	47
8. LITERATURA	48

POPIS SLIKA

Slika 1.	Materinji i lateralni hodnici na kori alepskog bora	4
Slika 2.	Izlazne rupe potkornjaka na deblu	5
Slika 3.	Hodnici u kori napunjeni ekskrementima	6
Slika 4.	Djelovanje feromona u prirodi a) primarni atraktanti ili kairomoni; b) populacijski feromoni ili feromoni agregacije; c) repelenti feromoni (♂ - mužjak; ♀ - ženka), prema Pernek 2000.	6
Slika 5.	Šumarija Makarska, Izvor: http://javni-podaci.hrsume.hr/	10
Slika 6.	Sastojina crnog bora	14
Slika 7.	Sastojina alepskog bora	14
Slika 8.	Minimalne temperature zraka za Splitsko-dalmatinsku županiju	15
Slika 9.	Maksimalne temperature zraka za Splitsko-dalmatinsku županiju	15
Slika 10.	Walterov klima – dijagram za Makarsku za razdoblje 1981. – 2000. god., (Izvor: Program gospodarenja za G.J. Bašćanski gaj 01.01.2014.- 31.12.2023. god.)	16
Slika 11.	Karta srednje godišnje količine oborina za Splitsko-dalmatinsku županiju, (Izvor: DHMZ)	17
Slika 12.	Naletno-barijerna klopka marke WitaPrall® „mokrog“ tipa s označenim dijelovima	19
Slika 13.	Propilen glikol koji se stavlja u lovnu posudu predatori ne bi oštetili ulov i kako sami ulov ne bi pobjegao iz lovne posude.	20
Slika 14.	Karta s lokacijama i slikama feromonskih klopki na terenu, (Izvor: Google Earth)	21
Slika 15.	Pakiranje i ampule s dispenzerom koje su napravljene od posebne mikroplastike za sprječavanje velikog isparavanja tekućine: a) Gallopropinowit®, b) Tomowit®	23
Slika 16.	Pakiranje i deklaracija Tomowit® atraktanta za borove srčikare	23
Slika 17.	Terensko sakupljanje uzoraka	25
Slika 18.	Pribor za prikupljanje uzoraka	25

Slika 19.	Uzorkovanje osušenog debla alepskog bora	26
Slika 20.	Pravilno označen i ostavljen ulov na sušenje na filter papiru	27
Slika 21.	Mediterranski borov potkornjak – <i>Orthotomicus erosus</i>	29
Slika 22.	Borov korjenar – <i>Hylurgus ligniperda</i>	30
Slika 23.	Veliki šestozubi borov potkornjak – <i>Ips sexdentatus</i>	31
Slika 24.	<i>Temnochila caerulea</i>	32
Slika 25.	Dorzalni prikaz vrsta <i>Thanasimus formicarius</i> (gore), <i>Thanasimus femoralis</i> (dolje), (Izvor: Boris Hrašovec)	33
Slika 26.	Ventralni prikaz vrsta <i>Thanasimus formicarius</i> (gore), <i>Thanasimus femoralis</i> (dolje), (Izvor: Boris Hrašovec)	33
Slika 27.	Brojnost ulova potkornjaka (puna linija) i njihovih predatora (iscrtkana linija) za razdoblje od 7. svibnja do 30. svibnja 2021.	35
Slika 28.	Ulovi cvilidreta u razdoblju od 7. svibnja do 30. svibnja 2021. godine.	36
Slika 29.	Udio pojedinih potkornjačkih vrsta na prisojnim stranama Biokova	37
Slika 30.	Brojnost ulova potkornjaka (puna linija) i njihovih predatora (iscrtkana linija) za razdoblje od 30. svibnja do 1. srpnja 2021.	39
Slika 31.	Brojnost ulova vrsta iz porodice <i>Cerambycidae</i> za razdoblje od 30. svibnja do 1. srpnja 2021.	40
Slika 32.	Brojnost ulova različitih vrsta potkornjaka za razdoblje od 30. svibnja do 1. srpnja 2021.	40
Slika 33.	Distribucija ulova potkornjačke entomofaune po vrstama drveća unutar kojih je postavljena feromonska klopka	42
Slika 34.	Distribucija ulova predatorske entomofaune na potkornjacima po vrstama drveća unutar kojih je postavljena feromonska klopka	43

POPIS TABLICA

Tablica 1.	Drvena zaliha i prirast G.J. „Bukovac“, (Izvor: Program gospodarenja za G.J. „Bukovac” za razdoblje od 2014.-2023.)	11
Tablica 2.	Drvena zaliha i prirast G.J. „Bašćanski gaj“, (Izvor: Program gospodarenja za G.J. "Bašćanski gaj" za razdoblje od 2014.-2023)	12
Tablica 3.	Srednje mjesečne temperature zraka za grad Makarsku, (Izvor: Program gospodarenja za G.J. Bašćanski gaj 01.01.2014.-31.12.2023. god)	15
Tablica 4.	Godišnji hod količine oborina za 2006. i za razdoblje od 1961. do 1990.	16
Tablica 5.	Srednje godišnje i godišnje vrijednosti važnijih meteoroloških elemenata u 2006. godini za grad Makarsku, (Izvor: Program gospodarenja za G.J. "Bašćanski gaj" za razdoblje od 2014.-2023)	18
Tablica 6.	Koordinate i nadmorske visine lokacija na kojima se nalaze feromonske klopke	22
Tablica 7.	Utvrđene vrste kukaca tijekom monitoringa	28
Tablica 8.	Rezultati ulova potkornjaka, njihovih predatora i cvilidreta uzoraka skupljenih od 7. svibnja do 30. svibnja 2021. godine	34
Tablica 9.	Rezultati ulova potkornjaka, njihovih predatora i cvilidreta uzoraka skupljenih od 30. svibnja do 1. srpnja 2021. godine	37
Tablica 10.	Rezultati ukupnog ulova potkornjaka, njihovih predatora i cvilidreta	41

PREDGOVOR

Zatvarajući ovo poglavlje mog života, želim se zahvaliti svima koji su mi ga pomogli proživjeti.

Prvo se želim zahvaliti (ko)mentoru prof.dr.sc. Borisu Hrašovcu, čovjeku koji mi je iznimno puno pomogao prilikom same izrade ovog rada, od samih postavljanja klopki na terenu do determinacije, savjeta i literature. Veliko mu hvala na nesebičnoj pomoći i podršci, od načina izražavanja i prenošenja znanja kako da promijenim cjelokupni aspekt gledanja na šumarstvo i da budem jedan od onih što jedva čekaju da zakorače u šumu i „igraju se bubama“ dok se ostali zgražaju.

Veliko hvala mentoru doc.dr.sc. Milivoju Franjeviću koji mi je također jako pomogao prilikom izrade ovog rada i bez kojega, vjerojatno, ne bih ni došao do pisanja ovog teksta. Prilikom odlaska na teren za moj završni rad nagovarao me skoro cijelim putem do NP Paklenice da ostanem na diplomskom studiju i taj dan me zaludio ovim pozivom.

Hvala i svim ostalim profesorima i djelatnicima Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije, koji su mi na bilo koji način pomogli u stjecaju znanja iz šumarske struke.

Želim se zahvaliti svim kolegama na Fakultetu koje sam upoznao, a pogotovo nekolicini prijatelja za koje znam da ćemo ostati u kontaktu i nastaviti prijateljstvo koje smo stekli tijekom studija.

Na kraju, najvažnije, najveće hvala mojoj obitelji, roditeljima koji su se žrtvovali tijekom mog cjelokupnog školovanja, radili nekolicinu poslova kako bi mene i sestru prehranili te lomili svoja leđa, imali nažuljane ruke kako bi izgradili cijeli život ni iz čega nakon katastrofe koja nas je zadesila. Bez njihove žrtve, truda i zalaganja ne bi ničeg ovog bilo.

Ovaj rad posvećujem nesebičnom životu svojih roditelja Zori i Gradimiru.

1. UVOD

Povodom sve prisutnijih klimatskih promjena, toplinskih ekstrema, požara i smanjenja vitalnosti šuma, dolazi do pojave propadanja i sušenja drvenaste vegetacije na području hrvatskog Jadrana. Slijedom porasta turizma u Hrvatskoj, širenja turističke ponude u zoni visokovrijednog i atraktivnog priobalnog pojasa, tako i samog PP Biokovo, poraslo je i zanimanje šire javnosti u uzrocima nepovoljnih događanja i prevencije istih kroz integriranu zaštitu šuma.

Integrirana zaštita šuma predstavlja kompleksan sustav kombiniranih raspoloživih metoda zaštite bilja u cilju sprječavanja ekonomskih šteta, uz što manje poremećaje aktivnosti prirodnih neprijatelja, što manje onečišćenje okoliša te što nižim utroškom energije. Osim kemijskih mjera koje podrazumijevaju upotrebu insekticida, postoje uzgojno-biološke, biotehničke i mehaničke mjere suzbijanja potkornjaka (Kasumović 2016, prema: Maceljki i sur. 1983). Važan dio integriranog sustava zaštite predstavljaju biotehničke metode uporabe feromonskih klopki u svrhu monitoringa populacije kukaca.

Feromonske klopke opremljene feromonima ključan su faktor u monitoringu populacija i procjeni rizika nastajanja šteta uzrokovanih potkornjacima. Osim efikasnosti, važnije je utvrditi prag epidemije za svaku agresivnu vrstu potkornjaka na temelju broja ulovljenih jedinki u feromonskoj klopki (Kasumović, 2016.). Cilj uspješne kontrole je zapravo suzbijanje potkornjaka u svim stadijima razvoja, izučavanje njihove biologije, kretanja i pravovremeno reagiranje prilikom masovnije pojave samih potkornjaka na terenu. Potrebno je planirati šumske radove u jesenskim mjesecima, zbog dovoljnog vremena za sušenje materijala koji ostane u šumi i samim time dolazi do sprječavanja ubušivanja i razmnožavanja potkornjaka u svježi materijal u proljetnim mjesecima.

Uspješnim ubušivanjem potkornjaka u koru i drvo stabla, u srednjem crijevu kukca biosintetski nastaju kemijske tvari koje lako hlape iz izbačenih ekskremenata, tj. piljevine i šire se zrakom. Ostatak populacije koji se nalazi negdje u sastojini u potrazi za prikladnom hranom i odlagalištem jaja dobiva mirisne signale prema traženom cilju i pridružuje se ostalim kukcima koji su se dotad ubušili. Porastom broja ubušivanja u oslabljeno stablo, raste i koncentracija mirisne tvari u zraku. Ova pojava mirisne komunikacije zove se feromon (*kairomon*, *semiokemikalija*). Kod

potkornjaka feromoni predstavljaju orijentacijsku tvar na koju reagiraju svi kukci toga reda bez obzira na spol te se nazivaju *populacijski* ili *agregacijski feromoni* (Hrašovec, 1995.).

Semiokemikalije su biokemijski spojevi koji se definiraju kao kemijske komponente ili smjese komponenti koje prenose poruke, tj. stimuliraju komunikaciju među pripadnicima istih ili različitih vrsta. Grupi semiokemikalija pripadaju feromoni i aleokemikalije, koji po djelovanju mogu biti atraktanti i repelenti (Rožov, 2010.).

Feromoni su tvari koje pojedini organizmi izlučuju i njime stvaraju specifične reakcije kod jedinki iste vrste, a mogu biti: seksualni, agregacijski ili populacijski, alarmirajući, obilježavajući i nekromoni (Franjević 2012, prema: Karlson & Lüschnner 1959). Populacijski ili agregacijski feromoni, privlači mužjake i ženke. Sekundarne atraktante kojih proizvode mužjaci i ženke nastanjeni na oslabljenim stablima privlače druge jedinke. Ta im sposobnost omogućava označavanje pogodnog materijala za sestrinsku generaciju koja može imati veliku ulogu kod masovnog napada (Pernek, 2000.). Kad je postignuta maksimalna gustoća populacije na jednom stablu, potkornjaci smanjuju proizvodnju atraktanata te se na taj način nove jedinke preusmjeravaju na susjedna stabla što rezultira širenje zaraze u krugovima (Pernek, 2000., prema Klimetzek i Vite, 1989.).

Alelokemikalije su kemijske tvari koje služe za komunikaciju između vrsta, a mogu se podijeliti na: alomone, kairomone i sinomone. Alomoni su tvari koje su korisne izvoru, kairomoni su od koristi primatelju, a tvari koje su od koristi i izvoru i primatelju su sinomoni (Gillette & Munson 2009).

Često neki kemijski signal može poslužiti i kao feromon i kao kairomon. Tako kod potkornjaka, agregacijski feromon kojeg jedinke ispuštaju prilikom ubušivanja u stablo služi za privlačenje ostalih jedinki te vrste koji može privući i predatorske vrste, stoga služi i kao kairomon.

Preteča sintetskih feromona je bila tehnika „lovnih stabala“ u kojima bi se obarala najzdravija stabla u šumi, žargonski rečeno „žrtveno janje“. Prema Pernek, 2000. šumari su koristili lovna stabala kao metodu preventivne reprodukcije populacije potkornjaka. Pristup samom tom principu je bilo izvlačenje dijela populacije potkornjaka na određeno mjesto (lovno stablo) nakon čega se uništavaju spaljivanjem kore, uporaba insekticida, sintetika itd.. Cijela osnova tog pristupa je bila

spoznaja o atraktivnosti svježeg oborenog stabla. Na nekim mjestima se i danas koristi tehnika lovnih stabala, uz korištenje insekticidnih mreža.

S ekološke točke gledišta, potkornjaci su jedni od važnijih aktera unutar funkcioniranja šumskih ekosustava. Njihovim prisustvom u okolišu započinje se i ubrzava proces raspadanja drva, čine povoljne mikrouvjete za saproksilične kukce i gljive. Samim time što uništavaju prvenstveno slabija i lošija stabla, vrše time i selekciju slabijih stabala nakon koje ostaju bolja i jača stabla. S druge strane gledišta, tj. ekonomske strane, pripadaju najvažnijim štetnicima koji uzrokuju propadanje i sušenje šuma te gubitak drvne tvari. Nadalje, zbog potkornjaka drvaša, jedni su od štetnika na tehničkom drvu.

1.1. Potkornjaci (Scolytidae)

Potkornjaci su najznačajnija porodica šumskih štetnika kornjaša. Maleni su (1-8 mm), valjkastog, okruglastog ili jajolikog tijela, crne ili smeđe, rijeđe svijetlije boje. Glava je kratka i više ili manje uvučena pod vratni štit. Ticala se odlikuju proširenom kijačicom. Krila su razvijena, iako neki mužjaci ne mogu letjeti. Zavšetak pokrivanja, tzv. "obronak", različito je građen i svojstven za pojedine vrste. Gornja čeljust kratka i čvrsta, omogućuje grizenje tvrdih materija poput drva. Potkornjaci su tipični štetnici drva - ksilofagi, jer provode život pod korom ili u samom drvu.

Uglavnom su monofagni¹ ili oligofagni², rijetko kada polifagni³ štetnici. Prvenstveno su sekundarni, iako u povoljnim uvjetima mogu biti i primarni štetnici. Po načinu oštećivanja također su specijalizirani s obzirom na dijelove stabla na kojima pridolaze. (deblo, grane, korijen, plod itd.). Uvjeti koji prethode masovnoj pojavi potkornjaka poglavito su klimatski, ali značajno je i opće zdravstveno stanje i sastav šume. Ta su tri čimbenika najbitnija kod masovne pojave potkornjaka (Hrašovec, 2009.).

¹ Monofagni štetnik – štetnik na samo jednoj vrsti

² Oligofagni štetnik – štetu čine na nekoliko vrsta, najčešće unutar jednog roda

³ Polifagni štetnik – štetu čine na velikom broju vrsta

Potkornjaci provode život u hodničkim sustavima ispod kore ili u drvu. Hodnici potkornjaka uglavnom imaju za svaku vrstu određeni oblik što pomaže u determinaciji. Često se grizotina sastoji od centralnog dijela, tj. materinjeg hodnika unutar kojeg ženka polaže jaja u posebne udubine, ličinke izgrizaju samostalne hodnike, na kraj kojih se kukulje. Rezultat toga je presijecanje provodnih elemenata stabla. Na kraju hodnika, razvijeni kornjaši izlaze kroz zasebne rupe iznad mjesta kukuljenja ili kukuljične zipke. Zbog različitog mjesta ubušivanja potkornjaka dijele se na koraše i drvaše, a po vremenu pojavljivanja na rane, koji se javljaju rano u proljeće, a kasni se javljaju prvi put krajem proljeća (Hrašovec, 2009.).



Slika 1. Materinji i lateralni hodnici na kori alepskog bora



Slika 2. Izlazne rupe potkornjaka na deblu

1.2. Pronalazak stabala pogodnih za razvoj

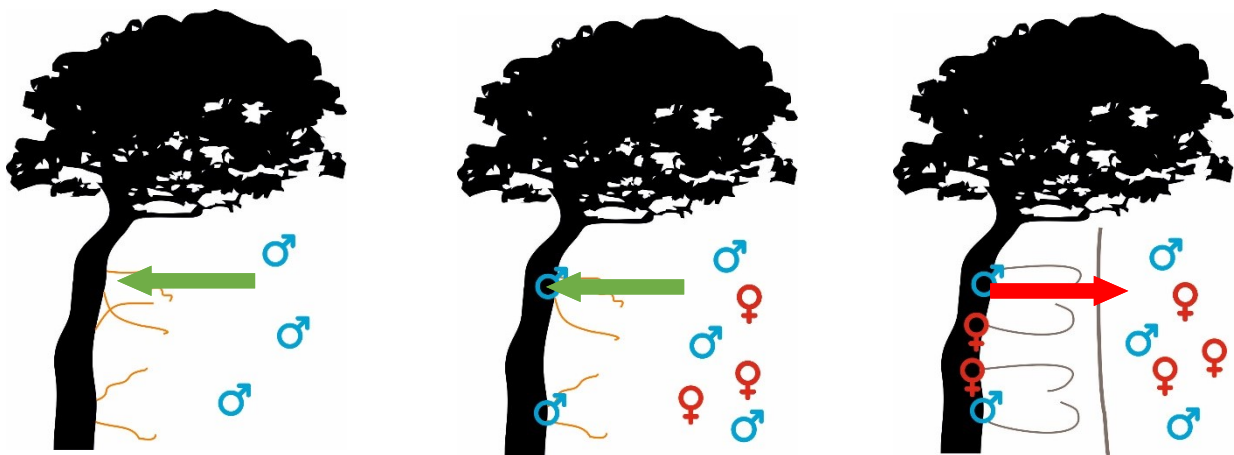
Prema Kasumović, 2016., tijekom niske gustoće populacije potkornjaka, za svoj razvoj traže fiziološki oslabjela stabla uzrokovano biotičkim ili abiotičkim čimbenicima. Stabla stradala od vjetroizvala, vjetroloma, snjegoloma ili posječena oblovina i ostavljeni panjevi u sastojini duži vremenski period nakon sječe primarno su napadnuta u uvjetima niske gustoće populacije.

Fiziološki oslabljena stabla luči specifične mirise, prethodno spomenute, čije molekule potkornjaci detektiraju pomoću osjetnih dlačica na ticalima i dijelovima usnog ustroja.



Slika 3. Hodnici u kori napunjeni ekskrementima

Mužjaci nakon što savladaju obranu stabla (smolu i koru) izgrizaju bračnu komoricu. Prolaskom piljevine kroz probavni trak potkornjaka dolazi do sinteze populacijskih feromona ili feromona agregacije koji privlače mužjake i ženke (Slika 4.).



Slika 4. Djelovanje feromona u prirodi a) primarni atraktanti ili kairomoni; b) populacijski feromoni ili feromoni agregacije; c) repelenti feromoni (♂ - mužjak; ♀ - ženka), prema Pernek 2000.

Kako bi se izbjegla unutarvrnsna kompeticija, kada broj ubušenih potkornjaka naglo poraste potkornjaci počinju lučiti drugu vrstu feromona–antiagregacijske ili repelentne feromone (Slika 4-c.) (Schlyter & Andebrandt, 1989; Pernek, 2000; Bakke, 1981).

1.3. Simptomi napada potkornjaka

Savladavanje obrane stabala (deblje ili tanje kore i piljevine) vrše masovnim i iznenadnim napadom. Na napadnutim stablima se ne moraju odmah vidjeti simptomi napada, ali unutar nekoliko tjedana krošnja stabala koja je napadnuta u proljeće ili u rano ljeto, poprimiti će žućkastu boju, zatim crvenu i na koncu dolazi do sušenja grana, čak i stabala. Promatrajući deblo, možemo primijetiti na tanjim mjestima ispod raspucale kore bora, smeđu piljevinu koju je izbacio potkornjak bušenjem u kambijalne slojeve. Reakcija bora i ostalih četinjača na invazivnog organizma je lučenje smole. Ukoliko je riječ o potkornjacima drvašima, iz ulaznih mjesta ispada piljevina bijele boje.

1.4. Metode integrirane zaštite šuma upotrebom feromonskih klopki

Prema Kasumović, 2016., metode integrirane zaštite šuma od potkornjaka možemo podijeliti u 4 skupine mjera: uzgojno – biološke, kemijske, biotehničke i mehaničko – tehničke.

Uzgojno – biološke mjere obuhvaćaju sve uzgojne zahvate kojima se želi stvoriti sastojina stabilne strukture, koja će s porastom starosti manje stradavati od biotičkih i abiotičkih čimbenika.

Kemijske mjere podrazumijevaju upotrebu insekticida koja je u današnje vrijeme neprihvatljiva (FSC certifikat)⁴.

Mehaničko – tehničke mjere obuhvaćaju sve postupke kojima se zaraženi materijal uklanja, okorava ili spaljuje, npr. metoda lovnih stabala.

⁴ FSC certifikat – certifikat odgovornog upravljanja šumama. Šumom i šumskim zemljištima se gospodari prema strogim ekološkim, socijalnim i ekonomskim standardima.

Uporaba feromona i feromonskih klopki spada u biotehničke mjere zaštite šuma od potkornjaka. Feromonska klopka ima funkciju monitoringa populacije potkornjaka.

Prema Pernek, 200., feromonske klopke mogu se po principu lovljenja podijeliti na naletno-barijerne i doletne klopke. Doletne klopke funkcioniraju na način da kukac doleti do klopke prizvan neakvim atraktantom i pokušava pronaći ulaz u samu klopku. Naletno-barijerne klopke predstavljaju barijeru u koju potkornjak udara i kroz otvore upada u posudu na dnu klopke. Postoji još podjela feromonskih klopki po tipu posude u koju se skuplja ulov. Postoje klopke s posudama „suhog“ tipa i klopke s posudama „mokrog“ tipa u koju se stavlja tekućina koja sprječava kukce da jednostavno odlete i u kojoj ugibaju.

U našem šumarstvu se za monitoring populacija potkornjaka najčešće koriste naletno-barijerne klopke Theysohn® te naletno-barijerna klopka WitaPrall®, koja je korištena na terenskom dijelu izrade ovog diplomskog rada. Od feromonskih pripravaka koji se koriste za monitoring potkornjaka kod nas, najčešći su: Pheroprax® i Chalcoprax®, te Ipsowit®, Curviwit®, Chalcowit®, Erosowit®, Sexowit®, Cembräwit®, Gallopro-pinowit®, Tomowit®. Navedeni pripravci mogu biti u obliku standardnog paketića ili u obliku ampule.

Materijal izrade klopki je najčešće plastika koja omogućuje lagano terensko baratanje, rastavljanje na manje dijelove i izvrsno su otporne na vremenske nepogode. Boja klopki je najčešće crna. Razlog tome, kako Pernek, (2000), navodi da su istraživanja koja su proveli Dubbel et al. (1985), dokazala kako su naletno-barijerne klopke efikasnije i selektivnije kada su obojene u crno. Danas se rabe samo crne obojene klopke u svrhu bolje selektivnosti (Pernek i dr. 2020, prema: Niemeyer 1985). Isto tako, Hrašovec (1995), piše, da je kod tamno obojenih klopki učinkovitost ulova veća, a manja je mogućnost hvatanja korisne predatorske entomofaune.

2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA

U svrhu terenskog prikupljanja podataka na 6 stalnih lokacija evidentirana je fauna potkornjaka (i ostalih ksilofaga poput krasnika i strizibuba) metodom mokrih naletno-barijernih visećih klopki opremljenih kairomonskim i feromonskim atraktantima. Terenski podaci će poslužiti za prevenciju i monitoring masovne pojave potkornjaka na 5 lokacija unutar PP Biokovo i 1 lokacije unutar park šume Osejava kojom gospodari šumarija Makarska. Ciljevi istraživanja su bili sljedeći:

- Utvrditi postoji li razlika pojave različitih vrsta entomofaune s obzirom na različitu nadmorsku visinu postavljanja lovnih klopki
- Dobiti spoznaje o prisutnosti različitih vrsta potkornjaka i drugih kukaca u submediteranskim i eumediteranskim šumama na primorskoj strani planine Biokovo
- Dobiti spoznaje o fenologiji borovih potkornjaka koji su poznati kao opasniji štetnici na području istraživanja
- Utvrditi prisutnost predatorskih vrsta *Thanasimus formicarius* L., *T. femoralis*, Zetterstedt i *Temnochilla cearulea* Olivier
- Utvrditi brojnost i kritičan broj masovne pojave potkornjaka u kulturama alepskog i crnog bora zbog učestalih šumskih požara
- Utvrditi pravilnost pojave entomofaune s obzirom na visinsku distribuciju i vrstu drveća

3. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

Za potrebe ovog diplomskog rada odabrani su lokaliteti na području UŠP Split, šumarija Makarska. Feromonske klopke su postavljene na 6 lokaliteta, u g.j. „Bukovac“ te u g.j. „Bašćanski gaj“. Pet klopki su unutar parka prirode Biokovo, a jedna je unutar park šume Osejava. Podaci o područjima istraživanja, navedena su u nastavku.

Lokaliteti su prostorno izolirani Biokovskim masivom s sjeveroistočne i Jadranskim morem s jugozapadne strane. Osejava je poluotok omeđen gradom Makarskom sa sjeverozapadne te općinom Tučepi s jugoistočne strane gdje je prisutan veliki antropogeni utjecaj zbog potreba protupožarne zaštite te ispunjenja općekorisnih funkcija šume i omeđenosti naseljenim područjima.

3.1. Šumarija Makarska

Šumarija Makarska gospodari s otprilike 21.000 ha. Gospodari s ukupno 6 gospodarskih jedinica: Bašćanski gaj, Biokovska sela, Biokovo, Rastovac i Drvenik-plana. Na dvije gospodarske jedinice gospodari zajedno sa susjednom šumarijom: Biokovo (šumarija Imotski) i Drvenik – plana (šumarija Metković).



Slika 5. Šumarija Makarska

Izvor: <http://javni-podaci.hrsume.hr/>

3.1.1. Gospodarska jedinica „Bukovac“

U gospodarskoj jedinici „Bukovac“ nalaze se 1. i 2. feromonska klopka korištena za ovaj diplomski rad.

Tablica 1. Drvna zaliha i prirast G.J. „Bukovac“

Izvor: Program gospodarenja za G.J. „Bukovac“ za razdoblje od 2014.-2023

	Površina [ha]	Drvna zaliha [m³]	Godišnji tečajni prirast [m³]
Jednodobne sastojine s posebnom namjenom	1636,78	91030	1355
Neobraslo proizvodno šumsko zemljište	639,27	-	-
Sveukupna proizvodna površina	2276,05	91030	1355

Šume ove gospodarske jedinice svrstane su u pume s posebnom namjenom. Cilj gospodarenja je očuvanje stabilnosti ekosustava uz potrajno gospodarenje, zadovoljavanje općekorisnih funkcija ovih šuma i povećanje produkcije najveće kvalitete i vrijednosti. (Program gospodarenja za G.J. Bukovac, 2014.)

3.1.2. Gospodarska jedinica „Bašćanski gaj“

Unutar gospodarske jedinice „Bašćanski gaj“ nalaze se ostale 4 feromonske klopke.

Tablica 2. Drvna zaliha i prirast G.J. „Bašćanski gaj“

Izvor: Program gospodarenja za G.J. "Bašćanski gaj" za razdoblje od 2014.-2023

Namjena šume i šumskog zemljišta		ha
Gospodarske šume		-
Zaštitne šume		500,52
Šume s posebnom namjenom	Za proizvodnju šumskog sjemena	21,55
	Zaštićene na temelju propisa o zaštiti prirode	959,05
	Ukupno	1481,12
Prometnice, dalekovodi, objekti		72,53
Sveukupno		1553,65

Šume unutar ove gospodarske jedinice svrstane su u zaštitne šume i šume posebne namjene. Cilj gospodarenja je jednak cilju kod prethodne G.J..

3.2. Park prirode Biokovo

Javna ustanova "Park prirode Biokovo" osnovana je još 1981.g. Pokriva površinu od 19,550 ha i sastoji se od cijelog planinskog lanca ukupne duljine 25 km. Njegov najviši vrh, sv. Jure visok je oko 1767 m. Planina se proteže svega 2-3 km od obalne linije. Vrh planine je valoviti plato s brojnim vrtačama. Cijela planina je građena od karbonskih stijena, uglavnom vapnenca. Reljef su formirale vodene bujice, proizvevši mnoge pećine, jame, vrtače i druge tipične krške reljefne oblike, bogate endemskim primjercima faune. Bukva i crni bor predstavljaju najraširenije biljne vrste. Uska zona između planine i mora sadrži kultivirano zemljište (maslinici, vinogradi, alepski bor). Uz planinu Velebit, Biokovo predstavlja najznačajniji centar endemizma u Hrvatskoj i posebno je bogat u pogledu biljnih vrsta (preko 1,600 taksa/biljnih vrsta). Biokovo sadrži i kompletan niz mediteranskih vrsta, od planinskih do obalnih, i to na vrlo uskom prostoru (Izvještaj Biljni svijet, Javna ustanova Park prirode Biokovo).

3.3. Vegetacijska obilježja – asocijacije s borovima

As. Junipero – Pinetum dalmaticae Domac (1962) 1965.

Na nadmorskoj visini od oko 800 do 1 500 m sjeverozapadnih primorskih padina Biokova dolazi ova endemična zajednica. Njena karakteristična vrsta je **dalmatinski crni bor** – *Pinus nigra* Arnold ssp. *dalmatica* (Vis.) Franco. Dolazi na predjelima Borovac, Bukovac, Borovik i Nevistina Stina gdje raste pojedinačno i u manjim skupinama, najviše na nepristupačnim mjestima vršnih i prema zapadu isturenim grebenima. Navedena područja su izdvojena u kategoriju rezervata šumske vegetacije. Prema Vukeliću, 2012., biokovske šume dalmatinskog crnog bora su reliktnog karaktera u kojima su prisutni i drugi tercijalni relikti poput *Edraianthus pumila* i *E. srepyllifolius*.

Crni je bor jedna od najvažnijih vrsta za pošumljavanje suhih i kamenih terena na području submediterana. Dolazi najčešće na vapnenačkoj i dolomitnoj podlozi, ali i na silikatima. Raste najčešće od 250-1400 m n.v.. Prema Franjiću, 2010., korijenov sustav ima vrlo razgranat i jak sa slabo izraženom srčanicom. Kora je svjetlosiva do tamno sivosmeđa, u starijih stabala duboko uzdužno ispucala. Krošnja mladih stabala je ovalna, a u starijih je kišobranasta, naročito na plitkom tlu i stjenovitoj podlozi.

To je vazdazelena, jednodomna⁵, anemofilna⁶, heliofilna⁷ i kserofilna⁸ vrsta. U mladosti raste prilično brzo. Otporan je na vjetrove, sušu i stresne uvjete. Drvo mu je trajno, bogato smolom. Cvjeta tijekom Svibnja, a češeri sazrijevaju u rujnu ili listopadu sljedeće godine, otvaraju se treće godine. Razmnožava se isključivo iz sjemena. (Franjić., 2010.)

As. Erico – Pinetum halepensis Krause et al. 1963

Kulture borova zauzimaju velike površine ali uglavnom van granica Parka. U obalnom području i u kontaktnim zonama Parka s primorske strane dominiraju šume alepskog bora. Dio tih šuma sekasnije razvio subsponatano. Zanimljivo je naglasiti da su se navedene šumske sastojine bilo podignute kao kulture ili se razvile samoniklo, na pojedinim mjestima prema svom flornom sastavu približile nekim oblicima prirodnih šuma alepskog bora. Kulture crnog bora su površinom

⁵ Jednodomna biljka – ona vrsta biljke kod koje se jednospolni cvjetovi nalaze na istoj jedinki

⁶ Anemofit – vrsta koja se oprašuje vjetrom

⁷ Heliofit – biljka koja obitava na osunčanim mjestima

⁸ Kserofit – biljka koja podnosi sušu

daleko manje i nalaze se u granicama Parka. Podizane su u zoni hladnijeg submediterana, od zone šume crnog graba pa sve do zone primorske bukove šume.

Prema Franjiću, alepski bor je izrazito otporan na sušu i vrlo je važna vrsta za suha područja gdje se uzgaja za zaštitu tla od erozije i od vjetrova. Uspješno raste na plitkim tlima na vapnenačkoj podlozi i na flišu eumediteranske zone. Često tvori čiste sastojine.

Franjić piše da je korijenov sustav alepskog bora vrlo razgranat i snažan. Deblo je često više ili manje zakrivljeno zbog stalnog utjecaja vjetra u mladosti. Krošnja je u mladosti čunjasta, kasnije široko zaobljena. Kod mladih stabala kora je glatka i svjetlosiva kasnije smeđa i ispucala.

Također je, kao i crni bor, vazdazelena, jednodomna, anemofilna, heliofilna i kserofilna vrsta. Podnosi posolicu i jaku buru. Cvjeta od ožujka do svibnja. Sjemenke sazrijevaju u rujnu i listopadu druge godine, a češeri se otvaraju uglavnom u trećoj i četvrtoj godini. Zbog dugog vremena potrebnog za otvaranje češera i velike klijavosti, izrazit je dobar pirofit, tj. povoljno se pomlađuje nakon požara.



Slika 6. Šuma crnog bora



Slika 7. Šuma alepskog bora

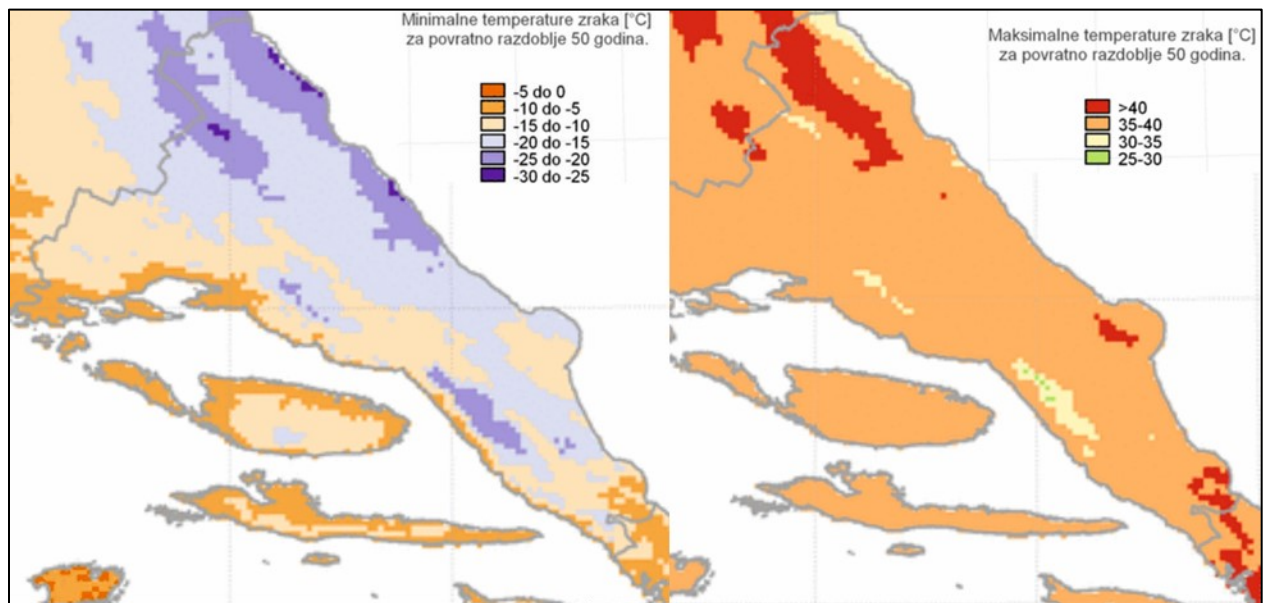
3.4. Klima istraživanog područja

Tablica 3. Srednje mjesečne temperature zraka za grad Makarsku

Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
°C	9,0	8,9	11,1	14,5	19,1	22,7	25,8	25,7	22,0	18,0	13,2	10,2

Izvor: Program gospodarenja za G.J. Bašćanski gaj 01.01.2014.-31.12.2023. god

Prema izvještaju o klimi u parku prirode Biokovo, opadanje temperature zraka s visinom na svakih 100 m je prosječno za 0,56°C ili na 180 m za 1°C. Opadanje temperature s visinom osjetnije je u proljeće nego u jesen. Srednja godišnja temperatura kreće se od 15,5 °C u Makarskoj do 3,9 °C na najvišem vrhu Sv. Juri, što pokazuje izrazitu klimatsku razliku. Temperaturne razlike u toku dana i noći veoma su znatne, naročito u dolinama.



Slika 8. Minimalne temperature zraka za Splitsko-dalmatinsku županiju

Izvor: DHMZ

Slika 9. Maksimalne temperature zraka za Splitsko-dalmatinsku županiju

Izvor: DHMZ

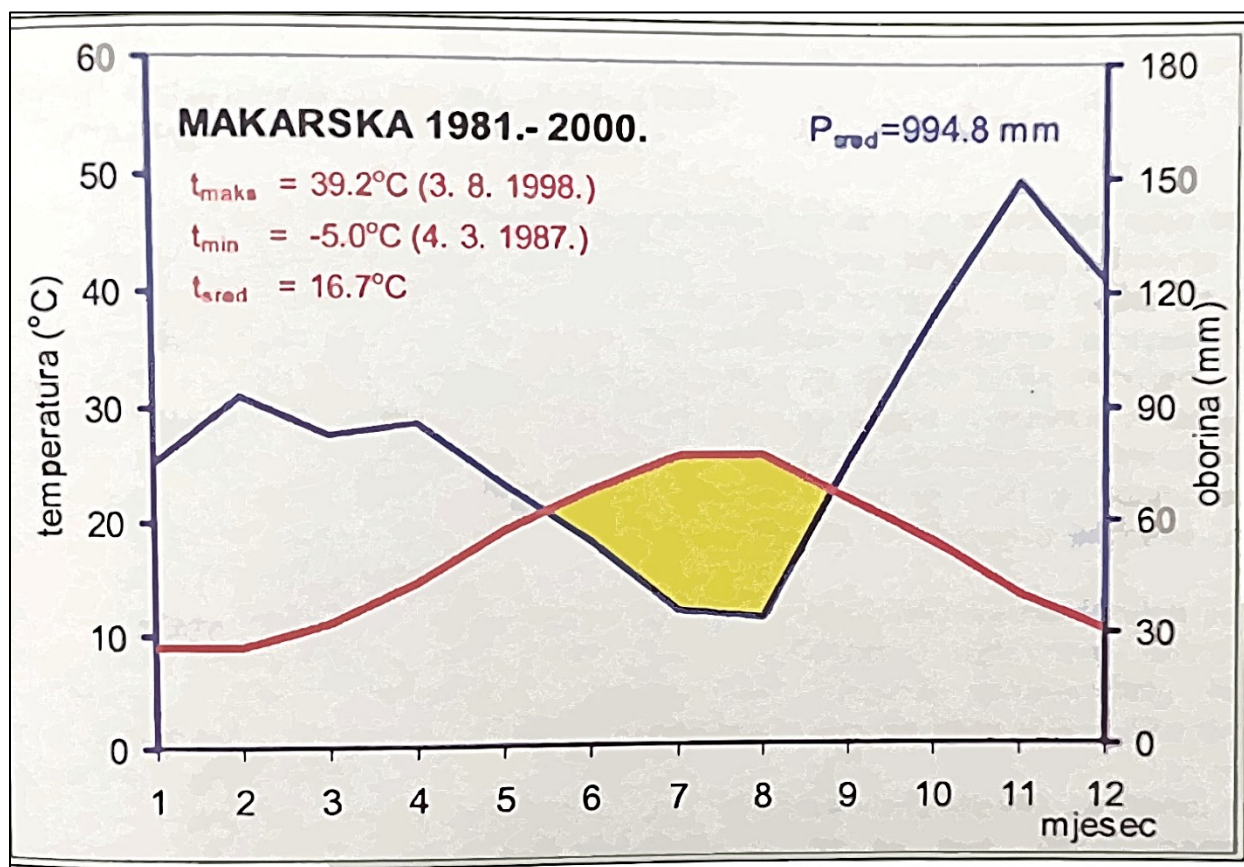
Tablica 4. Godišnji hod količine oborina za 2006. i za razdoblje od 1961. do 1990.

Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
mm	110,6	59,0	74,2	35,1	72,3	43,2	33,1	100,9	136,3	49,4	75,9	34,1

Izvor: Program gospodarenja za G.J. Bašćanski gaj 01.01.2014.-31.12.2023. god

Najviše oborina pada u hladnijim jesenskim i zimskim mjesecima, znatno manje u proljeće.

Prema 12-godišnjim mjerenjima količina oborina pomoću totalizatora pod Vošćem (uz Planinarski dom, na visini 1370 mm), može se reći da neposredno iza primorskog niza biokovskih vrhova padne godišnje u prosjeku 1845 mm oborina. U najvišem su i najkontinentalnijem dijelu Biokova količine oborina sigurno još i veće.



Slika 10. Walterov klima – dijagram za Makarsku za razdoblje 1981. – 2000. god.

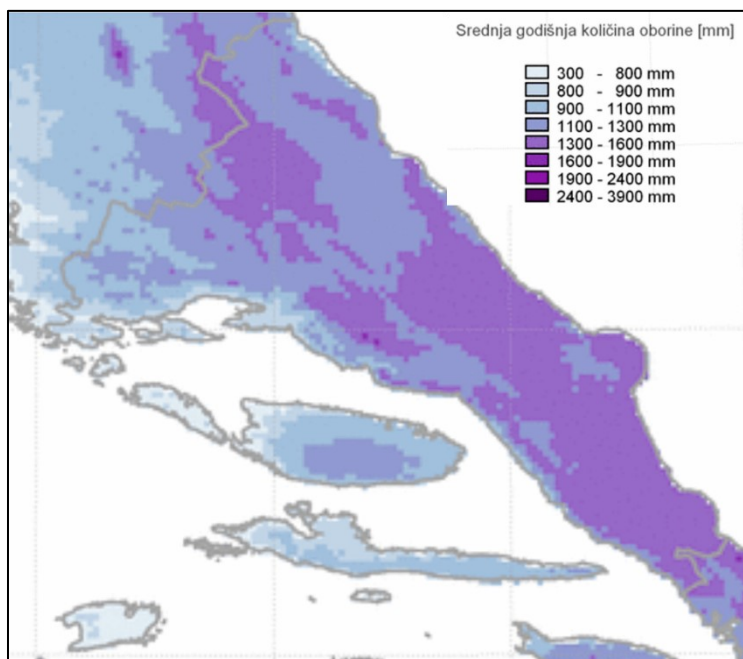
Izvor: Program gospodarenja za G.J. Bašćanski gaj 01.01.2014.-31.12.2023. god.

Po Köpenovoj klasifikacijskoj shemi, utemeljenoj na odlikama srednjeg godišnjeg hoda temperature zraka i oborina, najveći dio Splitsko-dalmatinske županije ima klimu višeslovno označenu kao „Csax“ klima (Program gospodarenja za G.J. Bašćanski gaj 01.01.2014.-31.12.2023. god).

Objašnjene oznake naziva klime:

- C – umjereno topla kišna klima
- s – sušno je ljeti
- a – ljeta su vruća; srednja temperatura najtoplijeg mjeseca viša je od 22°C
- x – zimsko kišno razdoblje široko je rascijepano u jesenko-zimski i proljetni maksimum

Makarsko primorje i najniži primorski dijelovi Biokova imaju vrlo malo vlage. Viši dijelovi, naročito predjeli u primorskom nizu vrhova, obiluju čestim, iako obično kratkotrajnim maglama koje se mogu pojaviti u vrijeme toplijih dana. Što se tiče mraza, u nižim dijelovima je rijetka pojava. Rani jesenski mraz započinje nekad u rujnu, redovito početkom listopada. Kasni proljetni mraz se javlja u travnju, često u svibnju. U visinama iznad 1200 m nema nijednog ljetnog mjeseca koji bi bio potpuno siguran od pojave mraza



Slika 11. Karta srednje godišnje količine oborina za Splitsko-dalmatinsku županiju

Izvor : DHMZ

Na području biokovskog masiva i primorja prevladavaju vjetrovi iz pravca sjevera i sjeveroistoka (bura). Najveću važnost za vegetaciju, od morskih vjetrova ima jugo, a od kopnenih bura.

Tablica 5. Srednje godišnje i godišnje vrijednosti važnijih meteoroloških elemenata u 2006. godini za grad Makarsku

Izvor: Program gospodarenja za G.J. "Bašćanski gaj" za razdoblje od 2014.-2023

Srednje godišnje vrijednosti			Godišnje vrijednosti			
Temperatura zraka °C	Tlak zraka, hPa	Relativna vlaga zraka, %	Količina oborina, mm	Broj dana sa snježnim pokrivačem, ≥ 1 cm	Vedri dani	Oblačni dani
17,1	1009,8	60	824,1	0	112	67

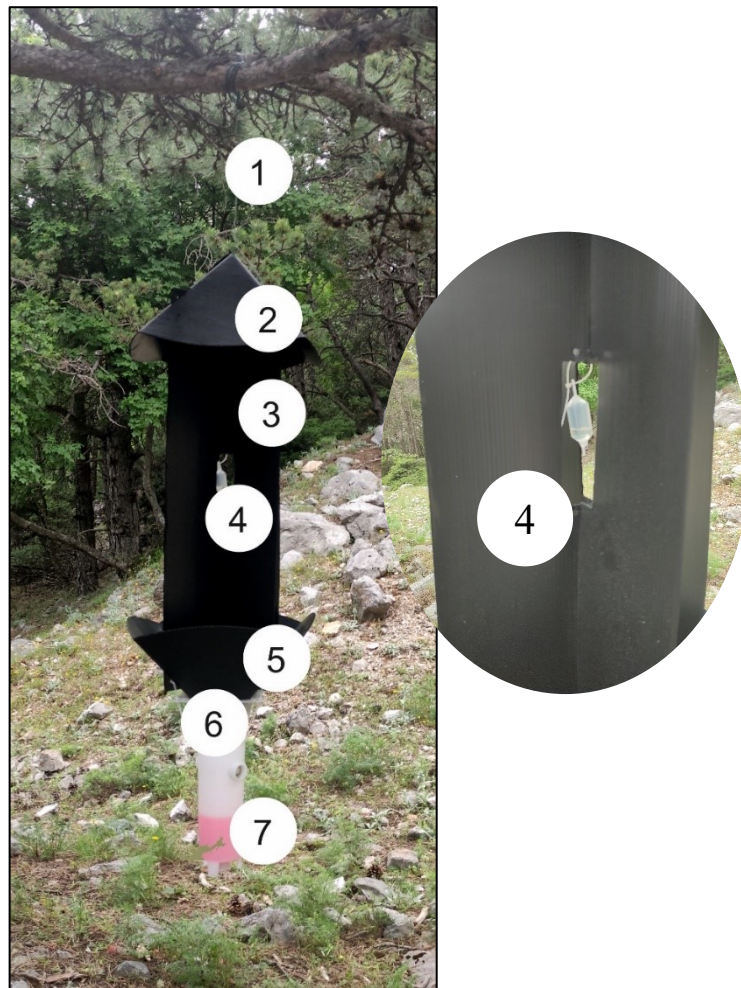
Jadransko more jedan je od najvažnijih čimbenika koji određuju klimu Splitsko-dalmatinske županije tijekom cijele godine, pa se klima ovog područja najopćenitije može nazvati primorskom.

4. MATERIJALI I METODE

4.1. Postavljanje feromonskih klopki na terenu

Postavljanje feromonskih klopki na teren i obavljanje terenskih priprema izvida terena zbog bolje lokacije samih klopki, obavljeno je sredinom proljeća 2021. godine.

Šest nalatno barijernih klopki marke WitaPrall® (WITASEK® PflanzenSchutz GmbH, Mozartstraße 1a, 9560 Feldkirchen in Kärnten, Österreich), postavljene su 7. svibnja 2021. godine unutar prostora parka prirode Biokovo, tj. na područje g.j. „Bukovac“ i „Bašćanski gaj“.



Slika 12. Nalatno barijerna klopka marke WitaPrall® „mokrog“ tipa s označenim dijelovima

Dijelovi naletno-barijerne klopke marke WitaPrall® :

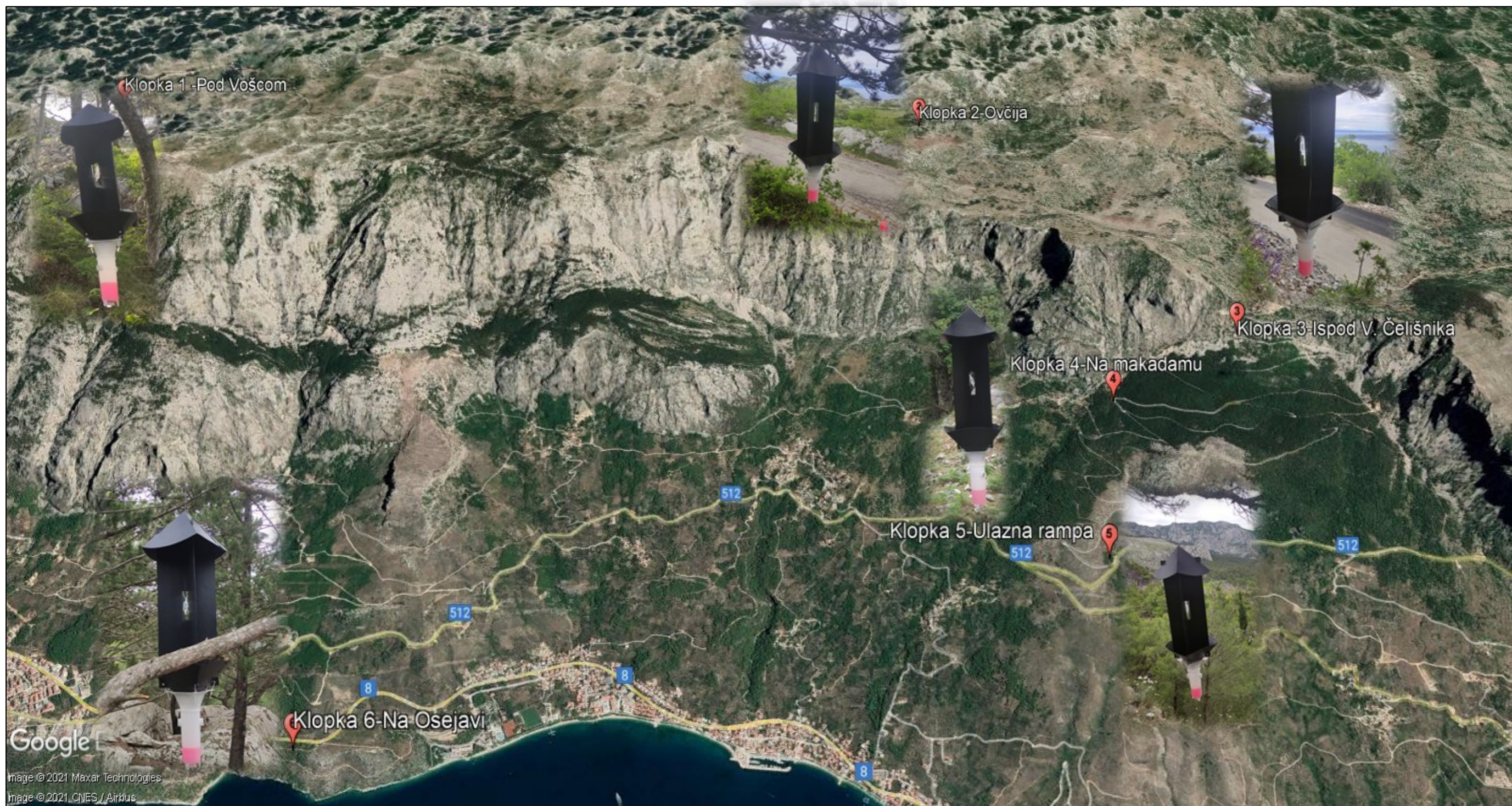
1. Debeli žica kojom se vezuje klopka
2. Gornji poklopac – hvatište naletno-barijerne klopke
3. Ukrštene vertikalne površine u koju nalijeću potkornjaci privučeni mirisom kairomona / feromona i siluetom klopke (crna boja u kontrastu s okolišem)
4. Prozirne ampule od posebne polupropusne plastične mase u kojima je specifični atraktant (feromon koji polagano hlapi i kontinuirano privlači potkornjake)
5. Donji dio klopke u obliku kvadratnog lijevka kroz koji potkornjaci upadaju u donji poklopac i lovnu posudu
6. Donji poklopac, tj. lijevak na koji je s donje strane prikačena lovna posuda
7. Lovna posuda s tekućinom za konzervaciju ulova (propilen glikol ili niskotoksični antifriz) koja se jednom u 3 do 4 tjedna prazni, odvaja ulov i ponovo vraća u lovnu posudu

Lokacije lovnih klopki odabrane su u blizini šumskih cesta i prometnica zbog lakšeg pronalaska i pristupa osobnim automobilom. Nakon odabira lokacija, na terenu je slijedilo premazivanje klopki sredstvom koji onemogućava potkornjacima hvatanje za podlogu, već samo kliznu u lovnu posudu. Sredstvo također djeluje i protiv naslaga prljavštine na samoj podlozi.

Alat koji je bio potreban su bila samo kliješta koja su služila za zamotavanje žice oko suhe grane.



Slika 13. Propilen glikol koji se stavlja u lovnu posudu predatori ne bi oštetili ulov i kako sami ulov ne bi pobjegao iz lovnice posude.



Slika 14. Karta s lokacijama i slikama feromonskih klopki na terenu

Izvor: Google Earth

Tablica 6. Koordinate i nadmorske visine lokacija na kojima se nalaze feromonske klopke

Broj i naziv klopke	Širina	Dužina	Nadmorska visina	Dispenser
1. Pod Vošcem	43°18'43.17"S	17° 3'10.75"I	1318 m	Gallopro-pinowit®, Tomowit®
2. Ovčija	43°16'51.67"S	17° 5'54.98"I	1129 m	Gallopro-pinowit®
3. Ispod V. Čelišnika	43°15'36.11"S	17° 5'56.98"I	794 m	Gallopro-pinowit®
4. Na makadamu	43°15'46.41"S	17° 5'26.16"I	564 m	Gallopro-pinowit®
5. Ulazna rampa	43°15'29.07"S	17° 4'50.78"I	371 m	Gallopro-pinowit®
6. Osejava	43°16'40.79"S	17° 2'16.71"I	50 m	Gallopro-pinowit®, Tomowit®

U klopama broj 2, 3, 4, 5 postavljen je jedan semiokemikalijski pripravak Gallopro-pinowit®. To je feromon za privlačenje insekata na boru:

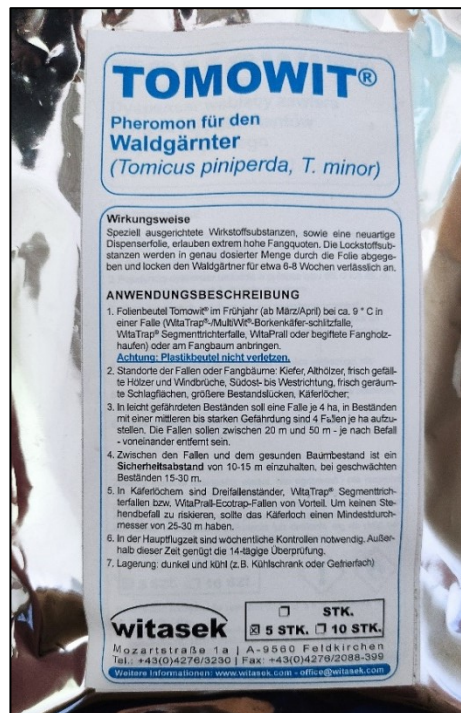
- Cvilidreta - *Monochamus galloprovincialis*
- Potkornjaci - *Ips sexdentatus* – veliki šestozubi borov potkornjak, *Orthotomicus erosus* – mediteranski borov potkornjak, *Hylurgus ligniperda* – borov korjenar.

U klopama broj 1 i 5, uz semikemikalijski pripravak Gallopro-pinowit®, postavljen je i feromon Tomowit®. Tomowit® je feromon (atraktant) za privlačenje velikih i malih borovih srčikara: *Tomicus piniperda* – veliki borov srčikar i *Tomicus minor* – mali borov srčikar.

Zbog većih ljetnih temperatura, samim time i bržeg isparavanja tekućine, dispنزere koji su bili na klopama, potrebno je bilo zamijeniti kako ne bi izgubili funkciju. Dodani su novi, dotad neotvoreni dispenser i obilaskom terena 1.7.2021..



Slika 15. Pakiranje i ampule s dispenserom koje su napravljene od posebne mikroplastike za sprječavanje velikog isparavanja tekućine: a) Gallopro-pinowit®, b) Tomowit®



Slika 16. Pakiranje i deklaracija Tomowit® atraktanta za borove srčikare

4.2. Terensko sakupljanje ulova

Sakupljanje ulova se vršilo tako da se u razmaku od četiri tjedna od prvog svibnja do prvog rujna gdje se prikupi ulov uhvaćen prethodni mjesec. Uz to se vršio obilazak terena svakih 2 tjedna za provjeru količine dispenzera u lovnim posudama i ispitivanje cijelosti svih klopki zbog velikog broja turista i znatiželjnika u samom parku. Dolaskom na prvi teren nakon postavljanja, klopka br.6 je pala pod utjecajem vjetra.

Došao sam do zaključka da lovke marke WitaPrall® (WITASEK® PflanzenSchutz GmbH, Mozartstraße 1a, 9560 Feldkirchen in Kärnten, Österreich) imaju manu prilikom velikih vjetrova, ukoliko je sama klopka vezana u jednoj točki na stablu. Zbog jačih vjetrova koji su se znali javiti tijekom ljetnih mjeseci, dolazi do gibanja klopke u smjeru vjetra te kroz otvore sa strane dolazi do izlivanja tekućine propilen glikola u lovnoj posudi i ispadanja iste u okoliš. Samim time kako se proljeva tekućina, dolazi do mikrozagađenja okoliša.

Rješenje za taj problem sam našao u Power tape Patex® traki koja se zalijepi jednom preko mjesta gdje se spajaju donji poklopac (slika 12.; broj 6.) i lovna posuda s tekućinom za konzervaciju ulova (Slika 12.; broj 7.),

U slučaju većeg vjetra, odmah sam sljedeće jutro otišao u obilazak terena lovnih posuda 5. i 6. koje su bile pod većim utjecajem vjetra od ostalih.

Od alata potrebnog za sakupljanje uzorka je bilo potrebno:

1. Posudica s poklopcem na koju je označen točan datum i broj lovne klopke
2. Sito sitnog oka
3. Kist koji se koristi za preciznije guranje ulova u posudicu
4. Lijevak kojim se lakše stavljanje ulova u posudicu i koji služi prelijevanju tekućine za konzervaciju ulova
5. Pinceta
6. Boca s vodom i tzv. „sportskim“ čepom koji omogućuje lakše čišćenje sitastih dijelova lovne klopke
7. Boca s 80 %-tnim etanolom za konzervaciju ulova do laboratorija

Sakupljanje uzorka se vršilo na način da se skine lovna posuda i polako se kroz sito, lijevkom procijedi tekućina s propilen glikolom u posebnu posudu kako bi se ponovo vratila u lovnu posudu i izbjeglo se prolijevanje u okoliš.

Dalje, nakon što se većina ulova spremila u posudicu s poklopcem, vrši se polijevanje vodom kroz sitaste otvore na lovnoj posudi, čišćenje lovne posude kistom i izvlačenje kukaca pincetom koji su se kandžicama zarobili za sitaste otvore.

U posudicu za transport se ulije 80%-tni etanol koji služi konzerviranju ulova, sprječava da neka vrsta predatora naudi ulovu i sprječava sušenje kukaca koji bi se oštetili prilikom transporta.



Slika 17. Terensko sakupljanje uzoraka



Slika 18. Pribor za prikupljanje uzoraka

Prikupljeni uzorci su nakon prikupljanja odneseni u entomološki laboratorij Fakulteta šumarstva i drvene tehnologije u Zagrebu na daljnju analizu i obradu podataka.



Slika 19. Uzorkovanje osušenog debla alepskog bora

4.3. Laboratorijska obrada ulova

Dolaskom u entomološki laboratorij Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije u Zagrebu, potkornjaci su procijeđeni kroz sito sitnog oka i gazu. Svaki ulov posebno je razvrstan na sušenje na filter papir i označen ceduljicom kako ne bi došlo do miješanja sakupljenih ulova.

Nakon što su se ulovi u potpunosti osušili, vršilo se čišćenje ulova od smeća koje se našlo (iglice, lišće...). Sljedeći korak je bio razvrstavanje entomofaune u različite posude. U jednoj posudi su bili potkornjaci, a u drugoj sav koleteralni ulov (cvilidrete, ose, zlatne mare, muhe, krasnici...).

Nakon odvajanja kolaterala, vršilo se odvajanje potkornjaka koji se mogu razlikovati „golim okom“. Za odvajanje i determinaciju ostalih, sitnijih vrsta koristila se obične i binokularne lupe pod raznim povećanjima.



Slika 20. Pravilno označen i ostavljen ulov na sušenje na filter papiru

5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

U ovom poglavlju prikazani su rezultati feromonskog monitoringa i laboratorijske obrade podataka u G.J. „Bašćanski gaj“ i G.J. „Bukovac“ u razdoblju promatranja od 2 mjeseca, od postavljanja klopki 7. svibnja do 1. srpnja.

Tijekom navedenog razdoblja obavljena su 2 prikupljanja uzoraka u razmacima od mjesec dana. Sakupljeno je i obrađeno ukupno 11 uzoraka unutar kojih je izbrojano ukupno 2637 kukaca. Zabilježeno je 15 različitih vrsta iz 4 različite porodice.

5.1. Utvrđene vrste kukaca

Nakon obavljene determinacije u entomološkom laboratoriju Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije u Zagrebu, utvrđeno je sedam različitih vrsta potkornjaka, pet vrsta različitih strizibuba, dvije vrste iz porodice *Cleridae*, te jedna vrsta iz porodice *Trogositidae*.

Tablica 7. Utvrđene vrste kukaca tijekom monitoringa

<i>Scolytidae</i>	<i>Trogositidae</i>
	<i>Temnochila caerulea</i> (Olivier, 1790)
	<i>Cleridae</i>
<i>Orthotomicus erosus</i> (Wollaston, 1857)	<i>Thanasimus formicarius</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Hylurgus ligniperda</i> (Fabricius, 1787)	<i>Thanasimus femoralis</i> (Zetterstedt, 1838)
<i>Hylurgus miklitzi</i> (Wachtl, 1881)	<i>Cerambycidae</i>
<i>Ips sexdentatus</i> (Börner, 1776)	<i>Acanthocinus griseus</i> (Fabricius, 1792)
<i>Xyleborus eurygraphus</i> (Ratzeburg, 1837)	<i>Rhagium inquisitor</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Pityokteines vorontzowi</i> (Jakobson, 1896)	<i>Spondylis buprestoides</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Hylurgops palliatus</i> (Gyllenhal, 1813)	<i>Oxypleurus nodieri</i> (Mulsant, 1839)
	<i>Monochamus galloprovincialis</i> (Olivier, 1795)

5.1.1. Sažeti prikaz biologije istraživanih vrsta i vrste šteta koje čine

***Orthotomicus erosus* (Wollaston, 1857) - mediteranski borov potkornjak**

O. erosus je poligamna⁹ vrsta u kojoj jedan mužjak oploduje 3 do 5 ženki. Naseljavanje domaćina obavlja od ožujka do listopada na oslabljenim stablima. Međutim, iako je sekundarna vrsta, vrlo je česta na nedavno oborenim stablima, trupcima ili na drveću koje su napale i oslabile agresivnije vrste potkornjaka. Može također napadati živo drveće pod utjecajem neke vrste stresa, poput požara i suše. U situaciji visoke populacije, *O. erosus* može pokrenuti masovne napade na zdrava stabla uzrokujući njihovo sušenje. Štoviše, odrasle jedinke mogu prenijeti gljivice plave mrlje iz roda *Ophiostoma* i *Leptographium* (François Lieutier, Zvi Mendel i Massimo Faccoli, 2016. prema Kirisits 2004). Može imati 1 do 5-7 generacija godišnje ovisno o geografskom području i klimatskim uvjetima.

Oligofani je štetnik na mediteranskim vrstama borova (*P. halepensis*, *P. brutia*, *P. pinaster*, *P. pinea*) te na kontinentalnim vrstama borova (*P. sylverstris*, *P. nigra*). (Pfeffer 1995.).



Slika 21. Mediteranski borov potkornjak – *Orthotomicus erosus*

⁹ Poligamna vrsta – vrsta u kojoj jedan mužjak oplodi više ženki

***Hylurgus ligniperda* (Fabricius, 1787) – borov korjenar**

H. ligniperda je monogamna vrsta koja u pravilu ima dvije generacije godišnje. Imaga lete krajem svibnja i početkom lipnja gdje vrše ubušivanja na stablima. Krajem srpnja, pojavom novih imaga iz prve generacije počinju stvarati drugu generaciju. Borov korjenar je vrlo uobičajena vrsta u borovim šumama gdje napada samo stabla koja su u fazi raspadanja ili na svježem panjevima. Također ga je uobičajeno naći na stovarištima trupaca u dijelu kore u dodiru s tlom. (prema François Lieutier, Zvi Mendel i Massimo Faccoli, 2016).

Hrašovec 2019. tvrdi da bez obzira na veliku brojnost prilikom pronalaska vrste, smatramo ga „neagresivnim“ potkornjakom koji tek vrlo uspješno koristi već odumrle ili odumiruće dijelove borovih stabala, osobito oko vrata korijena i površine tla. Također je oligofagni štetnik te se javlja na istim vrstama drveća kao prethodno navedena vrsta.



Slika 22. Borov korjenar – *Hylurgus ligniperda*

***Hylurgus miklitzi* Wachtl, 1881 – sredozemni borov korjenar**

Biologija vrste je slična kao i kod borovog korjenara. Izgledom podsjećaju na *H. ligniperda*, samo što je sredozemni borov korjenar manja vrsta. Domaćini su im iste vrste drveća.

***Ips sexdentatus* (Börner, 1776) – veliki šestozubi borov potkornjak**

Veliki šestozubi borov potkornjak dolazi na borovima, jeli, smreci i arišu, na starijim stablima s debelom korom. Tipičan je sekundarni štetnik jer u prvom redu napada ležeća stabla, zatim bolesna koja se suše. Nadalje, Hrašovec, 2019. piše kako je to razmjerno agresivan potkornjak čest u kontinentalnom području gdje zna napasti sastojine crnog i običnog bora, ali ga na alepskom još nije utvrdio kao značajnog tijekom svojih istraživanja.

Veličinom od 5,5 – 8 mm jedan je od naših najvećih potkornjaka, a rasprostranjen je na razini cijele Europe. Boja varira od svijetlo do tamnosmeđe, a prekriven je dlakama. Na pokrilju, u predjelu zatka, ima šest zubaca sa svake strane, po čemu je dobio ime. Ima dvije generacije godišnje. Prvo rojenje započinje u travnju, a drugo u srpnju.



Slika 23. Veliki šestozubi borov potkornjak – *Ips sexdentatus*

***Temnochila caerulea* (Olivier, 1790)**

Vrsta je metalno plave ili zelene boje, izraženih mandibula prema naprijed. Najčešće se može naći pod korom četinjača u stadiju ličinke gdje napada ličinke potkornjaka, strizibuba i krasnika. Odrasle jedinke hrane se odraslim jedinkama potkornjaka, a dokazano je da je prirodni neprijatelj velikog šestozubog potkornjaka. Rojenje ove vrste poklapa se s rojenjem spomenute vrste potkornjaka. Može utjecati na brojnost potkornjaka u šumi.



Slika 24. *Temnochila caerulea*

***Thanasimus formicarius* (Linnaeus, 1758) – mravasti kornjaš**

Mravasti kornjaš je crvene boje, osim glave, nogu i ticala koji su crni. Izgledom podsjeća na povećeg mrava radi utanjenog prsišta. Čest je u šumama, naročito u vrijeme povećane brojnosti potkornjaka. Imago hvata potkornjake na deblu, u vrijeme njihova naleta i početkom procesa ubušivanja. Ličinka se zavlači pod koru i u sustav galerija i najprije se hrani otpacima i dijelovima uginulih potkornjaka, a poslije napada njihove ličinke. Ličinke mravastog kornjaša uvelike mogu smanjiti broj potkornjaka.

***Thanasimus femoralis* (Zetterstedt, 1838)**

Donekle je u Hrvatskoj nova vrsta. Izgledom podsjeća na mravastog kornjaša, samo što je dimenzijama manja. Razlikuju se po tome što s donje strane thoraxa segmenti su svi crveni ili svi crni kod mravastog kornjaša, dok su kod *T.femoralis* donja strana prothoraxa crvena, a donja strana mezothoraxa crna.



Slika 25. Dorzalni prikaz vrsta *Thanasimus formicarius* (gore), *Thanasimus femoralis* (dolje)

Izvor: Boris Hrašovec



Slika 26. Ventralni prikaz vrsta *Thanasimus formicarius* (gore), *Thanasimus femoralis* (dolje)

Izvor: Boris Hrašovec

5.2 Rezultati ulova feromonskih klopki po razdobljima

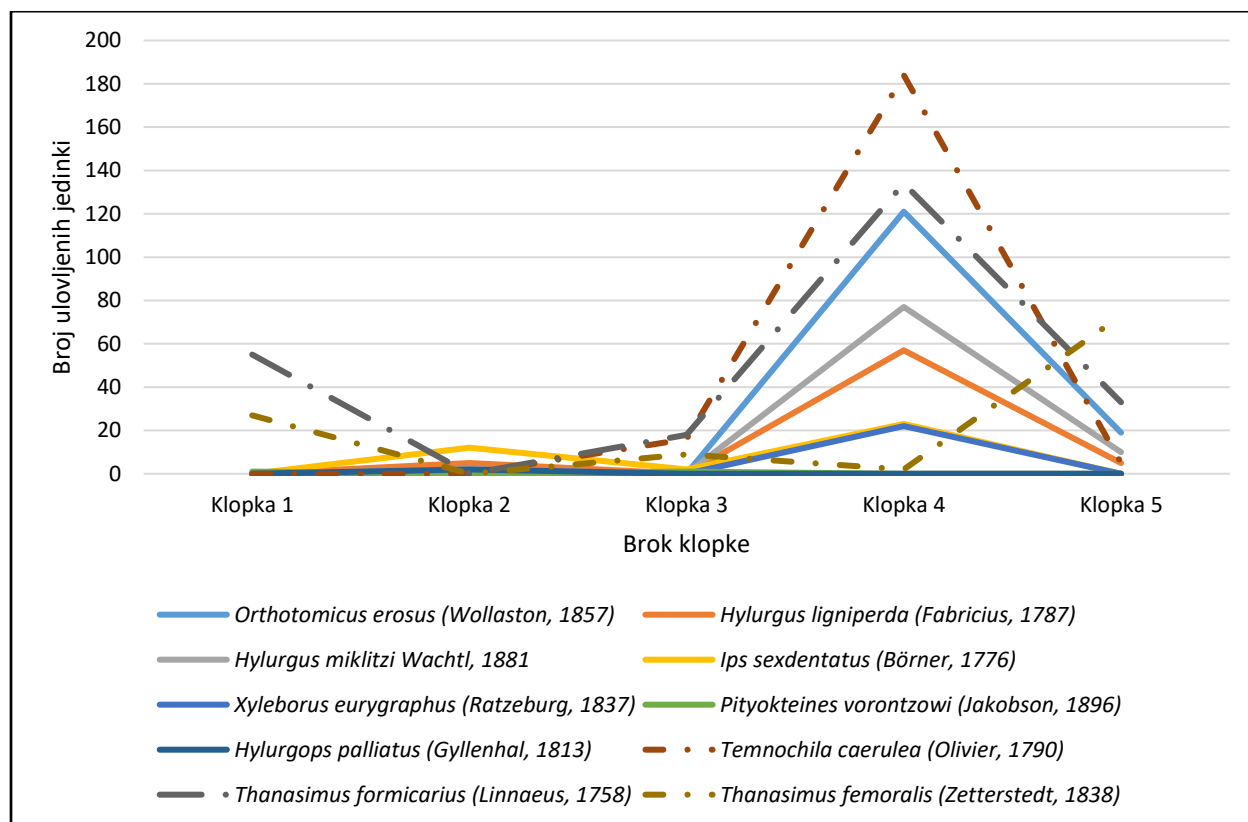
Rezultati ulova za razdoblje od 7. svibnja do 30. svibnja 2021.

Tablica 8. Rezultati ulova potkornjaka, njihovih predatora i cvilidreta uzoraka skupljenih od 7. svibnja do 30. svibnja 2021. godine

VRSTA KUKCA/ BROJ KLOPKE	Klopka 1	Klopka 2	Klopka 3	Klopka 4	Klopka 5
<i>Scolytinae</i>					
<i>Orthotomicus erosus</i> (Wollaston, 1857)	0	2	0	121	19
<i>Hylurgus ligniperda</i> (Fabricius, 1787)	0	5	0	57	5
<i>Hylurgus miklitzi</i> (Wachtl, 1881)	0	2	0	77	10
<i>Ips sexdentatus</i> (Börner, 1776)	0	12	2	23	0
<i>Xyleborus eurygraphus</i> (Ratzeburg, 1837)	0	0	0	22	0
<i>Pityokteines vorontzowi</i> (Jakobson, 1896)	1	0	1	0	0
<i>Hylurgops palliatus</i> (Gyllenhal, 1813)	0	2	0	0	0
<i>Trogositidae</i>					
<i>Temnochila caerulea</i> (Olivier, 1790)	0	0	16	184	5
<i>Cleridae</i>					
<i>Thanasimus formicarius</i> (Linnaeus, 1758)	55	0	18	134	33
<i>Thanasimus femoralis</i> (Zetterstedt, 1838)	27	0	9	2	73
<i>Cerambycidae</i>					
<i>Acanthocinus griseus</i> (Fabricius, 1792)	0	0	0	0	0
<i>Rhagium inquisitor</i> (Linnaeus, 1758)	8	0	3	0	8
<i>Spondylis buprestoides</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0	0
<i>Oxypleurus nodieri</i> (Mulsant, 1839)	0	0	5	4	0
<i>Monochamus galloprovincialis</i> (Olivier, 1795)	0	0	0	0	0

U tablici iznad su prikazani vrste kukaca razvrstani pod porodicama, tj. potporodicama i po klopama u koju su prikupljeni. Na prvi pogled je odmah vidljivo količina ulova prikupljenog u klopki 4 gdje drastično odudara brojnost kukaca od ostalih ulova u drugim klopama.

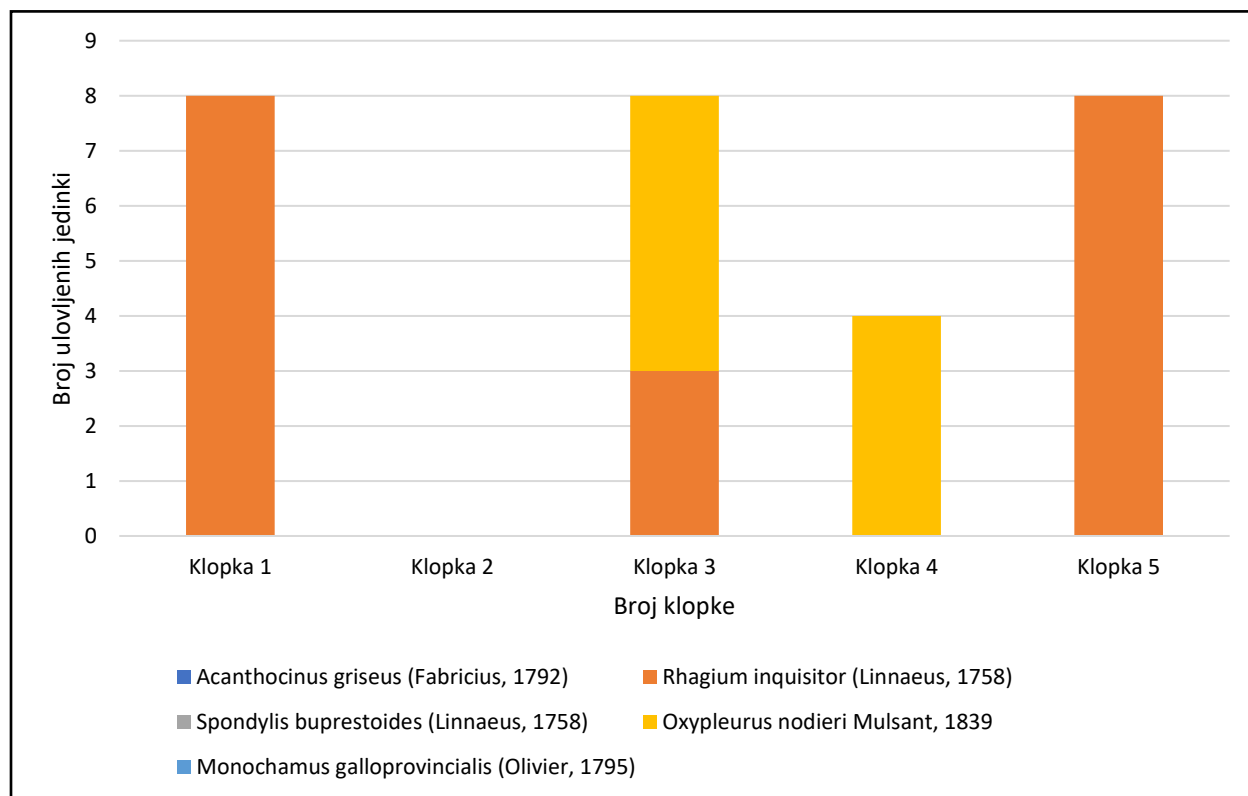
Tijekom udara snažnog vjetra, klopku br. 6 je vjetar bacio te nije bilo ulova potkornjaka. Stoga taj izgubljeni ulov nije stigao do obrade.



Slika 27. Brojnost ulova potkornjaka (puna linija) i njihovih predatora (iscrtkana linija) za razdoblje od 7. svibnja do 30. svibnja 2021.

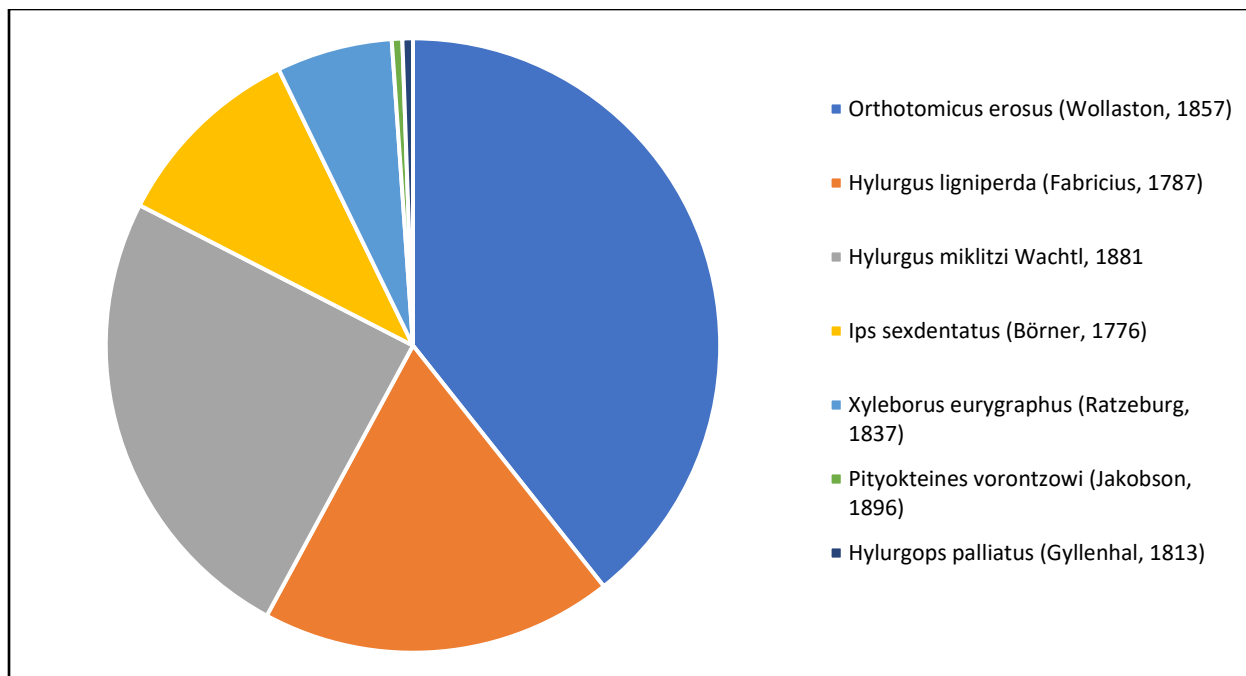
Promatrajući podatke ulova po vrstama za razdoblje od 7. svibnja do 30. svibnja 2021. godine (Slika 27., Tablica 8.) mogu se primijetiti razlike u brojnosti ulova. Zbog veće temperature na područjima klopke 4 i 5 došlo je do ranijeg izlaska potkornjaka, samim time i većim brojem ulova. Nadalje, najviše odskače ulov u klopki 4. Razlog tome tražimo u području u kojem je postavljena

sama klopka. U blizini te klopke nalazilo se dosta oborenih stabala unutar kojih su se ubrzano razvijali potkornjaci, a samim time i njihovi predatori.



Slika 28. Ulovi cvilidreta u razdoblju od 7. svibnja do 30. svibnja 2021. godine.

Brojnost ulovljenih jedinki nije bio baš bajan. Pronađene su samo vrste *Rhagium inquisitor* L. i *Oxypleurus nodieri*, Mulsant.



Slika 29. Udio pojedinih potkornjačkih vrsta na prisojnim stranama Biokova

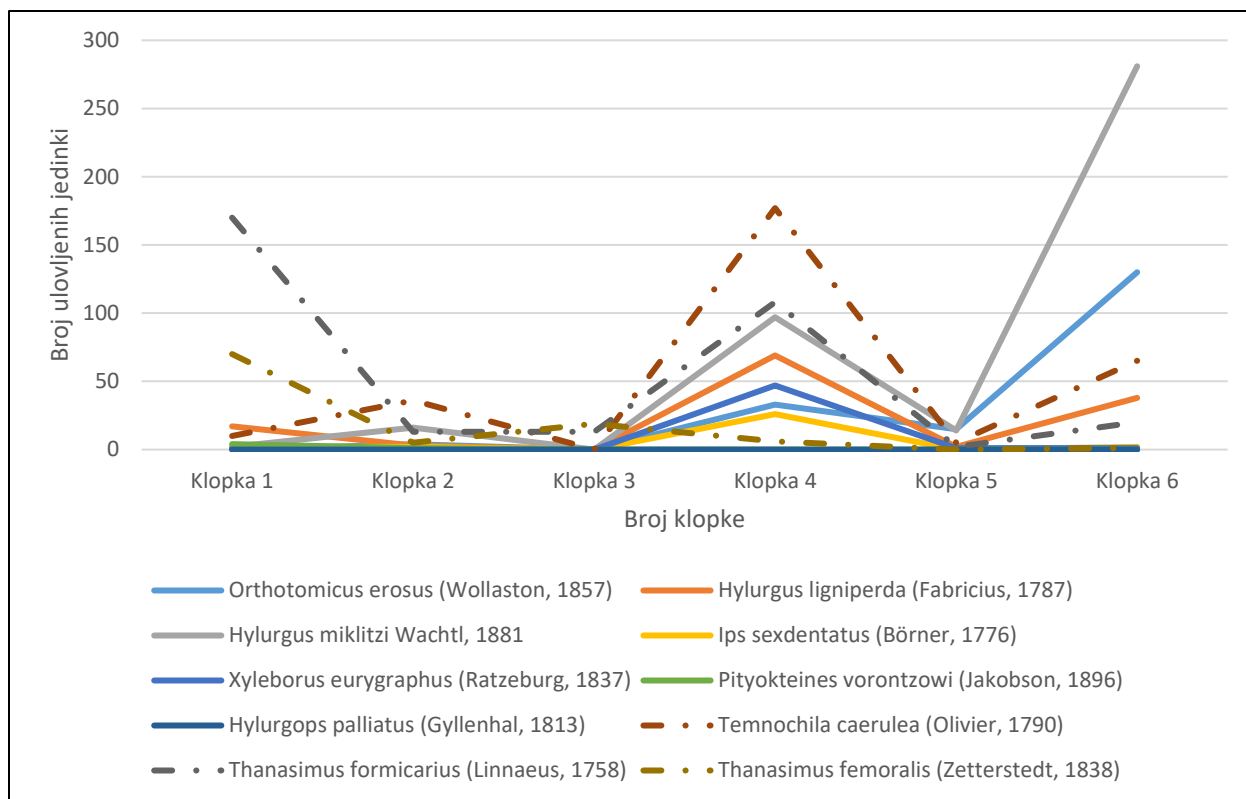
Rezultati ulova za razdoblje od 30. svibnja do 1. srpnja 2021.

Tablica 9. Rezultati ulova potkornjaka, njihovih predatora i cvilidreta uzoraka skupljenih od 30. svibnja do 1. srpnja 2021. godine

VRSTA KUKCA/ BROJ KLOPKE	Klopka 1	Klopka 2	Klopka 3	Klopka 4	Klopka 5	Klopka 6
<i>Scolytinae</i>						
<i>Orthotomicus erosus</i> (Wollaston, 1857)	0	4	0	33	15	130
<i>Hylurgus ligniperda</i> (Fabricius, 1787)	17	3	0	69	2	38
<i>Hylurgus miklitzi</i> (Wachtl, 1881)	2	16	0	97	14	281
<i>Ips sexdentatus</i> (Börner, 1776)	2	2	0	26	0	2
<i>Xyleborus eurygraphus</i> (Ratzeburg, 1837)	1	0	0	47	1	1

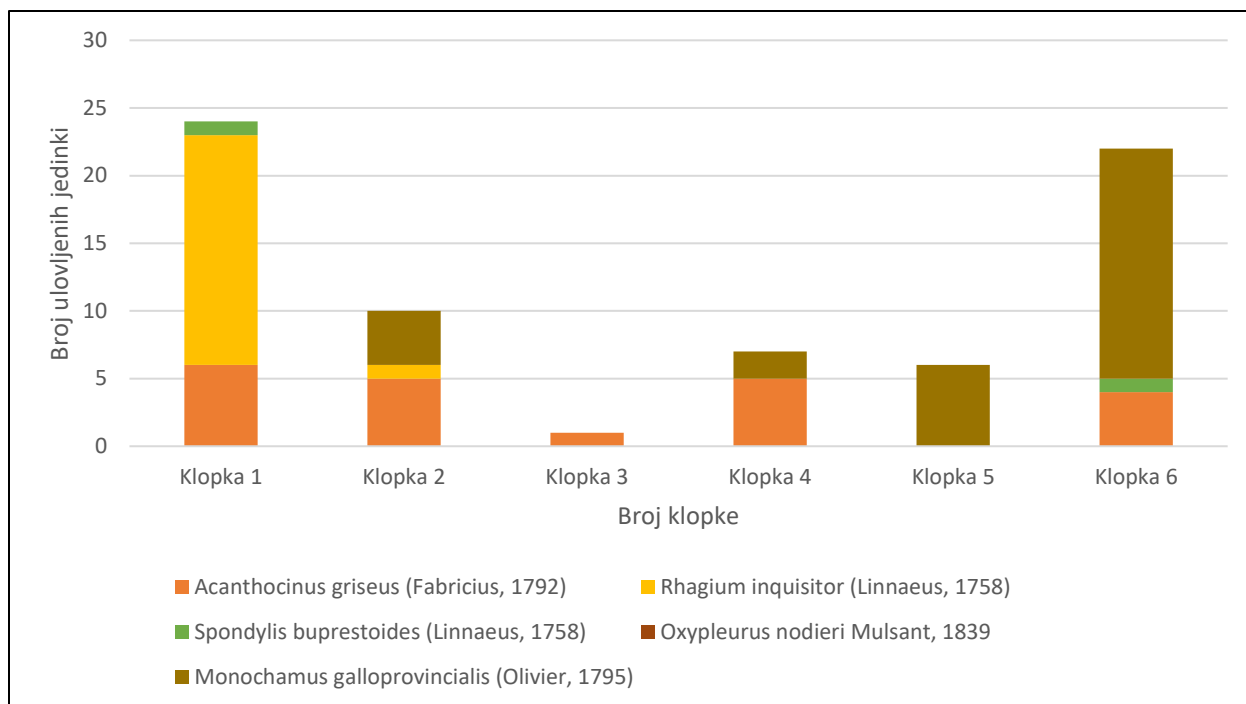
<i>Pityokteines vorontzowi</i> (Jakobson, 1896)	4	1	0	0	0	0
<i>Hylurgops palliatus</i> (Gyllenhal, 1813)	0	0	0	0	0	0
Trogositidae						
<i>Temnochila caerulea</i> (Olivier, 1790)	10	36	0	177	5	65
Cleridae						
<i>Thanasimus formicarius</i> (Linnaeus, 1758)	170	13	13	108	2	20
<i>Thanasimus femoralis</i> (Zetterstedt, 1838)	70	5	19	6	0	1
Cerambycidae						
<i>Acanthocinus griseus</i> (Fabricius, 1792)	6	5	1	5	0	4
<i>Rhagium inquisitor</i> (Linnaeus, 1758)	17	1	0	0	0	0
<i>Spondylis buprestoides</i> (Linnaeus, 1758)	1	0	0	0	0	1
<i>Oxypleurus nodieri</i> (Mulsant, 1839)	0	0	0	0	0	0
<i>Monochamus galloprovincialis</i> (Olivier, 1795)	0	4	0	2	6	17

U tablici iznad prikazane su također vrste kukaca po vrstama, porodicama i potporodicom. Vidljivo je ponovni skok kod pojavljivanja jedinki i traženje razloga nepojavljivanja niti jedne vrste potkornjaka u klopki 3. Nakon ovog terenskog pregleda, izvršeno je nadodavanje novih feromonskih dispenzera.

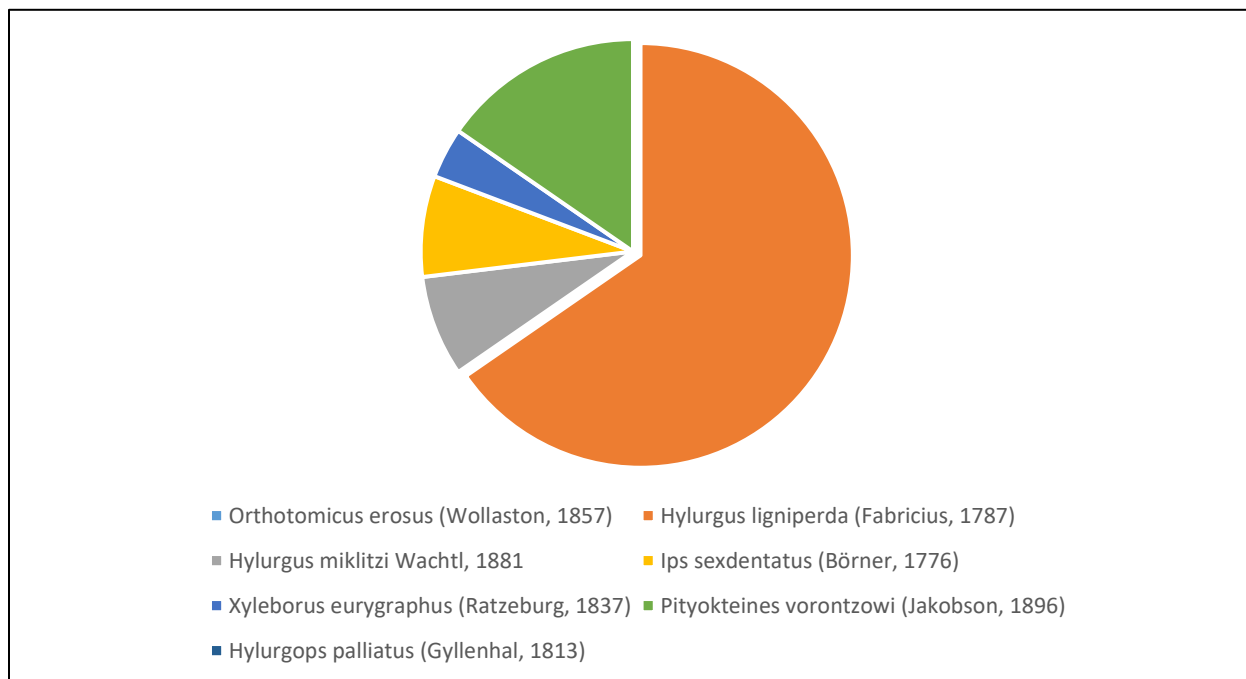


Slika 30. Brojnost ulova potkornjaka (puna linija) i njihovih predatora (iscrtkana linija) za razdoblje od 30. svibnja do 1. srpnja 2021.

Češćim terenskim radom i očuvanjem klopki tijekom prikupljanja podataka, došlo je do sljedećih rezultata. Izgled samog grafa nas podsjeća na prethodni graf s razlikom u klopki 6. Došlo je do porasta populacije sredozemnog borovog korjenara te se vidi drastičan rast s obzirom na ulove prikupljene u drugim klopama. Ukupna brojnost ulova je također porasla.



Slika 31. Brojnost ulova vrsta iz porodice *Cerambycidae* za razdoblje od 30. svibnja do 1. srpnja 2021.



Slika 32. Brojnost ulova različitih vrsta potkornjaka za razdoblje od 30. svibnja do 1. srpnja 2021.

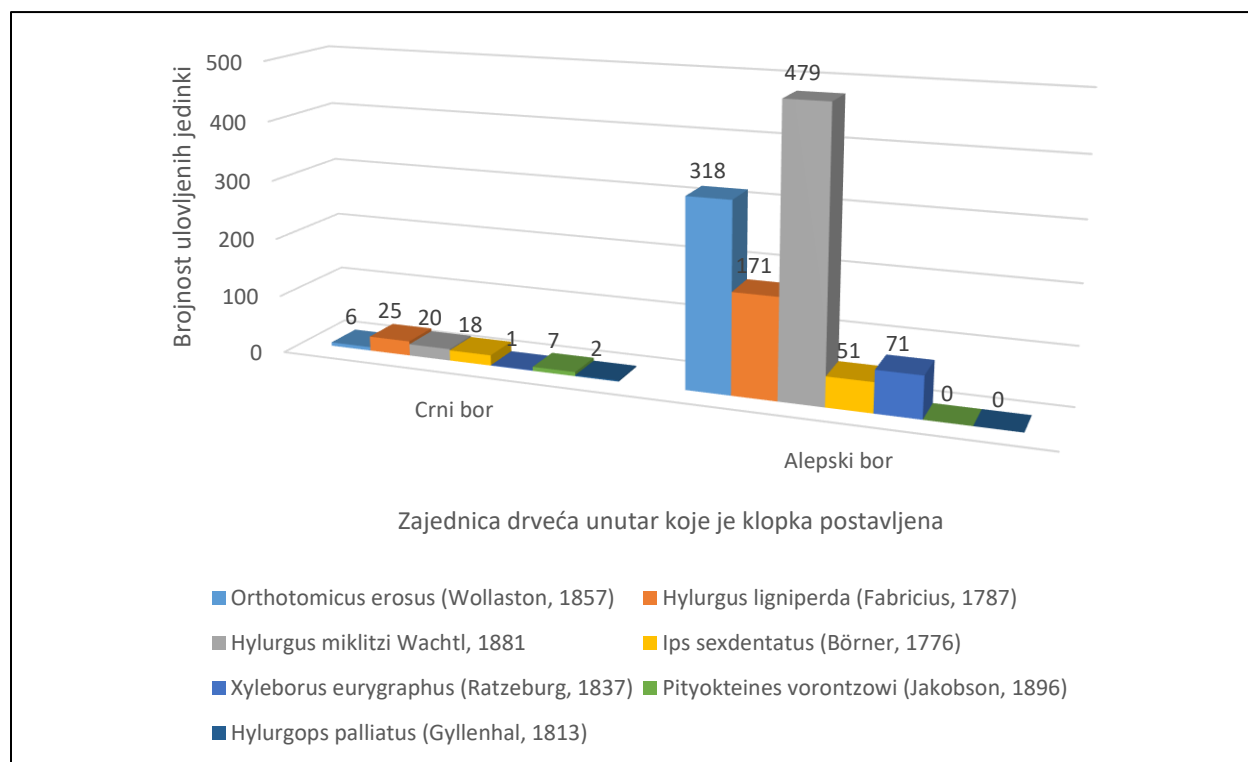
5.3. Prikaz ukupnog ulova feromonskog monitoringa

Tablica 10. Rezultati ukupnog ulova potkornjaka, njihovih predatora i cvilidreta

VRSTA KUKCA/ BROJ KLOPKE	Klopka 1	Klopka 2	Klopka 3	Klopka 4	Klopka 5	Klopka 6
Scolytinae						
<i>Orthotomicus erosus</i> (Wollaston, 1857)	0	6	0	154	34	130
<i>Hylurgus ligniperda</i> (Fabricius, 1787)	17	8	0	126	7	38
<i>Hylurgus miklitzi</i> (Wachtl, 1881)	2	18	0	174	24	281
<i>Ips sexdentatus</i> (Börner, 1776)	2	14	2	49	0	2
<i>Xyleborus eurygraphus</i> (Ratzeburg, 1837)	1	0	0	69	1	1
<i>Pityokteines vorontzowi</i> (Jakobson, 1896)	5	1	1	0	0	0
<i>Hylurgops palliatus</i> (Gyllenhal, 1813)	0	2	0	0	0	0
Trogositidae						
<i>Temnochila caerulea</i> (Olivier, 1790)	10	36	16	361	10	65
Cleridae						
<i>Thanasimus formicarius</i> (Linnaeus, 1758)	225	13	31	242	35	20
<i>Thanasimus femoralis</i> (Zetterstedt, 1838)	97	5	28	8	73	1
Cerambycidae						
<i>Acanthocinus griseus</i> (Fabricius, 1792)	6	5	1	5	0	4
<i>Rhagium inquisitor</i> (Linnaeus, 1758)	25	1	3	0	8	0
<i>Spondylis buprestoides</i> (Linnaeus, 1758)	1	0	0	0	0	1
<i>Oxypleurus nodieri</i> (Mulsant, 1839)	0	0	5	4	0	0
<i>Monochamus galloprovincialis</i> (Olivier, 1795)	0	4	0	2	6	17

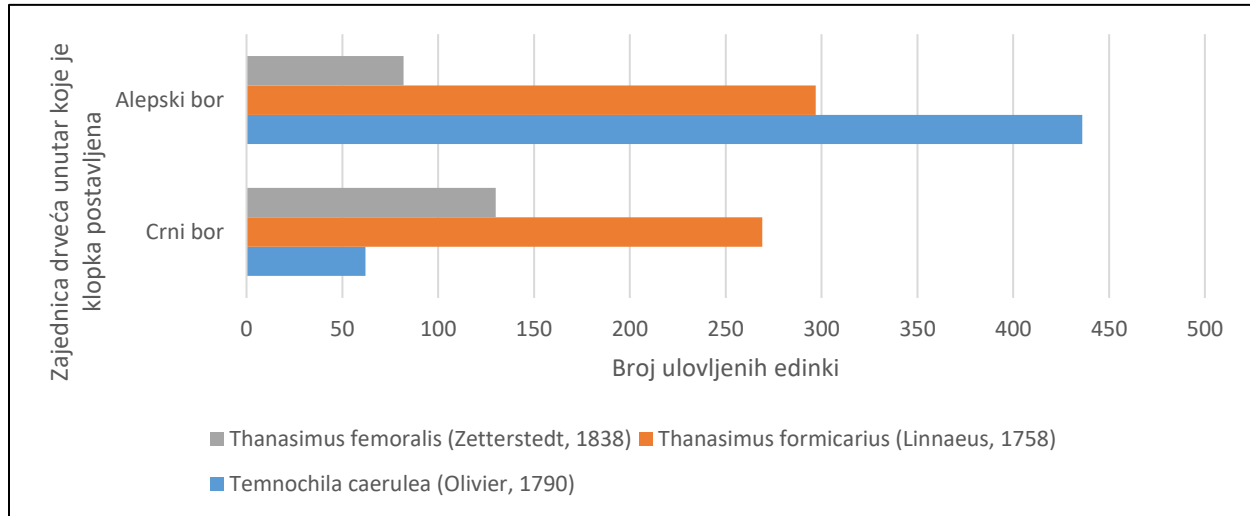
U tablici je crvenom bojom označeno da, tijekom analize podataka ukupnih prebrojavanja, nije došlo do pronalaska tih vrsta unutar pojedine klopke.

Evidentno je da se nekolicina vrsta potkornjaka i stirizibuba u jakom malom broju pojavljuju, dok se predatorske vrste na potkornjacima pojavljuju u svakoj klopki.



Slika 33. Distribucija ulova potkornjačke entomofaune po vrstama drveća unutar kojih je postavljena feromonska klopka

Zbog manje nadmorske visine, veće prosječne temperature i same vrsta drveća, vidljivo je pojavljivanje većeg broja entomofaune potkornjaka unutar klopki postavljenih u kulturama alepskog bora. Već navedeno, alepski bor obitava na nižim područjima, u područjima veće temperature.



Slika 34. Distribucija ulova predatorske entomofaune na potkornjacima po vrstama drveća unutar kojih je postavljena feromonska klopka

6. RASPRAVA

Korištenje feromonskih klopki u sustavu monitoringa od velike su važnosti uslijed pregleda populacijske dinamike potkornjaka tijekom vremena na određenom području. Ukupni ulovi vrsta entomofaune pokazuju nam (ne)stabilnost šumskih ekosustava u Dalmaciji. Višekratnim pregledom na terenu te obavljenim monitoringom potkornjačkih i predatorskih vrsta ustanovljeno je dobro zdravstveno stanje sastojina.

Opasna pojava potkornjaka u posljednje vrijeme brzo je došla do očiju javnosti nakon prirodne katastrofe u park šumi Marjan u Splitu. Slijedom klimatskih promjena, stresova, požara i sl. dolazi do slabljenja zdravstvenog stanja samih šuma. Doživljavanjem fiziološke starosti kultura bora, porastom turizma u pojedinim dijelova te izostankom gospodarenja unutar šuma dolazi također do samog pada vitalnosti šuma i šumskog drveća.

Klimatske promjene kao faktor gradacije potkornjaka utječu na sljedeći način:

1. Omogućava potkornjacima preživljavanje i daljnji razvoj (razvoj više generacija godišnje),
2. Dolazi do povećavanja životnog prostora potkornjaka omogućujući im pomicanje na sjeverne dijelove i više nadmorske visine,
3. Omogućuje pridolazak vremenskih ekstrema kao što su suše, čijih je rezultat manja obrambena sposobnost stabala,
4. Dolazi do odumiranja stabala zbog postojanja više podložnih jedinki dostupnih dodatnim generacijama potkornjaka tijekom kasnog ljeta.

Ulovom potkornjaka u feromonske klopke, pogotovo kod ovakvog kratkog istraživanja, ne može se zaključivati o stvarnoj veličini populacije. Potrebno je vršiti istraživanje kroz više mjeseci, čak i godina.

Primjetno je da se većina ulova vrsta različite entomofaune nalazi na području obitavanja alepskog bora i terenskim uvidom ustanovilo se da se sastojine nalaze u dobrom zdravstvenom stanju. Porast broja potkornjačkih vrsta može se povezati s povećanim brojem požara koji su se dogodili na područjima od nekoliko kilometara zračne udaljenosti od promatranog područja. Šume su na područjima bile opustošene ljetnim požarima te su nakon takvih događaja nastanjene

potkornjacima. Slijedom takvih događanja došlo je do porasta broja populacije koje su se rojile na tom području te su „zalutale“ u susjedne sastojine.

Velikim brojem pronalaska neagresivnih vrsta *Hylurgus ligniperda* i *H. miklitzi* uglavnom ne zabrinjava. To su vrste koje pridolaze i u najzdravijoj šumi i nema bojazni da bi stvarale probleme na šumama bora. Sigurno bi ih bilo manje ukoliko bi se redovno i pravilno provodile šumske mjere higijene.

Dobra brojnost faune prirodnih neprijatelja upućuju na stanje prirodne kontrole populacije potkornjaka. Tijekom analize grafova dobivenih istraživanjem (Slika 27. i Slika 30.) evidentno je kako je brojnost predatorskih vrsta prerasla sve vrste potkornjačke entomofaune. Slijedom toga što su potkornjaci prisutni, prisutni su i predatori.

Vrsta *T. caerulea* se zamjetno poslije pojavljuje na višim nadmorskim visinama. Kao primjer, prikupljanjima vršenih 30. svibnja nije pronađena nijedna vrsta, dok je prikupljanjem vršenim 1. srpnja pronađeno 10 vrsta. Slijedom analize, dolazimo do prividnog vremena pojavljivanja vrste roda *Thanasimus*. Kako bi došli do nekog boljeg i točnijeg zaključka vremena pojavljivanja, potrebno bi bilo smanjiti razmak termina obilaska terena sa 4 tjedna na tjedan dana. Kod vrsta toga roda determiniranih u laboratoriju, njihova pojavnost je veća na višim nadmorskim visinama unutar sastojina crnog bora, dok se unutar sastojina alepskog bora puno manje pojavljuju ali su prisutne. Za razliku od njih, predatorska vrsta *T. caerulea* se pojavljuje u većoj brojnosti na nižim nadmorskim visinama, a gledajući na sastojine, prisutnija je u sastojinama alepskog bora.

Zanimljivo je kako se vrsta *Orthotomicus erosus*, zajedno s *H. ligniperda* i *H. miklitzi* pojavljuje u većoj brojnosti na nižim nadmorskim visinama. Poznato je kako je to sekundarna vrsta, vrlo česta na nedavno oborenim stablima, trupcima ili drveću. Ona može također napadati živo drveće pod utjecajem neke vrste stresa, poput požara i suše. Nije nepoznato da može izazvati sušenje većih dijelova šuma.

Iako se *H. ligniperda* i *H. miklitzi* pojavljuju tijekom cijele visinske distribucije klopki, *H. miklitzi* se razmjerno u većoj brojnosti pojavljuje na nižim nadmorskim visinama. Dok se oko 500-ak metara nadmorske visine pojavljuju u skoro jednakom broju, na 50 metara nadmorske visine *H. miklitzi* se pojavljuje preko 7 puta većoj brojnosti. Vrsta *Pityokteines vorontzowi*, Jakobson i vrsta

Hylurgops palliatus, Gyllenhal pojavljuju se na višim nadmorskim visinama unutar sastojinama crnog bora.

Vrste cvilidreta se pojavljuju ravnomjerno u svakoj klopki. Slijedom postavljenih kairomona Gallopro-pinowit® koji su prvenstveno namijenjeni vrsti *Monochamus galloprovincialis*, Olivier dolazi do pojavljivanja većeg broja tih jedinki, ali također na nižim nadmorskim visinama. Suprotno njoj, u klopki br.1 je pronađeno 25 jedinki vrste *Rhagium inquisitor*, L. koja se ne pojavljuje na nižim nadmorskim visinama, iako se nalazi unutar sastojina i crnog i alepskog bora.

Zanimljivo je kako je u klopki br. 4 izbrojeno 47 % ukupne entomofaune te 49 % potkornjačke entomofaune. Zbog tako visokog broja, potrebno je analizirati područje unutar kojeg se klopka nalazila i poduzeti mjere sanitarne njege i spriječiti nekakav prijelaz od sekundarnog do primarnog štetnika. Pozitivna stvar je također veliki broj prirodnih neprijatelja prikupljenih unutar same lovne posude što pokazuje borbu prirode protiv potkornjačkih vrsta.

Nadalje, kod lovne klopke br.6 čiji se samo jedan ulov koristio u ovom istraživanju, sa postotkom od 22 % od ukupne entomofaune i 39 % ukupnih potkornjačkih vrsta, također traži detaljniji pregled i analizu stanja sastojina.

Zbog velikih dnevnih kretanja lokalnog stanovništva po područjima postavljenih klopki i važnosti samih šuma koje ispunjavaju općekorisne funkcije šume, te su te šume zaštitnog karaktera, nisu mogući veliki zahvati u prostoru koji bi narušili strukturu tih sastojina.

Zbog toga što se obilaskom terena utvrdila mana naletno-barijerne klopke marke WitaPrall® gdje u naletima velikog vjetera dolazi do ispadanja ulova i izlivanja tekućine za konzervaciju uslijed ljuštenja klopke, potrebno je i to prokomentirati. Obilaskom terena 1. srpnja pronađena je klopka na tlu u kojoj nije bilo nikakvog ulova, kojeg je također vjetar otpuhao. Slijedom tih problema koji su me dočekali na terenu, poduzeo sam primitivno, ali i funkcionalno rješenje istog. Na terenu sam koristio sivu Power tape Patex® traku kojom sam zalijepio lovnu posudu kako se ne bi u budućnosti odvajala. Korisnost tog rješenja vidljivo je u rezultatima ulova prikupljenih 1. srpnja klopke 6. unutar park šume Osejava. Nadalje, nisam našao rješenje izlivanja tekućine unutar posude uslijed puhanja jakog vjetera. Možda bi optimalno bilo vezati klopku u još jednoj točki, za tlo kako ne bi dolazilo do takvog velikog gibanja lovne klopke.

Prilikom ovih dvaju prikupljanja uzoraka, nije pronađena nijedna vrsta krasnika.

7. ZAKLJUČAK

Temeljem rezultata provedenog monitoringa, kvalitetnog terenskog uvida u stanje sastojina i preciznim laboratorijskim istraživanjem, moguće je utvrditi sljedeće:

Opća vitalnost i stabilnost sastojina alepskog i crnog bora vrlo je dobra. Na to upućuje mali broj sušnih stabala, ili stabala sa simptomima drugih zdravstvenih problema kao što je borova guba *Phellinus pini*. Zbog utjecaja vjetra i ove gljive često dolazi do lomljenja i izvale stabala koji onda postaju generator povećanja populacije potkornjaka.

Lokalne populacije potkornjačke faune su vrlo niske čak i porastom sušnih razdoblja, ali svakako je potrebno proširiti istraživanje na veći niz mjeseci, bar na razdoblje od jedne godine.

Vidjevši piljevinu od malčera unutar šume i oko šumskih prometnica, smatram da dobrim djelovanjem dežurnih službi koje vrše sanaciju izvaljenih i osušenih stabala (šumarija Makarska) uvelike smanjuju pojavnost većeg broja potkornjaka. Jedina je zamjerka dio oko klopke br. 4 gdje se nalazila progala grupe stabala koji su bili nastanjeni potkornjacima. To je utvrđeno uzorkovanjem kore na terenu (Slika 19.).

Sve ciljane vrste potkornjaka zabilježene su unutar prikupljenih uzoraka. Analizom ulova dolazimo do zaključka kako se vrste *O. erosus*, *H. miklitzii*, *Monochamus galloprovincialis* te *Temnochilla caerulea* uvelike pojavljuju u većoj brojnosti na nižim nadmorskim visinama, u sastojinama alepskog bora. Suprotno tome, vrste roda *Thanasimus*, točnije *T. formicarius* i novija vrsta, dosad ne tako poznata, *T. femoralis* pojavljuju u većem broju unutar sastojina crnog bora, te na višim nadmorskim visinama, iako su prisutne na cijeloj visinskoj distribuciji klopki.

Vrsta strizibube *Oxypleurus nodieri* Mulsant, pojavljuje se najvećim dijelom između najviših i najnižih dijelova. Naravno, sukladno svim ovim rezultatima, potrebno je provesti detaljnije istraživanje.

Odabir lokacije na kojoj se postavljaju klopke za hvatanje entomofaune ključ su pravilnog i kvalitetnog ulova. Inženjerski pristup radu, proširivanje vidika i rješavanje problema, uvelike može pomoći poboljšavanju kvalitete rezultata unutar istraživanja.

8. LITERATURA

1. Bakke, A., 1976: Spruce bark beetle, *Ips typographus*: Pheromone production and field response to synthetic pheromones. *Naturwissenschaften*, 63:92.
2. Bakke, A., 1989. The recent *Ips typographus* outbreak in Norway: Experiences from a control program. *Hol. Ecol.* 12: 515–519.
3. Bakke, A., 1992: Monitoring bark beetle populations: effects of temperature. *J Appl Entomol.* 1992; 114:208-211.
4. Bakke, A., Frøyten, P., Skattebøl, L., 1977: Field response to a new pheromonal compound isolated from *Ips typographus*. *Naturwissenschaften*, 64:98–99.
5. Bakke, A., Saether, T., Kvamme, T., 1983: Mass trapping of the spruce bark beetle *Ips typographus*. Pheromone and trap technology. Reports of the Norwegian Forest Research Institute. 38.3, p. 35.
6. Baranchikov, Y.N., Mattson, W.J., Hain, F.P., Payne, T.L., 1991: Forest Insect Guilds: Patterns of Interaction with Host Trees. U.S. Dep. Agric. For. Serv. Gen. Tech. Rep. NE 153.
7. Bedard, W.D., Wood, D.L., Tilden, P.E., 1979: Using behavior modifying chemicals to reduce western pine beetle-caused tree mortality and protect trees. In: Waters W.E. (Ed.), *Current topics in forest entomology*, U.S.D.A. Forest Service General Technical Report WO 8, pp. 159–163.
8. 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* 2021, 12, 175.
9. DeMars, C.J., Slaughter, G.W., Bedard, W.D., Norick, N.X., Roettgering, B., 1980: Estimating western pine beetle-caused tree mortality for evaluating an attractive pheromone treatment. *J. Chem. Ecol.* 6: 853–866.
10. Dimitri, L., Koenig, E., Niemeyer, H., Vaupel, O., 1986: Der Dreifallenstern: eine Moeglichkeit zur Steigerung der Effektivitaet von Borkenkaeferfallen. *Der Forst- und Holzwirt* 7: 171-173.
11. Dimitri, L., Gebauer, U., Loesekrug, R., Vaupel, O., 1992: Influence of mass trapping on the population dynamic and damage-effect of bark beetles. *J. Appl. Ent.* 114: 103-109.

12. Doychev, D. 2008: First Report of *Thanasimus femoralis* (Zetterstedt) (Coleoptera, Cleridae) for the Bulgarian Fauna
13. Dubbel, V., Vaupel, O., 1996: Optimierung des Falleneinsatzes bei Buchdrucker und Kupferstecher. Mainz, KWF Nr.8.
14. Dubbel, V., Kerck, K., Sohr, M., 1985: Influence of trap color on the efficiency of bark beetle pheromone traps. Berlin, ZAE 99: 59-64.
15. Erbilgin, N., Mori, S. R., Sun, J. H., Stein, J. D., Owen, D. R., Merrill, L.D., Campos Bolaños, R., Raffa, K. F., Méndez Montiel, T., Wood, D. L., Gillette, N. E., 2007: Response to host volatiles by native and introduced populations of *Dendroctonus valens* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) in North America and China. *J Chem Ecol* 33: 131–146.
16. Etxebeste, I., Álvarez, G., Pérez, G., Pajares, J., 2012: Field response of the six-toothed pine bark beetle, *Ips sexdentatus* (Col.: Curculionidae, Scolytinae), to pheromonal blend candidates. *Journal of Applied Entomology*, 136: 431-444.
17. Faccoli, M., Stergulc, F., 2008: Damage reduction and performance of mass trapping devices for forest protection against spruce bark beetle, *Ips typographus* (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae). *Annals of Forest Science*. 65, 309p1-309p9.
18. Faccoli, M., Bernadinelli, I., 2011: Breeding performance of the second generation in some bivoltine populations of *Ips typographus* (Coleoptera: Curculionidae) in the south-eastern Alps. *Journal of Pest Science*. 84, 15–23.
19. Fitzgerald, T. D., 2008: Use of pheromone mimic to cause the disintegration and collapse of colonies of tent caterpillars (*Malacosoma spp.*). *J Appl Entomol* 132: 451–460.
20. Forster, B., Meier, F., Gall, R., 2002: Bark beetle management after a mass attack some Swiss experiences. In: Michael LM editor. *Proceedings of Ecology, Survey and Management of Forest Insects*; 2002 Sep 1-5.
21. Franjić, J., Škvorc, Ž., 2010: Šumsko drveće i grmlje Hrvatske. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb, 432 str
22. Galko, J., Okland, B., Nikolov, C., Rell, S., Kunca, A., 2013: Comparison of pheromone traps for monitoring of the European spruce bark beetle. *Oppdragsrapport fra Skog og landskap*, 09/2013. Norsk institutt for skog og landskap.
23. Galko, J., Nikolov, C., Kunca, A., Vakula, J., Gubka, A., Zúbrik, M., Rell, S., Konôpka, B., 2016: Effectiveness of pheromone traps for the European spruce bark beetle: a

- comparative study of four commercial products and two new models. *Lesn. Cas. For. J.* 62 (2016) 207–215.
24. Gillette, N. E., Munson, A. S., 2009: Semiochemical sabotage: behavioral chemicals for protection of western conifers from bark beetles. U.S.D.A. Forest Service, General Tehnical Report PNW-GTR. 85-110.
 25. Gillette, N. E., Erbilgin, N., Webster, J. N., Pederson, L., Mori, S. R., Stein, J. D., Owen, D. R., Bischel, K. M., Wood, D. L., 2009a: Aerially applied verbenone-releasing laminated flakes protect *Pinus contorta* stands from attack by *Dendroctonus ponderosae* in California and Idaho. *Forest Ecol Manag* 257: 1405–1412.
 26. Gillette, N. E., Mehmel, C. J., Webster, J. N., Mori, S. R., Erbilgin, N., Wood, D. L., Stein, J. D., 2009b: Aerially applied methylcyclohexenone-releasing flakes protect *Pseudotsuga menziesii* stands from attack by *Dendroctonus pseudotsugae*. *Forest Ecol Manag* 257: 1231–1236.
 27. Graves, A. D., Holsten, E. H., Ascerno, M. E., Zogas, K. P., Hard, J. S., Huber, D. P. W., Blanchette, R. A., Seybold, S. J., 2008: Protection of spruce from colonization by the bark beetle, *Ips perturbatus*, in Alaska. *Forest Ecol Manag* 256: 1825–1839.
 28. Hedgren, P. O., Schroeder, L. M. 2004: Reproductive success of the spruce bark beetle *Ips typographus* (L.) and occurrence of associated species: a comparison between standing beetle-killed trees and cut trees. *Forest Ecology and Management*. 203, 241–250.
 29. Hlásny, T., Krokene, P., Liebhold, A., Montagné-Huck, C., Müller, J., Qin, H., Raffa, K., Schelhaas, M-J., Seidl, R., Svoboda, M., Viiri, H., 2019: Living with bark beetles: impacts, outlook and management options. *From Science to Policy* 8. European Forest Institute.
 30. Hrašovec, B., 1995: Feromonske klopke – suvremena biotehnička metoda u integralnoj zaštiti šuma od potkornjaka. *Šumarski list*. 1-2: 27-31.
 31. Hughes, M., 1974: A precursor of pheromones in *Ips* beetles. *J Insect Physiol* 20: 1271–1275.
 32. Idžojtić, M., 2009: *Dendrologija – list*. Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb. 901 str.
 33. Izvještaj Biljni svijet, Javna ustanova Park prirode Biokovo
 34. Izvještaj Geologija Biokova, Javna ustanova Park prirode Biokovo

35. Jakuš, R., Schlyter, F., Zhang, Q. H., Blaženec, M., Vaverčák, R., Grodzki, W., Brutovský, D., Lajzová, E., Turčáni, M., Bengtsson, M., Blum, Z., Gregoiré, J. C., 2003: Overview of development of an antiattractant based technology for spruce protection against *Ips typographus*: from past failures to future success. *Anzeiger für Schädlingkunde* 76: 89–99.
36. Karlson, P., Lüschnner M., 1959: "Pheromones": a new term for a class of biologically active substances. *Nature* 183:55-56.
37. Kasumović, L., 2016: Prilagodba razvojnoga ciklusa, prezimljavanja i prostorne distribucije smrekovih potkornjaka (*Ips typographus* L. i *Pityogenes chalcographus* L.) u odnosu na temeljne stanišne čimbenike. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Doktorski rad.
38. Kelly, D. R., 1990: Insect semiochemicals. *Chem Br* 26: 124–127.
39. Kolibac, J. 1992: Species of the genera *Thanasimus Latreille* and *Korynetes* Herbst in Central Europe (*Coleoptera, Cleridae*)
40. Krista, L., Ryall, L.F., 2005: Habitat loss decreases predator-prey ratios in a pine-bark beetle system. *Oikos* 2005, 110, 265–270.
41. Lončarić, A. Z., Tolić, I., 1999: Terenski kolokvij na području Uprave šuma Split - Podupirati prirodnu progresiju staništa. *Časopis Hrvatskih šuma, Hrvatske šume*, 30: str. 8- 9. <http://casopis.hrsume.hr/pdf/030.pdf#page=10>.
42. Maceljčki, M.; Uščuplić, M.; Cvjetković, B.; Krnjajić, Đ., 1983: Integralna zaštita. Jugoslovensko savjetovanje o primjeni pesticida. Zbornik radova. Neum, 677-712.
43. Martin, A., Etxebeste, I., Perez, G., Alvarez, G., Sánchez, E., Pajares, J., 2013: Modified pheromone traps help reduce bycatch of bark-beetle natural enemies. *Agricultural and Forest Entomology*. 15, 86-97.
44. Mayo, J. H., Straka, T. J., Leonard, D. S., 2003: The cost of slowing the spread of the gypsy moth (*Lepidoptera: Lymantriidae*). *J Econ Entomol* 96: 1448–1454.
45. McLean, J.A., Borden, J.H., 1975: Gnathotrichus sulcatus attack and breeding in freshly sawn lumber. *Journal of Economic Entomology* 68, 605-606.
46. Meurisse, N., Couillien, D., Grégoire, J-C., 2008: Kairomone traps: a tool for monitoring the invasive spruce bark beetle *Dendroctonus micans* (*Coleoptera: Scolytinae*) and its

- specific predator, *Rhizophagus grandis* (Coleoptera: Monotomidae). Journal of Applied Ecology, 45: 537–548.
47. Mihajlović, Lj., 2008: Suzbijanje sipaca, p. 467; Feromonske klopke p. 468. In: Šumarska entomologija. Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet. Sveučilišni udžbenik. p. 877.
48. Moeck, H.A., 1970: Ethanol as the primary attractant for the ambrosia beetle *Trypodendron lineatum* (Coleoptera: Scolytidae). Canadian Entomologist, 102, 985-994.
49. Moeck, H.A., 1971: Field test of ethanol as scolytid attractant, Canada Dept. Fish. and For., Bi-mon. Res. Notes 27: 11-12.
50. Nadel, R., Wingfield, M., Scholes, M., Lawson, S., Slippers, 2012: The potential for monitoring and control of insect pests in Southern Hemisphere forestry plantations using semiochemicals. Annals of Forest Science, Springer Nature (since 2011)/EDP Science (until 2010), 69 (7), pp. 757-767.
51. Niemeyer, H., 1985: Field response of *Ips typographus* L. (Col., Scolytidae) to different trap structures and white versus black flight barriers, Z. Ang. Ent., 99: 44-51.
52. Niemeyer, H., Watzek, G., Ackermann, J., 1994: Verminderung von Stehendbefall durch Borkenkaeferfallen. AFZ 4: 190-192.
53. Norin, T., 2001: Pheromones and kairomones for control of pest insects. Some current results from a Swedish research program. Pure Appl Chem 73: 607–612.
54. Ozcan, G. E., Cicek, O., Enez, K., Yildiz, M., 2014: A new approach to determine the capture conditions of bark beetles in pheromone-baited traps. Biotechnology & Biotechnological Equipment, 2014 Vol. 28, No. 6, 1057-1064.
55. Pernek, M., 2000: Feromonske klopke u integralnoj zaštiti smrekovih šuma od potkornjaka. Rad Šumarskog instituta. Jastrebarsko. 35(2): 89–100.
56. Pernek, M., 2018: Sušenje borova u Park šumi Marjan sa mjerama integrirane zaštite šuma za sprječavanje širenja i suzbijanje mediteranskog potkornjaka *Orthotomicus erosus* (Woll.), Elaborat, 83 str.
57. Pernek, M., Lacković, N., 2011: Uloga jelovih krivozubih potkornjaka u sušenje jele i mogućnosti primjene feromonskih klopki za njihov monitoring. Šumarski list, posebno izdanje, 114-121.

58. Pernek, M., Lacković, N., Lukić, I., Zorić, N., Matošević, D., 2019: Outbreak of *Orthotomicus erosus* (Coleoptera, Curculionidae) on Aleppo pine in the Mediterranean region in Croatia. Southeast Eur. For. 2019, 10, 19–27.
59. Pernek, M., Kovač, M., Lacković, N., 2020: Testiranje biološke učinkovitosti feromona i klopki za ulov mediteranskog potkornjaka *Orthotomicus erosus* (Coleoptera, Curculionidae). Šumarski list, 7–8 (2020): 339–350.
60. Poland, T. M., de Groot, P., Haack, R. A., Czokajlo, D., 2004: Evaluation of semiochemicals potentially synergistic to alpha-pinene for trapping the larger European pine shoot beetle, *Tomicus piniperda* (Col., Scolytidae). J Appl Entomol 128: 639–644.
61. Program gospodarenja za G.J. "Bašćanski gaj" za razdoblje od 2014.-2023.
62. Program gospodarenja za G.J. „Bukovac” za razdoblje od 2014.-2023.
63. Prpić, B., Tikvić, I., Idžojić, M., Seletković, Z., 2011: Ekološka konstitucija, općekorisne funkcije i ugroženost šuma. Šume hrvatskog Sredozemlja, Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, str. 243-269.
64. Prpic, N., Schaper, M. 2015: *Thanasimus* (Coleoptera: Cleridae) of Germany: Identification key for imagines. First edition. Self-published, Germany
65. Rauš, Đ., Glavaš, M., Komlenović, N., Krpan, A. P. B., Krstinić, A., Matić, S., Meštrović, Š., 1992: Šume u Hrvatskoj, Šumarski fakultet u Sveučilišta u Zagrebu, str. 348.
66. Shea, P. J., McGregor, M. D., Daterman, G. E., 1992: Aerial application of verbenone reduces attack of lodgepole pine by Mountain pine beetle. Can J For Res 22: 436–441.
67. Silverstein, R. M., 1981: Pheromones: background and potential for use in insect pest control. Science 213: 1326–1332
68. Sullivan, B. T., Dalusky, M. J., Wakarchuk Dm Berisford, C. W., 2007: Field evaluations of potential aggregation inhibitors for the southern pine beetle, *Dendroctonus frontalis* (Coleoptera: Curculionidae). J Entomol Sci 42: 139–149.
69. Tobin, P. C., Whitmire, S. L., Johnson, D. M., Bjørnstad, O. N., Liebhold, A. M., 2007: Invasion speed is affected by geograph. variation in the strength of Allee effects. Ecol Lett 10: 36–43.
70. Tovar, A.C., 2016: Coleópteros nuevos o interesantes para Asturias (España) (Insecta: Coleoptera: Scarabaeidae, Pyrochroidae, Cleridae & Cucujidae)

71. Trinajstić, I., 1998: Nomenklaturno-sintaksonomska revizija submediteranskih šuma crnoga bora (*Pinus nigra* Arnold) u Hrvatskoj. Šumarski list 122(3-4): 147-154.
72. Vité, J.P., Francke, W., 1985: Waldschutz gegen Borkenkafer: Vom Fangbaum zur Falle. Chem. unserer Zeit 19: 11-21.
73. Vité, J.P., Baader, E., 1990: Present and future use of semiochemicals in pest management of bark beetles. J Chem Ecol 16: 3031–3041.
74. Vukelić, J., 2012: Šumska vegetacija Hrvatske. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet i Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb, 260-315 str.
75. Weinzierl, R., Henn, T., Koehler, P. G., Tucker, C. L., 2005: Insect Attractants and Traps. (originally published in Alternatives in Insect Management by the Office of Agricultural Entomology, University of Illinois) Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.
76. Werner, R. A., Holsten, E. H., Matsuoka, S. M., Burnside, R. E., 2006: Spruce beetles and forest ecosystems in south-central Alaska: a review of 30 years of research. Forest Ecol Manag 227: 195–206.